

Zu diesem Zwecke bestimmt man die Ordinaten  $y_A$  und  $y_B$  und die Abszissen  $x_A$  und  $x_B$  zweier Punkte (z. B. A und B der Kurve II) der gleichmäßig ansteigenden Kurvenzone in g Kohle oder cbm Gas. Es ist dann, wenn man den Schwefelgehalt in 1 cbm Gas in g mit S bezeichnet, der erreichbare Schwefelgehalt der Kohle in Prozenten

$$100 (x_B - x_A) S$$

$$y_B = y_A + (x_B - x_A) S$$

Wie schon oben betont wurde, geht ein Teil des Ammoniaks bei der Schwefelwasserstoffoxydation mit dem Schwefel Verbindungen ein. Hauptsächlich bilden sich dabei Ammoniumsulfat und Thiosulfat; auch wird Cyanwasserstoff in Rhodanammonium übergeführt. Diese Reaktionen finden namentlich bei starkem Ammoniakgehalt des Gases statt; so wurden z. B. bei einem Versuch mit 2 g Ammoniak/1 cbm Gas etwa 2% des gesamten Gasschwefels in Salze umgewandelt. Die Schwefelausbeute wird also durch diese Nebenreaktionen ein wenig beeinträchtigt.

Die Isolierung des Schwefels aus der mit Schwefel beladenen Kohle kann in mannigfaltiger Art erfolgen. Durch Ausblasen mit überhitztem Wasserdampf oder heißen Gasen, z. B. Verbrennungsgasen, läßt sich der Schwefel ausschmelzen. Bei den für diese Arbeitsweise erforderlichen Temperaturen (über 200°) tritt aber bereits in geringem Umfange eine Reaktion zwischen Schwefel und Wasserdampf im Sinne der Gleichung



so daß übelriechende Abgase und Kondenswässer entstehen.

Ein anderer Weg besteht darin, daß man den Schwefel durch direktes Erhitzen aus der Kohle destilliert. Da die Kohle ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, so würde man bei dieser Arbeitsweise die Kohle bewegen, also z. B. im Drehofen erhitzen müssen. Nun ist die Kohle in der Stückform, in welcher sie angewandt wird, zwar gegen Zerreibung relativ widerstandsfähig, aber immerhin dürfte eine solche Arbeitsweise doch viel unbrauchbaren Kohlenstaub ergeben.

Als beste Methode, den Schwefel aus der Kohle zu isolieren, hat sich bisher die Extraktion erwiesen. Es kommen hier verschiedene Lösungsmittel in Betracht. Man arbeitet dabei so, daß man den Schwefel in der Wärme aus der Kohle herausläßt und das an der Kohle haftenbleibende Lösungsmittel durch Ausdämpfen entfernt. Hier ergibt Schwefelkohlenstoff bei seinem ausgezeichneten Lösungvermögen für Schwefel zwar sehr gute Resultate; er dürfte aber wegen seiner Feuergefährlichkeit für die Technik nicht zu empfehlen sein. Teeröle (Creosotöle) lösen zwar den Schwefel aus der Kohle gut heraus, sind aber durch Ausdämpfen aus der Kohle nur schwierig zu entfernen, da sie mit Wasserdampf schwer flüchtig sind. Als besonders brauchbar haben sich chlorierte Kohlenwasserstoffe erwiesen, z. B. Mono- und Dichlorbenzol. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß sie bei gewöhnlicher Temperatur nur 4–5%, bei 100° aber 40–50% Schwefel lösen. Man kann also so arbeiten, daß man aus der von der geschwefelten Kohle ablaufenden heißen Schwefellösung den Schwefel kristallisiert läßt und die Mutterlauge ohne Destillation wieder für weitere Schwefelextraktionen verwendet.

Es ist auch möglich, den Schwefel aus der Kohle durch vorsichtiges Abrösten als Schwefeldioxyd zu gewinnen. Allerdings gerät dabei die Kohle leicht in Brand, da ihre Entzündungstemperatur bei normaler Sauerstoffkonzentration bereits bei etwa 150° liegt.

Bei dem vorstehend beschriebenen Extraktionsverfahren erhält man den Schwefel kristallisiert oder körnig in handelsfähiger Form. Da die Kohle, wie schon soeben betont, von äußerst feinen, kapillaren Kanälen durchzogen ist, so ist es erklärlich, daß durch Lösungsmittel der Schwefel nicht absolut restlos extrahiert werden kann. In der Regel bleibt in der Kohle bei der ersten Regeneration ein Rückstand von 5–6% Schwefel, welcher aber bei wiederholter Schwefelung der Kohle nicht zunimmt und auch ihre Aktivität nicht beeinflußt.

Die Frage, wie die Regeneration der Kohle zweckmäßig ausgeführt wird, kann nur auf Grund der lokalen gastechnischen Verhältnisse entschieden werden. Wendet man, wie vorhin ausgeführt, Chlorbenzol an, so ist daneben noch eine periodische Wäsche der aktiven Kohle mit Wasser erforderlich, um die bei der Schwefelung sich abscheidenden Ammoniumsalze zu entfernen. Auch muß man mit den in allen Destillationsgasen enthaltenen teerigen Produkten rechnen, solange das Problem der restlosen Teerabscheidung von den Gassingenieuren noch nicht gelöst ist. Es ist klar, daß in großem Umfange auftretende teerige Abscheidungen die Aktivität der Kohle ungünstig beeinflussen können, so daß es von Vorteil ist, daß bei jeder Extraktion mit den obengenannten Lösungsmitteln der Teer wieder herausgewaschen wird. Die Praxis hat ergeben, daß Verschmierung des auskristallisierenden Schwefels durch Teer nicht eintritt.

Die vorstehend in erster Linie für die Schwefelabscheidung aus Kohledestillationsgasen gemachten Ausführungen lassen sich sinngemäß überall da anwenden, wo Schwefelwasserstoff in geringer Konzentration oder als lastiges Abgas auftritt, also beim Clausprozeß, bei Schwefelschmelzen usw. Es würde chemisch-wissenschaftlich nichts Neues bieten, und deshalb reizlos sein, die in diesen wirtschaftlich unbedeutenden Fällen zweckmäßigste Arbeitsweise hier näher zu beschreiben. Für die uns besonders interessierende Frage der Gasreinigung dürfte sich der folgende Arbeitsgang empfehlen.

Die Rohgase werden gekühlt, der Teer abgeschieden und das Ammoniak bis auf den für die Entschwefelung erforderlichen Prozent-

satz entfernt. Dann mischt man das gekühlte, in den Naphthalinwäsichern vom Naphthalin befreite Gas mit der für die Oxydation erforderlichen Luftmenge und läßt es durch eine Schicht aktive Kohle hindurchgehen. Querschnitt und Höhe dieser Kohleschicht sind von dem Gehalt des Gases an Schwefelwasserstoff, Sauerstoff und Ammoniak und der Gasmenge abhängig und können mit Hilfe des durch einen Probeversuch ermittelten Schwefelungsdiagramms (s. oben) bestimmt werden. Die Höhe der Kohleschicht richtet sich ferner nach dem zulässigen Druckverlust, welcher z. B. bei einer Gasgeschwindigkeit von 160 mm / 1 Sek. etwa 150 mm Wassersäule für 100 cm Schichthöhe beträgt. Die Reaktionstemperatur richtet sich nach dem Schwefelwasserstoffgehalt des Gases; sie dürfte bei 10 g Schwefelwasserstoff für 1 cbm Gas etwa bis auf 60° steigen. Beim Austritt aus der Kohleschicht ist das Gas schwefelfrei; es wird gekühlt und von seinem geringen Ammoniakrestgehalt durch Waschen mit Wasser oder Schwefelsäure befreit. Damit ist dann die Aufbereitung der Generatorgase abgeschlossen, während bei Kohledestillationsgasen noch die Abscheidung der Kohlenwasserstoffdämpfe (Leichtöle, Benzine) — sinngemäß mittels aktiver Kohle nach dem Bayerverfahren — erforderlich ist.

Ist die Kohleschicht mit Schwefel gesättigt, so wird das Gas auf ein zweites Filter umgeschaltet und aus dem ersten der Schwefel durch ein Lösungsmittel ausgezogen, bis der Ablauf beim Abkühlen keinen Schwefel mehr abscheidet. Dann dämpft man das an dem Kohlefilter haftende Lösungsmittel durch einen Kühlern in einen Abscheider und bläst das heiße Filter kalt, zweckmäßig mit schwefelfreiem Gas. Darauf kann die regenerierte Kohleschicht wieder im Gasreinigungsprozeß benutzt werden.

Die Isolierung des Schwefels aus dem Lösungsmittel richtet sich nach dessen Eigenschaften. Bei Anwendung von Chlorbenzol trennt man die Mutterlauge von den an den Gefäßwandungen festsitzenden Schwefelkristallen und treibt das den Kristallen dann noch anhaftende Chlorbenzol mit Wasserdampf ab. Aus dem zurückbleibenden wässrigen Schwefelkristallbrei isoliert man den Schwefel durch Abtuncken und Trocknen.

Gegenüber den üblichen Gasreinigungsverfahren hat das vorstehend beschriebene den Vorteil, daß es nicht die Bewegung großer Massen — sei es staubförmig oder flüssig — erfordert. Berücksichtigt man ferner die große Reaktionsgeschwindigkeit des Entschwefelungsprozesses, so ist augenscheinlich, daß die erforderlichen Apparate raumsparend und der Aufwand an Arbeitsenergien gering sind. Chemisch ist die Arbeitsweise genau so einfach wie beim Raseneisenerverfahren, so daß sich eine dauernde wissenschaftliche Überwachung erübrigkt. Somit ergibt sich hinsichtlich der Anlagekosten und Betriebs- spesen in der wirtschaftlichen Bilanz des Verfahrens ein erfreulicher Fortschritt gegenüber anderen Arbeitsmethoden. Es dürfte Aussicht vorhanden sein, nach weiterer technischer Ausgestaltung des Prozesses bei seiner Erprobung im Dauerbetrieb — bisher liegen nur kurzfristige Betriebserfahrungen vor — der Gastechnik in Kürze ein brauchbares Gasreinigungsverfahren mit aktiver Kohle zur Verfügung zu stellen zu können. [A. 106.]

## Imprägnierzylinder für Holzmasten und Schwellen.

Von Prof. Dr.-Ing. A. KLEINLOGEL-Darmstadt.

(Eingeg. 9. 6. 1921.)

In Nr. 19 (1921) dieser Zeitschrift sind die Gründe dargelegt worden, welche zu dem Verfahren von Wolmann zur Imprägnierung von Holzmasten in sogenannten Imprägnierzylindern geführt haben.

In Anbetracht meiner langjährigen Erfahrungen als Betonfachmann, sei es mir gestattet, zu dieser Angelegenheit, namentlich hinsichtlich einer etwaigen billigeren Herstellung solcher Imprägnierzylinder, ebenfalls einige Worte beizutragen. Ich gehe dabei unter anderu auch von denjenigen konstruktiven und praktischen Erfahrungen aus, welche ich bei dem Entwurf und bei der Herstellung von Rohrleitungen mit hohem Innendruck, von Drehrohröfen aus Eisenbeton für die Zementindustrie, sowie von sogenannten Kesselwagen aus Eisenbeton für die Eisenbahnverwaltung gewonnen habe. Die Aufnahme eines Innendrucks von 7–8 Atm. begegnet an sich nicht den geringsten Schwierigkeiten. Es steht hier vielmehr hauptsächlich die Frage im Vordergrund, wie solche Kessel gegen die Einflüsse der Sublimat- und Kupfervitriollösungen auf die Dauer widerstandsfähig zu machen sind.

Bei Gelegenheit eines diesbezüglichen Falles ließ ich mir durch die Firma Friedrich Rößler, Fabrik säurefester Produkte, Bensheim a. d. B. einen Vorschlag für die Innenauskleidung eines Aufbewahrungsbehälters für 7% Quecksilbersublimatlösung ausarbeiten. Auf meine Veranlassung stellte die genannte Firma in ihrem Laboratorium eingehende, den betreffenden Betriebsverhältnissen möglichst angepaßte Versuche an, und ich kann somit über ein immerhin reichhaltiges Material berichten.

Die wochenlangen Versuche, bei denen ich zum größeren Teil selbst mitwirkte, führten zu dem Ergebnis, daß Imprägnierzylinder aus ungeschütztem Eisenbeton, d. h. ohne säurefeste Auskleidung, den Anforderungen, welche die Sublimatlösungen an die Wandungen stellen, auf die Dauer nicht gewachsen sind. Es hat sich gezeigt, daß Quecksilbersublimatlösung möge dieselbe stark- oder schwachprozentig kalt oder heiß sein — metallisches Eisen in ganz kurzer Zeit zersetzt

und zerstört. Dies wäre an sich belanglos, wenn der Beton das Eisen oder die Bewehrungseinlagen völlig säuredicht abschließen würde. Daß dem aber leider nicht so ist, habe ich sowohl in der Praxis, als auch bei Versuchen mit unausgekleideten Betonbehältern erfahren. In den meisten Fällen lassen die Betonwandungen die chemischen Flüssigkeiten, die Lösungen von Salzen, Säuren und Laugen unter Auflösung und Zersetzung der im Zement vorhandenen Kalkbestandteile durch und zerstören mit der Zeit die Wandungen in erheblichem Maße. Ist aber Sublimatlösung einmal bis zu der Eisenbewehrung gelangt, so beginnt die Zersetzung des Eisens. Bei diesem chemischen Prozesse ist es leicht erklärlch, daß innerhalb der Betonmasse durch die Zersetzung Gase, wie z. B. Kohlensäure und Schwefelwasserstoff entstehen, wodurch unter Umständen bedeutende Spannungen und in Verbindung damit Sprünge und Risse im Beton herbeigeführt werden.

Meine eigenen, mit denjenigen der Firma Rößler parallelaufenden Versuche zeigten deutlich, wie schnell die Lösung fräß und zu Treiberscheinungen Veranlassung gibt. Quecksilbersublimatlösung zerstört, wie ich einwandfrei festgestellt habe, den Zement hauptsächlich dadurch, daß die Lösung Verbindungen mit dem im Zement enthaltenen Calcium- und Schwefel eingeht. Bei der Einwirkung von Kupfervitriol scheint es, als ob bei der Einwirkung auf Zement oder Beton eine Umsetzung von Calciumcarbonat in Calciumsulfat (Gips) stattfindet, was bekanntlich unmittelbar zum Treiben des Zementes führen muß<sup>1)</sup>. Bei den Rößlerschen Versuchen zeigte es sich, daß durch säurefesten Zement verbundene säurefeste Tonplatten, die mit Sublimat und Kupfervitriol behandelt wurden, von außen ohne jede merkbare Veränderung waren. Beim Zerschlagen derselben zeigte es sich aber, daß sich die Lösung unter Zerstörung des Säurezementes konzentrisch nach der Mitte durchgefressen hatte. Dies war auch bei Einwirkung von 2–3% Sublimat- und schwächerer Kupfervitriollösung nach dreiwöchentlicher Behandlung der Fall.

In der Praxis muß nun noch mit einem Druck von etwa 8 Atm., unter welchem die Imprägnierzylinder stehen, gerechnet werden und es kann für solche Zwecke nur ein besonders dafür hergestellter Kitt in Frage kommen, wie ein solcher jetzt durch die Firma Rößler auf Grund der gewöhnlichen Versuchseinblieke hergestellt wird. Die neuen Kittproben untersuchte ich in meinem eigenen Laboratorium und behandelte sie 14 Tage lang abwechselnd mit kalter und heißer 7%iger Sublimatlösung, legte sie dann zwei Tage in Wasser und kochte hierauf die Proben wiederholt. Irgendeine Korrosion oder Zerstörung war nicht zu beobachten.

Ich halte nach allen diesen Versuchen eine Innenauskleidung von Imprägnierzylindern unter Verwendung des Rößlerschen Kitts für sehr widerstandsfähig und bin überzeugt, daß die Herstellung von Imprägnierzylindern nach Woltmann, jedoch aus Eisenbeton mit der beschriebenen säurefesten Auskleidung nach Rößler, allen Ansprüchen der chemischen Industrie und der Imprägnieranstalten durchaus genügen dürfte. Da außerdem bekanntlich Eisenbetonimprägnierzylinder billiger sind als solche aus Eisen, so sind hier neue Möglichkeiten gegeben, welche von allgemeinerem Interesse sein dürften.

[A. 126.]

## Eingelaufene Bücher.

Aumund, Prof. H., Die Hochschule für Technik u. Wirtschaft. Maßnahmen zur Reform der Technischen Hochschulen. Berlin 1921. Verlag des Vereins deutscher Ingenieure. M 5.—

Brigl, Prof. P., Die chem. Erforschung der Naturfarbstoffe. Mit 2 Spektraltafeln. Braunschweig 1921. Friedr. Vieweg & Sohn. geh. M 14,—, geb. M 17,20 u. T-Zuschlag.

Fischer, Prof. Dr. F., Kraftgas, Theorie u. Praxis der Vergasung fester Brennstoffe. 2. Aufl. Neubearbeitet u. ergänzt von Dr.-Ing. J. Gwosdz. Mit 245 Fig. im Text. Leipzig 1921. Verlag von Otto Spamer. geh. M 180,—, geb. M 190,—

Kullmann, O., Die Spirituosen-Industrie. 2., vollständig umgeänderte, dem Branntweinmonopolgesetz angepaßte u. vervollständigte Aufl. Mit zahlreichen Abb. im Text. Leipzig 1921. Dr. Max Jänicke, Verlagsbuchhandlung. kart. M 11,90

Mannheim, Prof. Dr. E., Pharmazeutische Chemie. II. Organische Chemie. 2. Aufl. Sammlung Göschen. Nr. 544. Berlin u. Leipzig 1921. Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co. kart. M 2,10 u. 100%.

Meyer, W.: Chemie für Mittelschulen u. verwandte Lehranstalten mit besonderer Berücksichtigung der Mineralogie u. Technologie. 5., unveränderte Aufl. Mit 88 Fig. im Text, 1 Nahrungsmitteltafel in Farbendruck u. einer geologischen Karte von Mitteleuropa. Frankfurt a. M. 1920. Verlag von Moritz Diesterweg. geb. M 5,80 u. 100% V.-T.-Zuschlag

Ostwald, Prof. Dr. Wo., Die Welt der vernachlässigten Dimensionen. Eine Einführung in die moderne Kolloidchemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendungen. Fünfte u. sechste, neu bearbeitete Aufl. Dresden u. Leipzig 1921. Verlag von Theodor Steinkopff. kart. M 30.—

<sup>1)</sup> Siehe hierüber unter andern auch die interessanten Darlegungen von Dr.-Ing. Nitsche-Frankfurt, über den sog. „Zementbazillus“.

## Bücherbesprechungen.

Theorien der organischen Chemie. Von Ferd. Henrich, Vierte Auflage, Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1921. XVI u. 544 Seiten. geh. M 68,—, geb. M 76,—

Die neue Auflage dieses Buches, das schon vielen ein trefflicher Begleiter und Berater bei organisch-chemischen Forschungen gewesen ist, wird allgemein freudig begrüßt werden. Als wichtigste Neuerung gegenüber der dritten Auflage ist ein Kapitel „Neuere und neueste Ansichten über die Natur der Valenz“ eingeschoben. Aber auch sonst sind mancherlei Änderungen und Ergänzungen vorgenommen worden. Überall hat der Verfasser die einschlägigen Veröffentlichungen bis auf die neueste Zeit berücksichtigt. Um sich über diesen Begriff der „neuesten Zeit“ bestimmtere Vorstellungen machen zu können, wäre es vielleicht empfehlenswert, für die einzelnen Kapitel in der Überschrift anzugeben, bis zu welchem Zeitpunkt die Literatur tatsächlich schon verarbeitet ist. Der Leser hat dann für weitere eigene Literaturdurchsicht festeren Boden unter den Füßen. Gerade in der jetzigen Zeit, die für die organische Chemie eine Zeit des Überganges zu sein und noch innumer mehr zu werden scheint, besonders durch ständig tieferes Eindringen der physikalisch-chemischen Anschauungen und Untersuchungsverfahren (z. B. der Röntgen-Spektroskopie) in das Gebiet der organisch-chemischen Forschung, wird sich das Gegenwartsbild vielleicht schneller und öfter ändern als früher. Da wäre eine genaue Angabe des Zeitpunktes, aus dem die Augenblicksaufnahme stammt, sehr erwünscht.

Als besonderer Vorzug des Buches muß aber noch hervorgehoben werden, daß es nicht nur die neuesten Ansichten und Theorien bringt, sondern das geschichtliche Werden im einzelnen von den frühesten Zeiten an, in denen von einer wissenschaftlichen organischen Chemie die Rede sein kann, in anschaulicher Weise darstellt. Wir haben jetzt ja die trefflichen Bücher über Geschichte der organischen Chemie von Edv. Hjelt und von C. Graebe, in denen ein jeder, der geschichtliche Interessen hat, Belehrung findet. Aber gerade das Hineinarbeiten der geschichtlichen Entwicklung in die Darstellung des gegenwärtigen Wissensstandes hat besonderen Wert. Es zeigt dem Leser den Wechsel der Anschauungen mit dem Wechsel der Forschungsergebnisse, nicht nur auf dem engeren Teilgebiete, und bringt ihm zum Bewußtsein, daß die entwickelten Theorien meist nur beschränkte Bedeutung und relativen Wert haben, daß auch die großen führenden Gedanken, wie z. B. die Atomtheorie als solche, den Anforderungen der Zeit entsprechend gewissen Wandlungen unterworfen sind. Diese Erkenntnis weitet den Blick und bewahrt vor zu scharfer Betonung von Einseitigkeiten.

Möchte die neue Auflage des verdienstvollen Buches in gleichem Maße und noch mehr dankbare Leser finden als die früheren.

G. Lockemann. [BB. 266.]

Die Verfestigung der Metalle durch mechanische Beanspruchung. Von Prof. Dr. H. W. Fraenkel, Privatdozent an der Universität Frankfurt a. M. Mit 9 Textfiguren und 2 Tafeln. Verlag von Julius Springer, Berlin 1920. geh. M 6,—

Auf 46 Seiten Text hat der Verfasser versucht, die Grundlagen zusammenzufassen, die zur Beurteilung der Veränderung der Eigenschaften des Materials durch mechanische Einflüsse notwendig sind. Damit ist die Anregung für Forscher und Techniker verbunden, sich intensiver mit der Veredelung der Metalle durch mechanische Einwirkung zu befassen. Wenn nun auch der Verfasser ausdrücklich betont, daß er die Ernährungsscheinungen ausschließen wolle, so scheint mir doch, daß der Zweck des Buches erst voll erreicht wurde, wenn auch diese für den Techniker ungemein wichtigen mechanischen Einflüsse in den Kreis der Betrachtungen gezogen wurden. Die Arbeit ist im ganzen verdienstlich und sehr lebenswert. Prof. A. Freund. [BB. 18.]

Das physikalische Praktikum des Nichtphysikers. Von Grünbaum, Lindt. Theorie und Praxis der vorkommenden Aufgaben für alleinigen Physik Hilfswissenschaft ist. 3., verb. u. erweiterte Aufl. besorgt von Baurat Dr. R. Lindt u. Privatdozent Dr. W. Möbius. Mit 133 Abb. im Text. Leipzig 1921. Verlag von Georg Thieme. Preis geh. M 30,—, geb. M 36,—

Die Notwendigkeit der Neuauflage vorliegenden Buches gibt den Verfassern recht in ihrer im Vorwort ausgesprochenen Meinung, daß vielen, die nicht direkt ein intensiveres Physikstudium betreiben, eine kurze auch dem „Nichtphysiker“ leicht verständliche und dabei selbstredend ausführliche, zuverlässige Anleitung zur Lösung physikalischer Aufgaben erwünscht ist. Hier ist in höchst übersichtlicher Weise wohl auf alle die einzelnen Aufgaben, die auf den Hochschulen gestellt werden können, hingewiesen und ihre Lösung in sorgfältigster Ausarbeitung besprochen. — Doch: non scholae sed vitae discimus! Gerade die „Nichtphysiker“ erstreben in einem derartigen Werke auch eine Anleitung zur Lösung von Aufgaben zu finden, die nicht nur die Hochschule, die Vertreterin der Theorie, sondern auch das tägliche Leben und die Industrie, als Vertreter der Praxis, stellen. So würde es m. E. nur zu begrüßen sein, wenn in folgenden Auflagen auch die Praxis mehr Berücksichtigung fände, z. B. durch Aufnahme einer Anleitung zur Zuckerbestimmung im Harn durch Polarisation und zur kalorimetrischen Bestimmung des Heizwertes von Kohle, Koks u. dgl. von Heygendorff. [BB. 69.]