

Monographien zur Feuerungstechnik

Band 13

Die Vorpraxis

und

der Weg vom Studium zur praktischen
Energie- und Feuerungstechnik

Zugleich ein psychologisch-pädagogischer
Beitrag zur Vertiefung und Verdichtung
des (Chemie-) Ingenieurstudiums

Von

C. Blacher

Dr. h. c., Ingenieur-Chemiker,
ord. Prof. an der lettländischen Universität

Mit zehn Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1935

Monographien zur Feuerungstechnik
==== Band 13 =====

Die Vorpraxis

und

der Weg vom Studium zur praktischen
Energie- und Feuerungstechnik

Zugleich ein psychologisch-pädagogischer
Beitrag zur Vertiefung und Verdichtung
des (Chemie-) Ingenieurstudiums

Von

C. Blacher

Dr. h. c., Ingenieur-Chemiker,
ord. Prof. an der lettländischen Universität

Mit zehn Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1935

ISBN 978-3-662-42833-7 ISBN 978-3-662-43115-3 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-43115-3

Copyright 1935 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg
Ursprünglich erschienen bei Otto Spamer Verlag G. m. b. H., Leipzig 1935.

Inhalt.

	Seite
Zur Einführung	4
1. Der Weg vom Studium zur praktischen Energie- und Feuer- rungstechnik und ein energetisches und wärmetechnisches Praktikum	5
2. Praktikum und Vorlesungen, ein pädagogisches Ganzes . .	24
3. Die Vorpraxis und ihre psychologisch-pädagogische Grund- lage	26

Zur Einführung.

Seit Erscheinen des 10. Bandes der Monographien zur Feuerungstechnik „Vom Laboratoriumspraktikum zur praktischen Wärmetechnik“ ist von mir gemeinsam mit meinen Mitarbeitern viel Mühe und Energie auf die Ausgestaltung des mittlerweile in der chemischen Fakultät der lettländischen Universität eingeführten Faches „Wärmetechnisches und energetisches Praktikum“ aufgewandt worden, dem die in meinem oben genannten Buch erläuterten Prinzipien und beschriebenen Versuche zugrunde gelegt wurden. Als ich die weiteren Bemühungen und das Erreichte in der Zeitschrift „Feuerungstechnik“ zu charakterisieren begann, nahm die Entwicklung ein beschleunigteres Tempo an, was eine Reihe von Aufsätzen hervorrief. Zugleich ergab sich für das Praktikum eine festere Form, so daß es einer dankeswerten Anregung des Verlages entsprechend geboten schien, die betreffenden Aufsätze in ein Ganzes zusammenzufassen, und die dort entwickelten Ideen in einem selbständigen Heft der Monographien zur Feuerungstechnik festzulegen. Auf diese Weise wird auch im allgemeinen Näheres über Bestrebungen bekannt, die in der chemischen Fakultät der lettländischen Universität seit Jahren auf eine bessere pädagogische Durchbildung des Stoffes hinzielen.

Ich muß hier noch einer angenehmen Pflicht nachkommen und meinen Fakultätskollegen, deren wohlwollender und wo nötig aktiver Unterstützung ich mich stets erfreut habe, meinen besten Dank auszusprechen.

Riga, April 1935.

C. Blacher.

1. Der Weg vom Studium zur praktischen Energie- und Feuerungstechnik und ein energetisches und wärmetechnisches Praktikum.

Die Reformbedürftigkeit des chemisch-technologischen Unterrichts ist schon vor längerer Zeit Gegenstand von Diskussionen gewesen, die auch bis heute sich hinschleppen. Der Umbruch in Deutschland hat es veranlaßt, daß sie von neuem aufgelebt sind. Um nur auf einiges hinzuweisen: 1900 schrieb Ost, Hannover, über die chemische Technologie an den technischen Hochschulen¹⁾; darauf erlaubte ich mir (1900) den Hinweis, daß man in erster Linie die Laboratoriumsübungen zweckmäßiger ausgestalten sollte²⁾, und stützte mich auf die von mir kurz vorher veröffentlichten Beispiele³⁾. Ganz neuerdings, im Dezember 1933, regte C. W. Schmidt, Breslau, von neuem die Reform des technologischen Unterrichts an und wies hauptsächlich auf die Notwendigkeit hin, die angehenden Chemie-Ingenieure praktisch besser vorzubereiten⁴⁾. Für mich war diese Anregung insofern interessant, als sie fast von denselben Gesichtspunkten ausging, wie ich sie in meiner eben erwähnten Arbeit aus dem Jahre 1900 geltend gemacht hatte. Des weiteren äußerten sich noch zu diesem Thema in ähnlichem Sinne Sauer⁵⁾, Kretzschmar⁶⁾, Binz⁷⁾ u. a. Da mich dieses pädagogische Problem von Anbeginn interessierte — meine Antrittsvorlesung (1897) hatte dasselbe Thema zum Gegenstand —, so habe ich dauernd an der Realisierung dieser pädagogischen Idee gearbeitet und sie zuletzt in meinem Buch „Vom Laboratoriumspraktikum zur praktischen Wärme-

¹⁾ Ztschr. angew. Ch. 1900, Heft 27. Hier findet man einen wertvollen historischen Überblick.

²⁾ Die praktischen Übungen in der chemischen Technologie. L. c. 1900, Heft 44.

³⁾ Über chemisch-technische Laboratoriumsarbeit. Chem. Ind. 1898, Nr. 20. Beiträge zu einem chemisch-technischen Praktikum; dortselbst 1899, Nr. 19. Beide Aufsätze mit Abbildungen von Apparaten.

⁴⁾ Chemische Technologie und Unterrichtsreform. Angew. Ch. 1933, Nr. 51.

⁵⁾ Ch.-Ztg. 1934, S. 187.

⁶⁾ Angew. Ch. 1934, S. 47.

⁷⁾ L. c. S. 1.

technik“ (L. W.) 1928 in ihren Grundlagen festgelegt¹⁾. Dadurch war es dank dem verständnisvollen Entgegenkommen meiner Fakultätskollegen möglich geworden, an die prak-

¹⁾ Verlag Spamer, Leipzig. Monographien zur Feuerungstechnik, Bd. 10. Der Untertitel lautete: „Eine Art Lehrbuch für technisches Experimentieren, Beobachten und Denken in der Energienutzung.“ Die Hinweise auf dieses Lehrbuch sind im Text mit (L. W. 20) bezeichnet, die Zahl dahinter, in diesem Fall 20, bedeutet die Seitenzahl.

Der Widerhall, den das Buch hervorrief, war, nach den Besprechungen zu urteilen, ein solcher, daß ich zufrieden sein konnte. In „Feuerungstechnik“ (XVI, Heft 15) wird von einem „glücklichen Gedanken“ gesprochen und der Grundidee volles Verständnis entgegengebracht. Die Ztschr. d. Dampfkesselversicherungsges. usw. (L. III, Nr. 4, 1928) spricht von einer „Lebendigkeit der Darlegung, die das Interesse bis zum Schluß nicht erlahmen läßt“. Die Ch.-Ztg. 1928, Nr. 38 meint: „Das Buch müsse als Ganzes gewürdigt werden und als grundlegende Erscheinung, so daß der normale Maßstab nicht angelegt werden darf.“ Das Chem. Weekblad (Nr. 1728 vom 24. März 1928) sagt: „Wer nach der Durcharbeitung des Buches nicht technisch denken lernt, der lernt es nie.“ Und die Frankfurter „Umschau“ (1928, Nr. 47) meint sogar: „Lesen den trockenen Stoff? — Und doch! Die Materie wird flüssig wie ein Gedicht, man kommt davon so wenig los wie von Brehms Tierleben.“ Im Zusammenhang damit möchte ich auf einen Aufsatz in den VDI.-Nachrichten 1932, Nr. 46 über „Freundliche Wissenschaft“ hinweisen. Ich könnte mir fast schmeicheln, daß mir etwas Ähnliches gelungen ist. Schließlich trat der bekannte Thermodynamiker Schmolke in der Ztschr. „Die Wärme“ 1928 und 1929, Heft 23 warm für die Einführung solcher Übungen in das Hochschulprogramm ein. Ich möchte aber nebenbei bemerken, daß solche Übungen auch in technischen Mittelschulen durchaus gangbar sein können, nur müßte hier der Hauptnachdruck auf das laboratoriumsmäßig Praktische gelegt werden, während dort eine theoretische Vertiefung in die Grundprobleme nebenbei gehen muß.

Es sah also alles sehr schön aus. Dabei blieb es aber und wurde bald still. Ich will den Gründen nicht nachgehen, möchte aber eine ganz interessante psychologische Erfahrung mitteilen. Als ich in der Ges. lettländischer Chemiker die weiter unten erwähnten Vorträge hielt, stellte es sich in der Diskussion heraus, daß die Fernstehenden, vor denen ich zum erstenmal dieses Thema behandelte, meine Grundidee, der angehende Ingenieur müsse dem Wesen des Prozesses gegenübergestellt werden, nicht verstanden bzw. überhörten, was meine Assistenten, die sich in diese Grundidee vollständig eingelebt hatten, in fassungsloses Staunen versetzte. Sie konnten es nicht verstehen, daß man diese einfachen Dinge nicht begriff. Vielleicht will gut Ding Weile haben.

Nachschrift während der Korrektur. Vor kurzem hatte ich ein weiteres interessantes Erlebnis. Es besuchte mich eine Assistentin einer russischen Technischen Hochschule (nebenbei bemerkt, eine Reichsdeutsche). Da mein Buch auch in Übersetzung in Rußland erschienen ist, zeigte ich ihr das Laboratorium, damit sie ihrem Chef, einem bekannten Technologen, erzählen könne. Sie selbst war nicht hauptsächlich in technischer Richtung ausgebildet. Ihren Eindruck gab sie mir in folgenden Worten wieder: „Bei uns haben es die Studenten leichter, da sie ohne weiteres in die Fabriken

tische Realisierung heranzugehen, so daß seit der Zeit in der Chemischen Fakultät der lettländischen Universität ein „Wärmetechnisches und energetisches Praktikum“ besteht, das wohl geeignet sein könnte, eine teilweise Lösung der aufgeworfenen Fragen darzustellen, und zwar in dem Gebiet der Feuerungstechnik, welches meinem Hauptlehrfach entspricht. Jedes andere Gebiet der chemischen Technologie ist natürlich gleichfalls dieser Ausgestaltung zugänglich¹⁾.

Mit der Ausgestaltung der Übungen hat sich die Grundidee auch besser herausgeschält, die ich in zwei in der Gesellschaft lettländischer Chemiker gehaltenen Vorträgen näher begründete²⁾. Bevor ich zur Beschreibung des Praktikums und der Methode übergehe, wie die pädagogische Verdichtung vorgenommen worden ist, skizziere ich kurz die psychologische Grundlage in Ergänzung dessen, was in der Einführung zu meinem Buch „Vom Laboratoriumspraktikum zur praktischen Wärmetechnik“ gesagt ist. Aus früherer Erfahrung heraus als angehender Ingenieur lege ich das Hauptgewicht eben auf die psychologische Vorbereitung. Den Ingenieur so vorzubereiten, daß er, vor einem neuen Apparat in der Praxis stehend, ihn nach allen Richtungen hin kennt oder gar beherrscht, ist unmöglich; wohl aber ist es möglich — und zwar ist das wohl das Wichtigste — ihn dazu vorzubereiten, daß er nicht nur das Wesen des Prozesses bereits aus eigener Anschauung und Erfahrung kennt, sondern auch mit den Grundlinien der konstruktiven Durchführung bekannt wird. Das wirtschaftliche Erfassen des betreffenden Prozesses und der zu seiner Durchführung bestimmten Apparatur ist freilich nur an der Betriebsapparatur selbst und nur in einer Dauererfahrung möglich. Um das Wesen des

aufgenommen werden.“ Das war typisch. Dem Fernerstehenden ist es selbstverständlich, daß das Praktikum bloß einen Notbehelf und nur ein minderwertiges Nachahmen darstellt, ihm entgeht es, daß man es mit einem selbständigen psychologischen Glied im pädagogischen Aufbau zu tun hat.

¹⁾ In diesem Sinne sind noch meine 1898/99 veröffentlichten Abhandlungen gehalten. Eben bin ich dabei, ein Laboratorium allgemeineren Charakters einzurichten, wo besonders die chemisch-technische Apparatur für verschiedene Fabrikationsprozesse aufgestellt werden soll. Es soll die Möglichkeit gegeben werden, chemische Prozesse anorganischer und organischer Natur, wie z. B. die Darstellung von Präparaten, in einer Form durchzuführen, die dem Charakter der Fabrikationsprozesse im großen entspricht. Der Einfachheit wegen wird aber der Laboratoriumsmaßstab beibehalten.

²⁾ Am 10. Dezember 1931: „Das wärmetechnische Laboratorium der chemischen Fakultät. Zur Psychologie der Ingenieurarbeit.“ Am 14. Dezember 1933: „Der Weg vom Studium in die technische Praxis.“

Prozesses kennenzulernen, muß nun der angehende Ingenieur dem Prozeß unmittelbar gegenüber treten. Und zwar im kleinen und in einer übersichtlichen, leicht erkennbaren und von allem Nebensächlich-Praktischen befreiten Form; und zwar so, daß er leicht selbst den Prozeß gewissermaßen in die Hand nehmen kann.

Es ist nun ja wohl als selbstverständlich anzunehmen, daß eine jede Hochschule dank ihrer theoretischen und praktischen Struktur in der Lage sein muß, die Kenntnis der Wesensgrundlagen der Prozesse dem angehenden Ingenieur auf diese einfache Weise zu vermitteln. Schwierigkeiten könnte es nur geben beim Einbau dieser Aufgabe in das schon so wie so überlastete Hochschulprogramm. Aus solchen Gesichtspunkten heraus muß eine Grundbedingung gestellt werden: die psychologische Vorbereitung der Studierenden muß möglichst schnell, in der knappsten Zeit, die nur möglich ist, durchgeführt werden. Das kann nur geschehen an den gewöhnlichen Laboratoriumsapparaten, welche schnell und leicht aus Glas-, Metall- und Holzteilen aufzubauen und abzutragen sind, keine übergroßen Anlagekosten verlangen und außerdem, dank der Verwendung von möglichst viel Glas, den Prozeß leicht beobachtbar darstellen lassen. Derartige Übungen erscheinen dabei als eine Fortsetzung der dem vorgeschrittenen Studierenden bereits vertrauten Laboratoriumspraxis. Natürlich sind die Apparate dem Studierenden bereits fertig montiert zu überlassen. Hand in Hand damit muß bereits der Charakter der Betriebs-tätigkeit gewahrt sein: Kontrolle der Ausbeuten und Verluste, peinliche Sauberkeit, klare Protokolle, zielbewußte Systematisierung der Versuche selbst, der Aufzeichnungen und Berechnungen, ist wohl dasjenige, was mindestens verlangt werden muß. Um der peinlichen Sauberkeit Rechnung zu tragen, ist das ganze Laboratorium weiß, und die Tische ohne dunkle Schränke und offengehalten und nur mit den allernotwendigsten Schubfächern versehen, wie man es auf den beigegebenen Lichtbildern sieht. Wie die Übungen pädagogisch aufgebaut sind, will ich nun in den folgenden Beschreibungen zeigen. Ich bitte, dort stets auf den psychologischen Aufbau des Erkenntnisprozesses zu achten.

Da ein jeder Versuch und eine jede Arbeit mit einer neuen Gruppe von Studierenden immer wieder neue Fragen aufkommen lassen, sammelt sich ein großes, mitunter sehr interessantes Material an. Dieses Material sieht aber durchaus nicht nach Stubengelehrsamkeit aus, sondern sprudelt

frisch aus der Betriebspraxis oder hängt mit ihr eng zusammen, wie man sich selbst überzeugen wird.

Die Aufgabenfolge entspricht der in meinem Lehrbuch „Vom Laboratoriumspraktikum zur praktischen Wärmetechnik“ entwickelten Reihe, hat sich aber seit der Zeit gefestigt und vertieft.

Alle Aufgaben stellen ein organisch zusammenhängendes Ganzes dar. Es beginnt mit den einfachsten wärmetechnischen Bestimmungen, und zwar der Ermittlung **des Nutzeffekts einer Kochvorrichtung**, und zwar eines gewöhnlichen Laboratoriumswasserbades, dem natürlich die Bestimmung des Heizwertes des Leuchtgases vorangehen muß (L. W. 28, 52, 99). Der Nutzeffekt des Wasserbades wird sowohl für das Erwärmen des Wassers, als auch für das Sieden bestimmt. Damit gerät der Aufgabenkreis unmittelbar in die modernsten technischen Probleme hinein. Bekanntlich bemühen sich die erfahrensten Experimentatoren und Theoretiker, wie Prandtl, Nusselt, Gröber, Jacob, Erk u. a., die Gesetze der Strömung und des Wärmeüberganges unter verschiedenen Bedingungen zu erforschen¹⁾. Zugleich mit der Bestimmung des Nutzeffekts wird nämlich noch die Aufgabe der **Ermittlung**

der **Wärmedurchgangszahl k** aus der Formel $k = \frac{q}{F \cdot (t_1 - t_2) \cdot h}$ aufgetragen [Abb. 1²⁾]. Der Versuch, die Werte t_1 und t_2 zu bestimmen, zeigt dabei schlaglichtartig die Schwierigkeiten auf, die hier technisch zu überwinden sind, indem es tatsächlich nicht möglich ist, die Stelle z. B. im Gasstrom an der Heizfläche zu finden, die dem absoluten Wert t_1 entsprechen würde. Es erweist sich, daß es so etwas gar nicht gibt, und damit ist die Eingangstür gefunden zu den obenerwähnten schwierigen Untersuchungen unter Benutzung des Ähnlichkeitsprinzips und der Grenzschichtentheorie. Hiermit eröffnet sich auch das Verständnis für die von Münzinger in seinem vorzüglichen Buch „Berechnung und Verhalten von Wasserrohrkesseln“ entwickelten **praktisch-technologischen und praktisch-psychologischen Gesichtspunkte**³⁾. Um das

¹⁾ Siehe darüber in Eucken-Jakob, Der Chemie-Ingenieur Bd. 1, T. 1 (1933).

²⁾ Dieser Versuch wird jetzt, wie man sieht, mit dem früheren vereinigt (L. W. 52 und 99).

³⁾ Münzingers Ausführungen verdienen die größte Beachtung. Das Buch ist 1929 bei Springer erschienen.

Übrigens lassen sich hier auch Beziehungen von der Feuerraumbelastung (bzw. Flammenbelastung) zur Heizflächenbelastung andeuten. Vgl. Münzinger, S. 37. Und auch hier zugleich damit die Verbindung zu in der Praxis wichtigen Begriffen einschalten, die

Verständnis für diese Vorgänge zu erleichtern, benutze ich den seinerzeit von mir entwickelten Begriff des Konvektionsmaximums, eines Idealzustandes, der der oben angeführten primitiven Wärmedurchgangsformel genau entspricht¹⁾.

Mitten hinein, mit dem Ganzen verbunden, kommt hier die Aufgabe der Bestimmung der Verluste in den Abgasen.

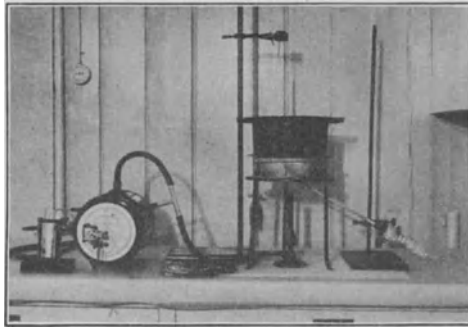


Abb. 1. Laboratoriumskessel (Wasserbad) zur Ermittlung des Nutzeffektes beim Erwärmen und Sieden des Wassers und zum Bestimmen der Wärmedurchgangszahl.

Vermittels einer mit Zähler und Druckmesser versehenen Gasuhr wird die Leuchtgasmenge und durch Wägen die erwärmte oder verdampfte Wassermenge bestimmt. Durch Thermometer bzw. thermoelektrisches Pyrometer wird die Temperaturdifferenz von beiden Seiten der Heizfläche gemessen. Die Drähte des Thermoelementes werden durch einen Stecker mit dem an der Hauptschalttafel (siehe Abb. 8) angebrachten Anzeiginstrument verbunden.

Zu diesem Zweck wählt man, ich möchte fast sagen das Simpelste, was man sich nur denken kann: die Bestimmung der aus einer Petroleumlampe mit den Verbrennungsgasen abgehenden Wärme (L. W. 67). Abb. 2 zeigt die einfache Anordnung. Im Wesen unterscheidet sich die Aufgabe in nichts von einer diesbezüglichen industriellen Untersuchung. Sie

später am Verdampfungsversuch auf der Fabrik nachgeprüft und ergänzend genauer definiert werden können. Aus dem Münzinger läßt sich aber noch mehr für das Praktikum entnehmen. Nach seinem Vorbilde lassen sich nämlich Tabellen auch für Petroleum, Leuchtgas und Holzfeuerung und Diagramme entwerfen, die auf gleiche Weise wie in der großen Praxis auch im Praktikum die thermischen und mechanischen Berechnungen vereinfachen und erleichtern und den angehenden Ingenieur an den modernen Bürobetrieb gewöhnen.

Ich habe die Absicht, in dem Nutzeffektversuch beim Kochen mit Gasbrenner einen Parallelversuch mit Dampfchlange anzugliedern, um den gewaltigen Unterschied in den Wärmedurchgangszahlen klar vor Augen zu führen. Dampfkessel und Kondensstropf sind ja zu diesem Zwecke bereits da.

¹⁾ C. Blacher, Das Konvektionsmaximum, ein pädagogischer Hilfsbegriff für die Feuerungstechnik. Acta Univ. Latv. XV, 1926, „Feuerungstechnik“ XV, Heft 22, 1927.

hat aber in dieser Form den Vorteil der Einfachheit, des stets vorhandenen Beharrungszustandes, der konstanten Zusammensetzung des Brennstoffes. Pädagogisch günstig ist auch der Umstand, daß, wie ohne weiteres zu sehen und zu verstehen, die Zusammensetzung der Gase in der Mitte und an den Rändern verschieden sein muß, was auf Betrachtungen der in den Rauchzügen der Dampfkessel bestehenden Verhältnisse überleitet. Nach Überstülpen eines kleinen, durch

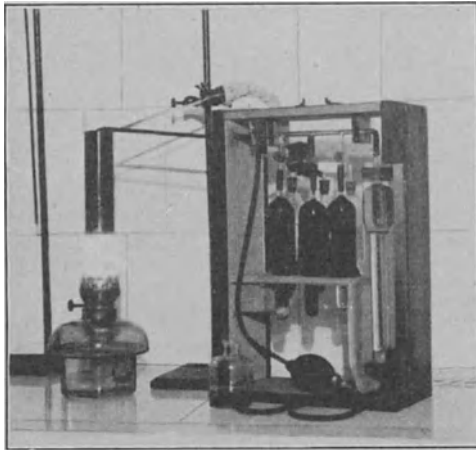


Abb. 2. Bestimmung der mit den Abgasen einer Petroleumlampe entweichenden Wärme.

Die Zusammensetzung der Abgase wird im Orsatapparat ermittelt und die Richtigkeit der Analyse durch das Abgasschaubild geprüft. Um einen guten Durchschnit zu bekommen, muß auf das Lampenglas ein Propeller zur Durchmischung der Gasströme verschiedener Temperatur und Zusammensetzung aufgesetzt werden. Die Temperatur wird durch Thermoelement gemessen.

die warmen Gase getriebenen Propellers tritt sofort gleichmäßige Zusammensetzung der Gase im ganzen Querschnitt ein. Die konstante Zusammensetzung des Petroleum erleichtert die Benutzung der Abgasschaubilder als Kontrolle der richtig ausgeführten Analysen¹⁾, selbst bei Anwesenheit von CO. Freilich immer stimmt es nicht, aber nur dann, wenn die Lampe schon mehrere Monate lang benutzt worden ist und der Rest des Petroleum in der Lampe oder im Docht aus schwereren Fraktionen besteht. Dies ist aber dann aus dem

¹⁾ Wa. Ostwald, Beiträge zur graphischen Feuerungstechnik. Monographien zur Feuerungstechnik Nr. 2 und eine ganze Reihe von Aufsätzen in dieser Zeitschrift, die zum Teil sehr komplizierte Formeln und Schaubilder vorschlagen. Für die vorliegenden pädagogischen Bedürfnisse sind natürlich nur die einfachsten zu gebrauchen.

Abgasschaubild sofort zu ersehen, eine Beobachtung, die sehr lehrreich ist.

Es ist vielleicht interessant zu vermerken, daß, wie es sich von selbst ergeben hat, die Orsat-Apparate jetzt bei uns mit einem Schaubild ausgestattet werden, welches die konstanten Abgasschaubilder für Petroleum, Holz und das Rigasche Leuchtgas vereinigt, damit der Analytiker sich sofort Rechenschaft über die Genauigkeit seiner Arbeiten geben kann, was auch in sehr entwickelten Fabriksbetrieben durchaus nicht immer geschieht. Holzfeuerung wird bei einem weiteren unten zu erwähnenden Verdampfungsversuch benutzt, und die Verluste durch Abgase können auch an einem Heißluftmotor gemessen werden, der durch Leuchtgas getrieben wird¹⁾. Bei ungleichmäßiger Zusammensetzung der Abgase sieht man auch, wie es nicht gleichgültig ist, wo man den Pyrometer hineinstellt. Das Anzeigegalvanometer des thermoelektrischen Pyrometers wird nicht daneben angeschlossen, sondern befindet sich als Wandinstrument auf der an einer Wand angebrachten Hauptschalttafel. Dort muß abgelesen werden. Diese Anordnung hat den Zweck, die Studierenden mit der Fernmessung und ihren Eigenheiten bekanntzumachen.

Parallel zu diesen Übungen läuft **eine hydrodynamische Aufgabe**: die Bestimmung der Höhe der Wassersäule, die erforderlich ist, um die in einem System von Glasröhren vorhandenen, das Durchfließen des Wassers hindernden Widerstände zu überwinden (L. W. 121). Aus Abb. 3 und 4 ist die Anordnung des Versuches zu ersehen. Um das Wesentliche der Aufgabe klar hervortreten zu lassen und durch Komplikationen nicht zu verdunkeln, werden die Röhren alle von demselben Querschnitt genommen und nur Rohrkrümmungen eingestellt, so daß bloß Reibungswiderstände und Widerstände durch Richtungswechsel nachbleiben. Die Berechnungen werden zunächst auf Grund der seinerzeit von Lang entwickelten hydrodynamischen Formeln vorgenommen, die ihrer Einfachheit und Übersichtlichkeit wegen für pädagogische Zwecke sehr geeignet sind²⁾. An ihnen läßt sich am besten das Wesen der hydrodynamischen Vorgänge erfassen. Von dieser Übungsaufgabe aus ist der Zugang zu den in den Zügen der Dampfkesselanlagen herrschenden hydrodynamischen

¹⁾ Solche Schaubilder wie auch die den Münzingerschen Tabellen entsprechenden Kurven und Tafeln sind von meinem Privatassistenten Stud. Bajars für Petroleum, Holz und Leuchtgas berechnet und konstruiert worden.

²⁾ Lang, Der Schornsteinbau 1896, Heft 1 (L. W. 117ff.).

schen Gleichgewichtsverhältnissen ganz leicht (L. W. 126). Jedenfalls habe ich in der Praxis die Erfahrung gemacht, daß Ingenieure, selbst Feuerungstechniker, die sich nicht speziell

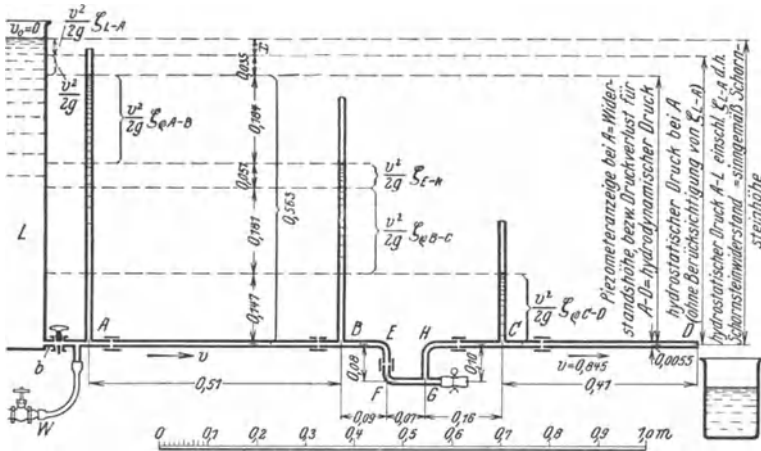


Abb. 3. System von Glasröhren für hydrodynamische Aufgaben an strömendem Wasser.

Den Aufbau zeigt Abb. 4.

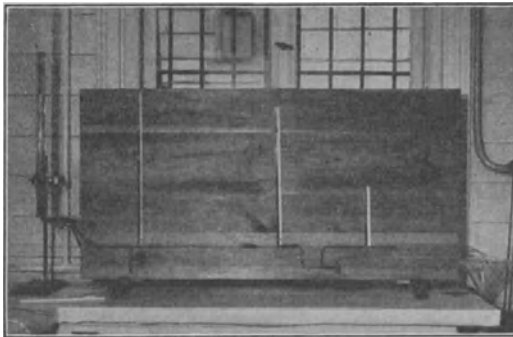


Abb. 4. Glasröhrensystem für hydrodynamische Aufgaben.

Links konstantes Wasserniveau mit Überlauf. Durch Regeln der Schraubenquetschhahnstellung wird die Wassermenge bzw. Strömungsgeschwindigkeit oder aber die Widerstandshöhe in den senkrechten Glasröhren (Piezometern) eingestellt. Durch Einsetzen von Krümmungsstücken verschiedener Form kann der Widerstand verändert werden.

mit hydrodynamischen Problemen befassen, nicht immer im Bilde sind über die hydrodynamischen Zustände in den Feuerungen und Kanälen. In dem hydrodynamischen Experiment wird nun weiter die Aufgabe gegeben, die Widerstands-

koeffizienten ζ für verschiedene Geschwindigkeiten zu prüfen. Da stellt es sich nun heraus, daß ζ zum mindesten als Funktion der Geschwindigkeit aufgefaßt werden muß. Da es aber gut stimmende Formeln für diese Beziehung auch nicht gibt, wird man bei weiterem Hineindringen in dieses Gebiet gewahr, daß die Verhältnisse noch viel komplizierter sind. Man steht sozusagen bei einer schnellen Wendung vor der turbulenten und laminaren Strömung, vor der Reynoldsen Zahl, und damit wieder vor den Arbeiten von Nusselt, Gröber usw., die auch hier mit hineinspielen. Ich möchte hier betonen, daß es ein großer Unterschied und daß es psychologisch ausschlaggebend ist, ob jemand zu diesen

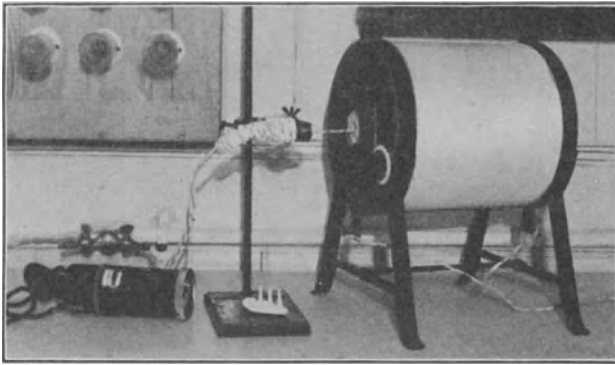


Abb. 5. Kryptolofen für vergleichende Temperaturmessung.

Das Thermolement eines Pyrometers ist in den Ofen eingeführt und durch Kabel mit einem Wandstecker verbunden, der den Thermostrom zum Galvanometer an der Hauptschalttafel eitet. Unten stehen drei Segerkegel bereit und liegt ein optisches Pyrometer System „Optix“.

neuesten Problemen der Feuerungstechnik und Hydrodynamik auf Grund rein theoretischer Grundlagen bzw. von Vorträgen her gekommen ist, oder sozusagen aus eigener schlimmer Erfahrung, von wo aus alles dieses in seiner praktischen Lebendigkeit auftaucht.

Vervollständigt werden alle diese Erfahrungen durch die Bestimmung derjenigen Wärmemenge, welche eine Gasflamme, in die auch ein fester Körper als Strahler hineingestellt werden kann, durch Strahlung abgibt (L. W. 111).

Nicht minder lehrreich ist der mit dem Vorhergehenden im Zusammenhang stehende Versuch, die Raumtemperatur eines elektrischen Widerstandsofens auf verschiedenen Wegen zu bestimmen (L. W. 143). Segerkegel, Quecksilberthermometer, Pyrometer verschiedener Art, thermoelektrische, optische usw., wie Abb. 5 zeigt. Meist stimmt es natürlich erst

nicht, und erst, nachdem man sich mit den Begriffen des isothermischen Raumes, der Eichung der Meßinstrumente und den sonstigen Bedingungen für das richtige Temperaturmessen bekanntgemacht hat¹⁾, erhält man einigermaßen befriedigende Resultate.

Diese vorbereitenden Übungen schließen mit einem Versuch, **Kesselspeisewasser zu untersuchen und durch Zusatz von Kalk und Soda zu reinigen** und die Reinigungswirkung durch Schnellanalysen zu ermitteln, was ohne Kenntnis der grundlegenden Reaktionen nicht abgeht (L. W. 157). Neuerdings bin ich einen Schritt weiter gegangen, habe eine vollständige Wasserreinigungsapparatur nach den neuesten Prinzipien, mit Phosphatkorrektur, Kesselwasser-Rückführung, Vorwärmer und Entgasung aufstellen lassen, wobei ich mich an die im Laboratorium der I. G. Farbenfabriken ausgearbeitete Apparatur hielt²⁾. Natürlich gibt das Arbeiten an diesem Apparat Gelegenheit zur Vertiefung in die Probleme der Kesselspeisewasserpflege. Der Studierende, der mit dieser Aufgabe betraut worden war, fand sich ganz schön in diesem Gesamtgebiet zurecht und brannte darauf, einen gerade in Montage befindlichen Wasserreiniger mit Phosphatkorrektur unter seine Kontrolle zu bekommen. Leider verhinderte ihn daran seine Einberufung zum Militär.

Für den Ingenieur und auch denjenigen Chemie-Ingenieur, der nicht allein mit Fabrikationsprozessen, sondern auch mit Betriebsfragen zu tun hat, dürfte auch die nächste Gruppe der Aufgaben von Nutzen sein. Es ist die Erzeugung von mechanischer Kraft und Elektrizität. Die Arbeiten beginnen mit der **Bestimmung des Nutzeffekts einer Laboratoriums-Wasserturbine**, gehen über auf dieselben Arbeiten an einem **Laboratoriums-Elektromotor** (L. W. 219 und Abb. 6) und schließen im Laboratorium selbst mit der **Ermittlung der vollen Bilanz einer kleinen elektrischen Anlage**, die aus einem mit Leuchtgas geheizten Heißluftmotor und einem kleinen Stromerzeuger besteht, der einige kleine Glühbirnen versorgt. Schon diese ersten Aufgaben bieten Gelegenheit, sich gründlich dafür zu interessieren, wie es um die Nutzeffekte der Wasser- und elektrischen Motore steht.

Jeder einzelne Studierende hat nur 2—3 Werte der Nutzeffekte festzustellen. Aus den Arbeiten einer ganzen Gruppe

¹⁾ Knoblauch und Hencky, Anleitung zu genauen technischen Temperaturmessungen. 1926.

²⁾ W. Wesly, Die Nachenthärtung des Speisewassers mit Phosphat innerhalb der Wasserreinigung. Beihefte der „Angewandte Chemie usw.“ Nr. 1, 1933.

von Studierenden, während welcher die Belastung in möglichst weiten Grenzen geändert wird, müßte sich eine Belastungskurve ergeben, welche ihre Spitze, also den maximalen Nutzeffekt, bei Normalbelastung hätte. An den kleinen Laboratoriumsmotoren ist natürlich die Normalbelastung nicht angegeben; aber die Hauptsache ist, daß das Suchen nach der Normalbelastung und nach den günstigsten Betriebsverhältnissen beginnt und zugleich damit wieder einmal aus

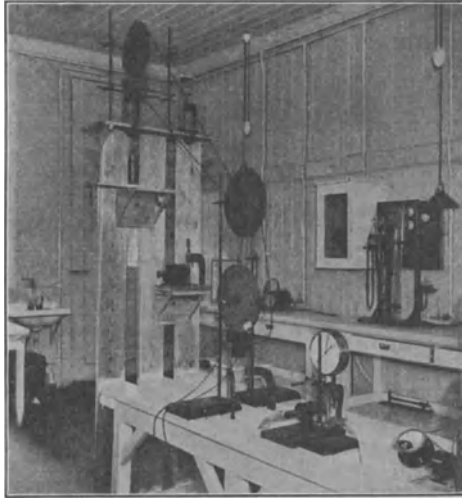


Abb. 6. Blick ins Laboratorium mit Experimentiertisch für Kleinmaschinen. (Vgl. L. W. 219.)

Wie zu sehen, werden Stative und die die Maschinen tragenden Grundbretter an die Bohlen des Tisches geklemmt oder an Gleittische, die an einem senkrechten Bohlen-system durch Schrauben angeklemt werden. Auf dem Tisch eine Laboratoriumsturbine mit Manometer. Rechts kommt der Schlauch von einem Flügelrad-Wassermesser System Bopp und Reuther, links geht er zu einem Meßgefäß für Wasser ab. Links am senkrechten Tischteil auf einem Gleittischen ein kleiner Laboratoriumselektromotor. Die dazu gehörenden Schaltungen und Meßapparate sind absichtlich auf der Hauptschalttafel (Abb. 8) montiert. Zwischen den senkrechten Bohlen sieht man das Gewicht hängen, dessen Herausziehen der geleisteten Arbeit entspricht. Im Hintergrunde auf dem Tisch ein Fischerscher Apparat zur Analyse von Generatorgas.

eigener Erfahrung — und das ist psychisch wieder die Hauptsache — das Interesse für diese Fragen geweckt wird. Ob an gewaltigen Aggregaten oder an kleinen Laboratoriumsspielereien (sit venia verbo), ist für diese Zwecke psychologisch gleichgültig. Der Übergang von Klein zu Größtem ist schließlich nicht das Schwierigste. Eine einwandfreie Kurve ist uns bis jetzt nicht gelungen zu erhalten. Die Gründe dafür führen wahrscheinlich in wichtige und schwierige Probleme der theoretischen Motorentchnik. Selbstverständlich muß hier mit

den verschiedenen Maßeinheiten operiert und müssen sie eine gegen die andere abgestimmt werden. Druck, Gewicht, Arbeit, Leistung, Literatmosphäre, Pferdestärke, Volt, Ampere, Watt, Kalorienverbrauch pro Energiestromeinheit usw. An allen diesen Dingen wird gewöhnlich gründlich herumgerechnet und herumgedacht (L. W. Tabellen 24, 225, 231).

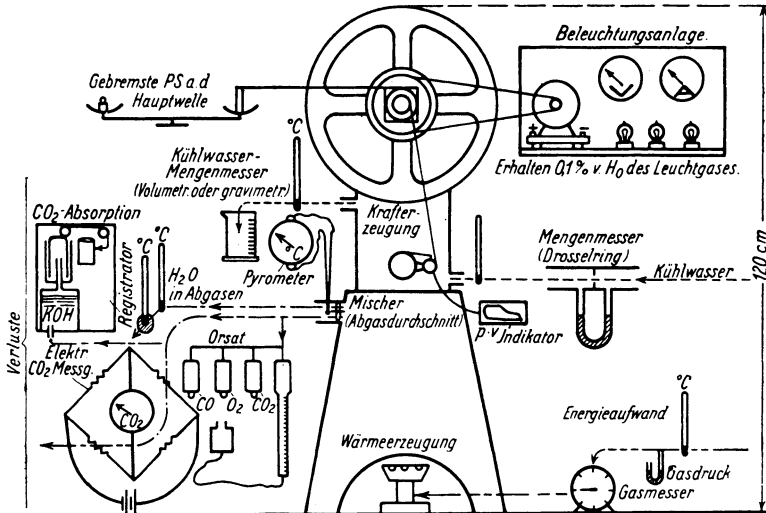


Abb. 7. Ermittlung der Gesamtenergiebilanz einer kleinen Anlage, bestehend aus Heißluftmotor $\frac{1}{12}$ PS, einem Laboratoriumsstromerzeuger und einigen Glühlämpchen.

Die Leuchtgasmenge wird unter Benutzung von Gasuhr, Thermometer, Druckmesser und Barometer ermittelt, der Heizwert im Gaskalorimeter bestimmt. Für die Ermittlung der Arbeit der Luft im Zylinder des Motors wird ein speziell für niedrigen Druck geeigneter Federindikator angeschraubt. Für die Bestimmung der Abgasverluste stehen ein Analysator ein Orsatapparat, ein registrierender Ökonograph (Adoskonstruktion) und ein elektrischer CO_2 -Anzeiger zur Verfügung. Mit thermoelektrischem Pyrometer wird die Temperatur, mit Psychrometer der Wasserdampfgehalt der Abgase bestimmt. Die Kühlwassermenge gibt der Meßblendemengenmesser (Drosselring) an, das aufgefangene Wasser wird außerdem gewogen oder gemessen. Auf diese Weise sind alle Daten vorhanden, um die thermische und thermodynamische Bilanz des Motors aufzustellen. Durch Abbremsung der Motorwelle nach dem Versuch bei gleicher Leuchtgasmenge und Tourenzahl erhält man seinen mechanischen Nutzeffekt. Das Indikator diagramm gibt die Möglichkeit, sich in die Arbeit der Steuerungen zu vertiefen. Die von den Lampen verbrauchten Watts (Gleichstrom) ergeben schließlich die als Strom nutzbar gemachte Energiemenge.

Was nun die elektrische Anlage anbetrifft, so ist ja ihr Nutzeffekt ein erbärmlich geringer. Darauf kommt es aber gar nicht an, ganz abgesehen davon, daß dieser geringe Nutzeffekt unwillkürlich zum Denken anregt. Man wird sich aber leicht überzeugen können, daß an diese Anregung ein ganz außerordentlich reiches Gebiet experimenteller Betätigung und technischer Apparate angeschlossen werden kann.

Abb. 7 zeigt die ganze Reichhaltigkeit der Anordnung, die aus der unter der Abbildung befindlichen Beschreibung ohne

weiteres verständlich sein wird. Es muß noch erwähnt werden, daß die Anordnung und Ausgestaltung der ganzen Apparatur streng pädagogisch durchgearbeitet ist. So werden die Abgase von einer größeren Wasserstrahlpumpe angesogen und aus diesem Gasstrom Abzweigströme für den Orsat-Apparat, für den Ökonographen¹⁾ und für den elektrischen CO₂-Messer²⁾ entnommen. Um aber stets vor Augen zu haben, was in diesem komplizierten System vor sich geht, ist vor der Hauptpumpe ein nach dem bekannten Prinzip der Meßblende konstruierter, mit Eichkurve versehener Gasmengenmesser eingeschaltet, welcher die angesogene Gasmenge anzeigt. Ob der Ökonograph Gase bekommt, zeigt er selbst an, was der elektrische CO₂-Messer nicht tut. Infolgedessen sind ihm gleichfalls Gasmesser mit Meßblenden vorgeschaltet und außerdem noch Sicherheitsvorrichtungen, welche das Hinübergelangen von Wasser in die Meßkammer bzw. den Vorverbrenner verhindern sollen. Außerdem ist eine automatische Vorrichtung angebracht, welche durch die Meßkammer nur einen konstanten Gasstrom durchläßt und den Überschuß, der beim wachsenden Druck im System eintreten kann, direkt in die Saugpumpe abführt. Diese ganze Vorrichtung hat meiner Ansicht nach einen großen pädagogischen Wert. Der angehende Studierende soll sich daran gewöhnen, als Ingenieur so seine Betriebsapparatur auszustatten, daß er sie gegen Schäden schützt und durch schnellen Blick auf die Kontrollapparate

¹⁾ Der Ökonograph ist von der Firma Klinkhoff, Wien, angefertigt. Er ist Eigentum der Lettl. Staatl. Spiritus-Monopolverwaltung und ist vom Leiter der Rektifikationsanstalt, Direktor Behring, dankenswerterweise unserem Laboratorium zu pädagogischen Zwecken zeitweise überlassen worden. Seiner Konstruktion nach gehört er zu der Gruppe der registrierenden Ados-Apparate. Man sehe darüber bei Eucken-Jacob, Chemie-Ingenieur Bd. II, T. 4, S. 308.

²⁾ Ist auch von Klinkhoff gebaut und von dieser Firma durch Vermittlung des Rigaer Vertreters Eickert, V. Rijs & Co., dem Laboratorium zeitweilig überlassen. Er mißt empirisch die Wärmeleitfähigkeit der Rauchgase bei verschiedenem CO₂-Gehalt, der störende Wasserstoff wird durch eine vorgeschaltete Verbrennungskammer beseitigt. Er entspricht den Apparaten von Siemens & Halske, die Beschreibung findet man bei Eucken-Jacob, l. c. S. 337.

Dem Laboratorium steht auch ein von der Lettl. Siemens A.-G. geliehener Ranarex, l. c. S. 36, zur Verfügung. Es fand sich noch keine Gelegenheit, ihn anzuschließen.

Auch einen Klinkhoffschen T-Wassermesser (l. c. Bd. II, T. 2, S. 150/51) haben wir im Laboratorium vorübergehend für Prüf- und Studienzwecke gehabt. Aus allem diesem ersieht man, daß die Industrie und die mit ihr verbundenen Kreise erfreulicherweise volles Verständnis für unsere Bemühungen zeigen.

stets die Vorgänge überschauen kann. Ich mache noch darauf aufmerksam, daß z. B. die Kühlwassermenge nach verschiedenen Methoden bestimmt wird: durch eine Meßblende, aber auch volumetrisch und gravimetrisch. Die photographische Aufnahme eines solchen Versuches (Abb. 8) zeigt, wie das Zusammenarbeiten einer Gruppe von Studierenden erforderlich ist, um gute Resultate zu gewährleisten. Man kann sich nicht des Eindruckes erwehren, daß

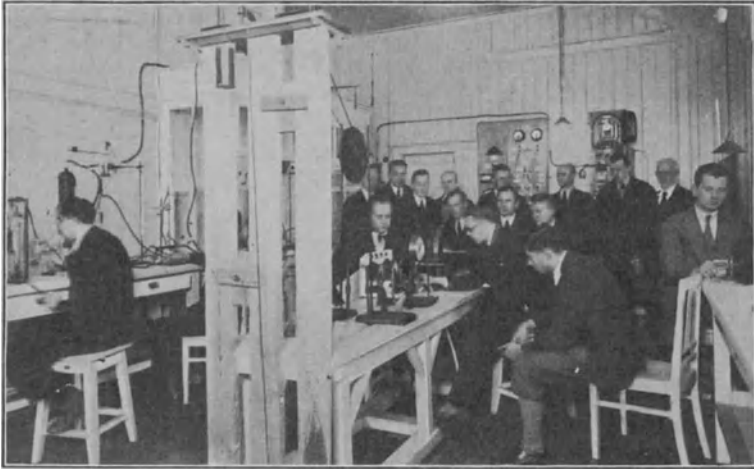


Abb. 8. Blick ins Laboratorium während eines Versuches an der Heißluftmotor-Stromerzeugeranlage am 9. Dezember 1933.

In der Mitte des Bildes auf dem Tisch die kleine Schalttafel mit Lämpchen, Meßapparaten und Stromerzeuger. Rechts dahinter der Heißluftmotor. Rechts am Rande des Bildes die Gasuhr, links am Rande der Orsatapparat und über dem Analytiker die metallene Hauptwasserstrahlpumpe. Neben ihr rechts eine Meßblende für Motorkühlwasser, die es auch ermöglicht, die Kühlwassermenge und damit die Belastung gleichmäßig zu halten. Im Hintergrunde an der Wand die Hauptschalttafel, rechts von ihr der geöffnete Klinkhoffsche CO_2 -Messer, der Anzeiger selbst auf der Schalttafel. Die Studierenden im Hintergrunde bis auf einige wenige Zuschauer sind für die Zeit der Aufnahme von ihren Plätzen weggegangen und sind nach hinten getreten.

über der ganzen Arbeitsgruppe ein gewisser Ernst liegt. Der motorische Teil ist damit abgeschlossen. Die erhaltenen Resultate zeigt Zahlentafel 1 (siehe nächste Seite).

Ein Teil der Aufgaben ist der **Generatorgastechnik** gewidmet, wie in meinem Buch „Vom Laboratoriumspraktikum zur praktischen Wärmetechnik“ beschrieben (L. W. 166ff.). Der Schwerpunkt liegt nun darin, daß eine Gruppe das Gas selbst erzeugt, selbst untersucht und auch Gelegenheit hat, physikalisch-chemisch zu überprüfen, und zwar durch Bestimmen der Reaktionskonstante. Überhaupt bietet eine jede Aufgabe des Praktikums reichlich Gelegenheit, das an

den anderen Aufgaben Erlernte anzuwenden. So habe ich z. B. jetzt den Dampfkessel vor der Dampfentnahme mit einem Schwimmerkondenstopf ausgestattet, wie ich ihn seinerzeit beschrieb¹⁾. Er ist etwas anders konstruiert unter Vermeidung von Korken. Ich baute einen Kondenstopf ein,

Zahlentafel I.

Leistungsversuch an einer kleinen elektrischen
Beleuchtungsanlage am 10. April 1934.

Dauer: 1 Stunde — 10,40 ÷ 11,40

Brennstoff:			
Leuchtgasverbrauch	344	l/h	1376 kcal/h
Unterer Heizwert	4000	cal	
Abgase:			
CO ₂ in trocknen Gasen	7,5	%	
H ₂ O-Dampf in feuchten Gasen	13,7	%	
Temperatur	210	°C	
Energiegehalt			450 ..
Heißluftmotor:			
Leistung des Zylinders, ind. N_i	0,127	PS	80 ..
Leistung der Welle (gebremst) N_{eff}	0,083	PS	52 ..
Tourenzahl	192	U/min	
Kühlwasserverbrauch	55	kg/h	
Temperaturerhöhung	10,1	°C	
Energie im Kühlwasser			555 ..
Stromerzeugung:			
2,3 A × 0,75 V = 1,72 W =	0,00233	PS	1,5 ..
Energiebilanz:			
Stromerzeugung			0,11
Verluste: bis Motorwelle			3,66
mechanische im Motor			2,03
im Kühlwasser			40,20
in den Abgasen			32,60
Restverluste			21,40
Energieaufwand			100,00
Nutzeffekte:			
Gesamt- η			0,0011
Motor η_{eff}			0,038
„ η_{therm}			0,058
„ η_{mech}			0,65
Stromerzeuger etwa			0,03

weil die Studierenden gar zu oft von diesem wichtigen und, man könnte sagen, selbstverständlichen Element der chemischen Technik fast nichts wußten. In den Vorlesungen war es an ihrem Bewußtsein sozusagen unbemerkt vorüber-

¹⁾ Die chemische Industrie 1899, Heft 20, Abb. 8.

gegangen, und nun muß es die eigene Erfahrung sein, welche sie diese auch im Laboratorium nützliche Einrichtung nicht so leicht vergessen läßt. Am eindrucksvollsten wird natürlich dieser Apparat im oben erwähnten Parallelversuch des Wärmeüberganges einerseits von Gas und andererseits von Dampf an die Heizfläche wirken.

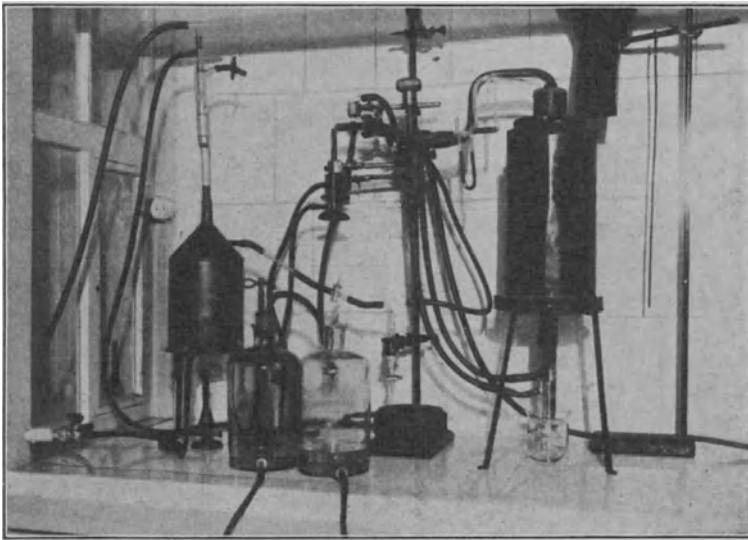


Abb. 9. Anlage zur Darstellung von Wassergas.

Links ein Dampfkessel, dessen Druck durch einen Wasser-Quecksilber-Gasautomaten konstant auf 0,1 atü gehalten wird. Der Dampf geht vom Ventil aus, bevor er in den Umschalter von Kalt- auf Heißblasen (und umgekehrt) gelangt, durch einen Wasserabscheider (der jetzt durch einen Schwimmer-Kondenstopf aus Glas ersetzt ist). Zu dem am Stativ in der Mitte angebrachten Umschalter führt auch der von rechts kommende Preßluftschlauch. Durch denselben Umschalter führen auch die Ableitungen für Luftgas und Wassergas. Aus dem oberen waagerechten Glasrohr strömt beim Kaltblasen das Wassergas, das entzündet als reiches Gas von selbst weiterbrennt. Das Glasrohr hat einen T-Ansatz, durch welches Gasproben nach unten zur Analyse in einen Aspirator abgesogen werden. Das aus einer von Kohlenstaub geschwärzten Leitung strömende Luftgas wird in eine Bunsenflamme geleitet, bis es in ihr brennt. Kalt brennt es nicht. Unter dem Generator wird das unten ausströmende Wassergas gekühlt. Der Dampf tritt von oben ein, wie beim Essen-Generator.

Charakteristisch ist weiter in dieser Beziehung die Aufgabe, beim Herstellen von Mischgas (L. W. 187) das praktisch wichtige Verhältnis von Dampf zu verbrannter Holzkohle zu bestimmen. Die Bestimmung der Kohlenmenge durch Wägen ist nicht durchzuführen. Sie kann aber ermittelt werden aus den angewandten Luft- und Gasmengen und dem Verhältnis von C zu O₂. Die Luftmenge wird durch eine geeichte Meßblende bestimmt. Schwieriger ist die Ermittlung der Dampfmenge. Diese wird so durchgeführt, daß man unter Ein-

stellen der gleichen hydrodynamischen Verhältnisse den Dampf nicht in den Generator, sondern in einen Kühler leitet, was natürlich durchgeführt werden kann, wenn man an verschiedenen Stellen Druckmesser einschaltet und sich die Erfahrung zunutze macht, die man bei der hydrodynamischen Aufgabe gesammelt hat.

Um einen Begriff von den Generatorgasversuchen zu geben, bringe ich einen für einen verhältnismäßig komplizierten Prozeß benutzten Apparat, einen Laboratoriumsgenerator zur Herstellung von Wassergas (Abb. 9, L. W. 208).

Die Nutzeffektsbestimmungen an Dampferzeugungsanlagen werden noch weiter ausgestaltet, indem man zunächst einen

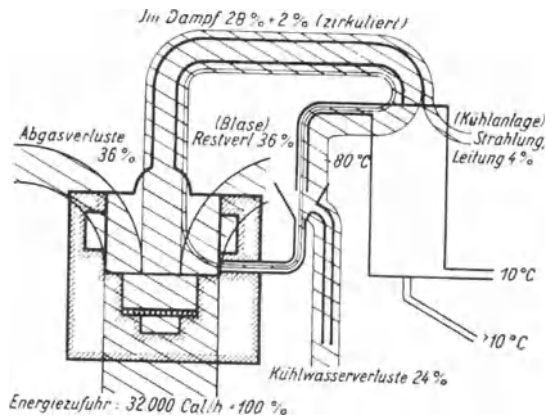


Abb. 10. Schaubild des Energiestromes eines mit Rostfeuerung versehenen Wasserdestillierkessels.

leichteren Versuch an einem alten ausrangierten Kessel zur Erzeugung von destilliertem Wasser ausführt, bei welcher Gelegenheit auch die Arbeit eines Kühlers durchgerechnet werden kann. Das kann z. B. geschehen auf Grund der einfacheren Hausbrandschen Formeln¹⁾. Da der Wärmestrom hier komplizierter ist, genügt nicht eine einfache Nutzeffekts- und Verlustzahlentafel, auch nicht eine volle Bilanz. Es bietet sich daher Gelegenheit, die Energiestrombilder kennenzulernen. Abb. 10 zeigt solch ein Schaubild als Mittelwerte für 1933 durchgeführte Versuche.

Der nächste Versuch wird direkt an einer Großkesselanlage vorgenommen. Bisher war es einmal ein Zweiflammrohrkessel mit Unterwinddüsen für Steinkohlenfeuerung ohne

¹⁾ Verdampfen, Kondensieren, Kühlen, Aufl. 6, 1918, S. 364ff.

Ökonomiser, ein zweites Mal eine komplette Anlage mit Steinmüller-Sektionalkessel. Beide Male wurde uns die Anlage von der obengenannten staatlichen Rektifikationsanlage durch die lebenswürdige Vermittlung von Herrn Direktor Behrsing zur Verfügung gestellt. Es wird natürlich ein vollständiger Verdampfungsversuch durchgeführt mit sämtlichen Messungen: Speisewasser, Brennstoffmenge, Abgasmenge und Temperatur, Zugverhältnisse u. a. m. Es macht einem Vergnügen, zu beobachten, wie sich die Studierenden, die das Praktikum absolviert haben, bei dieser verhältnismäßig komplizierten Aufgabe, die bereits vollen Betriebscharakter zeigt, leicht zurechtfinden. Es ist vorgekommen, daß diejenigen, die zum erstenmal die Studentengruppe bei dieser Arbeit sahen, den Eindruck hatten, als wenn es alles erfahrene Ingenieure wären, so glatt und selbstverständlich wickelte sich alles ab.

Es muß nun noch bemerkt werden, daß das Praktikum weder die Maschinenlaboratorien noch ein praktisches Jahr im Betriebe ersetzen soll, wohl aber zu ihnen vorbereiten und daher sie erleichtern und vertiefen kann; wo aber weder Maschinenlaboratorien noch Betriebspraxis zur Verfügung stehen, was leider oft bei Chemiestudierenden zutrifft, da dürfte es wohl den größten Nutzen bringen. Seine Hauptaufgabe besteht eben darin, Theorie und Betriebspraxis fest zusammenzukitteln.

Zum Schluß noch folgendes: Das beschriebene Praktikum ist im Programm der chemischen Abteilung als nicht obligatorisch angegeben. Es ist anfangs als solches aufgenommen worden; ich habe mich aber allen Bestrebungen, es obligatorisch zu machen, widersetzt. Und zwar wieder aus psychologischen Gründen. Ich kann im Praktikum nur solche Studierende brauchen, die mit Lust, Liebe und Verständnis bei der Arbeit sind. Wenn nicht alle hineinkämen, wäre es auch kein Unglück, sondern im Gegenteil im Sinne einer Auslese, die auch jetzt in Deutschland angestrebt wird. Wer in sich den Beruf eines Betriebsingenieurs bzw. -leiters fühlt, der kommt von selbst ins Praktikum und arbeitet mit großer Lust. Bei wem es nicht der Fall ist, wird vielleicht jetzt schon ausgeschieden. Jedenfalls ist es im Praktikum sofort zu bemerken, wer das Zeug zu einem richtigen Ingenieur hat und wer nicht. Der Eifer allein tut's nicht.¹⁾

Juli 1934.

¹⁾ Außer den in meinem Buch genannten Mitarbeitern waren es meine Assistenten, die Herren Stud. Purns und Bajars und vorübergehend Stud. Witte, die mir bei der weiteren Ausgestaltung des Praktikums mit viel Lust und Liebe an die Hand gingen. Am inten-

2. Praktikum und Vorlesungen, ein pädagogisches Ganzes.

Die Einzelaufgaben sind, wie zu sehen war, derart ausgestaltet, daß in eine jede von ihnen sehr viele praktisch-wissenschaftliche Probleme hineinverwoben sind, und die daher eine sehr gründliche, das Wesen des Versuches betreffende Vorbereitung verlangen, sollen sie Nutzen bringen. Bei der Neuheit dieser pädagogischen Problemstellung zeigte es sich nun, daß eine solche Vorbereitung ohne besondere Nachhilfe nicht möglich war. Ich entschloß mich daher, die Übungen an das von mir gelesene Fach „Technische“ wirtschaftliche Grundlagen der chemischen Industrie“ anzugliedern, die Ausgestaltung der Vorlesungen den Übungen anzupassen und die Aufgaben selbst in Gruppen zu teilen, und zwar in folgende:

I. Gruppe: Verbrennung, Vergasung, Entgasung. — Aufgabe 1. Versuche mit der Petroleumlampe und an einem kleinen Planrost für Steinkohle. Probleme der vollkommenen und unvollkommenen Verbrennung. — Aufgabe 2. Temperaturmessung. — Aufgabe 3. Generatorgase.

II. Gruppe: Wärmedurchgang und Hydrodynamik. — Aufgabe 4. Wärmestrahlung. Bestimmung des σ in der Formel $E = \sigma T^4$. — Aufgabe 5. Wärmedurchgang bei Berührung a) aus Verbrennungsgasen an Wasser, b) von Dampf an Wasser. — Aufgabe 6. Hydrodynamik.

III. Gruppe: Motorversuche. — Aufgabe 7. Nutzeffekt einer Wasserturbine. — Aufgabe 8. Nutzeffekt eines Elektromotors. Anschließend: Nutzeffekt einer im Laboratoriumsgebäude in Betrieb befindlichen größeren Umformeranlage; Wechselstrom — Gleichstrom. — Aufgabe 9. Kalorimetrische Bestimmung des Heizwertes des Leuchtgases. — Aufgabe 10. Volle Energiebilanz einer kleinen elektrischen Anlage mit Heißluftmotor.

IV. Gruppe: Speisewasserpflege. — Aufgabe 11. Untersuchung und Enthärtung von Kesselspeisewasser an einer Kleinanlage.

V. Gruppe: Nutzeffekte und Bilanzen thermischer Anlagen. Betriebskontrolle. — Aufgabe 12. Bilanz eines Laboratoriumskesselchens und einer Dampfkocheinrichtung. — Aufgabe 13. Bilanz einer Laboratoriums-Mischgasanlage. — Aufgabe 14. Energiebilanz einer größeren Wasserdestillieranlage. — Aufgabe 15. Voller Verdampfungsversuch an einer modernen Dampfkesselanlage in einem industriellen Betriebe unter gleichzeitiger Benutzung moderner Apparate der Betriebskontrolle.

—————
 sisten entwickelte es sich in der letzten Zeit, wo Stud. Bajars mit nie erlahmender Arbeitslust und Energie sich an die Realisierung der neuen Ideen machte und durch Selbststudium und Beobachten und Anfassern in der Praxis sein Wissen praktisch zu vertiefen suchte. Ebenso erfreulich ist es für mich, zu sehen, wie Assistent Ing.-Technolog. E. Weidemann sich mit sichtlich steigendem Interesse an der Leitung der Übungen beteiligte, ohne dazu ex officio verpflichtet zu sein.

Der Einbau der für das Praktikum erforderlichen grundlegenden Erläuterungen in die Vorlesungen ist aus folgendem Programm zu ersehen, das in Stichworten dargestellt ist. Wie zu sehen, bewahren dabei sowohl Vorlesungen als Übungen ihre Selbständigkeit.

Allgemeiner Teil.

Einleitung: Philosophie der Technik. Tiefenpsychologie. Technik, Mensch, Kultur¹).

I. Energiequellen der Natur.

II. Weiterleitung der Energie und ihre Verwandlung in andere Formen.

A. Umwandlung der potentiellen Energie der brennbaren Substanzen in elektrische Energie.

1. Umwandlung in Wärmespannung. Physikalisch-chemische Vorgänge in den Räumen für Verbrennung und Wärmeübergang.

a) Ausscheidung der Wärme. Verbrennung. Luftüberschuß. Temperatur (zugleich grundlegende Erläuterungen für **Gruppe I** der Übungen). Feuerungen. Praktische Konstruktionen.

b) Wärmedurchgang. Hydrodynamik (zugleich Erläuterungen für **Gruppe II**). Kesselsysteme. Zugverhältnisse.

2. Verwandlung der Wärme in mechanische und elektrische Energie. Thermodynamik. Kreisprozesse. Grundlagen der Motorentechnik (für **Gruppe III**).

3. Benutzung anderer Energieformen (Wasser, Wind u. dgl.).

B. Der Energietransport.

Spezieller Teil.

III. Elemente der Energie- und Wärmewirtschaft. Der Betriebsorganismus. Speisewasserpflge (letzteres Vorbereitung für **Gruppe IV**).

IV. Die Kontrolle der Energie und Wärme im Betriebe. Nutzeffekt, Bilanzen (für **Gruppe V**).

V. Spezielle Maschinen und Apparate der chemischen Industrie (das entsprechende Laboratorium ist noch nicht eingerichtet)²).

VI. Abwässer. Nebenprodukte.

VII. Gründung neuer Unternehmungen.

¹) In dem Sinne und Umfange, in welchem die jetzt aktuell gewordenen Problemgruppen Technik-Kultur allseits behandelt werden, wird dieses Fach seit etwa acht Jahren in Riga an der Universität vorgetragen. Vgl. darüber: C. Blacher, Die Aufgaben und Ziele der chemischen Technologie und die philosophische Vertiefung der technischen Wissenschaften (Acta Universitatis Latviensis XVI, 1927); ferner: Über die Organisation usw. (s. Fußnote weiter unten); C. Blacher, Theorie und Praxis des Ingenieur-Chemikers (Acta Univ., Serie der chem. Fak. 1931, I). Hierher gehören auch Vorträge über „Kultur und Technik“ und „Einbau der Technik in die menschliche Kultur“, die ich 1928 und 1932 im Technischen Verein in Riga gehalten habe.

²) Siehe „Feuerungstechnik“ 1934, S. 126, Fußn. 1 und oben S. 7, Fußn. 1.

Im Zusammenhang damit entsteht die Frage, inwieweit man technologische Vorlesungen zu Experimentalvorlesungen ausgestalten kann, ein Problem, dessen Lösung mir oft unüberwindliche Schwierigkeiten bereitet¹⁾. Liegt nicht möglicherweise die Lösung in einer Verbindung von Vorlesungen und Praktikum, wie hier geschildert²⁾? Daß dadurch eine Verdichtung des betreffenden pädagogischen Prozesses erreicht wird, liegt wohl auf der Hand.

Januar 1935.

3. Die Vorpraxis und ihre psychologisch-pädagogische Grundlage.

Nicht jeder Ingenieur ist sich dessen bewußt, daß in seinem Werdegang zwischen Hochschule und Beruf seine Entwicklungskurve einen merklichen Knick aufwies, obgleich er in den ersten Jahren der Praxis so manche Enttäuschung und so manchen Arbeitskummer durchleben mußte. Diesen Knick überwindet der eine schwerer, der andere leichter, mancher wird mit ihm überhaupt nicht fertig und sattelt um. Fraglos hat auch ein jeder Hochschulpädagoge diesen Knick in der Kurve im Leben seiner früheren Schüler empfunden. Man nahm ihn aber als unvermeidlich und gegeben an und schob den Kampf mit dieser Unannehmlichkeit auf die Praxis ab. Da nun für den weiteren Erfolg der Tätigkeit in der Praxis diese Übergangszeit von großer Bedeutung ist, muß es Pflicht der Hochschule sein, dem Studierenden die Keime für die schnelle und leichte Überwindung der Übergangszeit einzupflanzen. Die psychologische Grundlage dieser Erscheinung ist von ausschlaggebender Bedeutung, daher will ich im folgenden in Ergänzung zu dem oben verstreut Gesagten das Hauptproblem noch schärfer herausarbeiten.

Mir scheint nun, daß die Kurve geglättet, die Lücke ausgefüllt werden kann, wenn man ein Bindeglied einschaltet,

¹⁾ Vgl. C. Blacher, Über die Organisation des chemisch-technischen Unterrichts im allgemeinen und über das Programm der chemischen Technologie an der lettländischen Universität im besonderen. S. 280. Acta Universitatis Latviensis 1928.

²⁾ Bei der Gelegenheit weise ich gern darauf hin, was Max Buchner im Achema-Jahrbuch 1931—34, S. 66 schreibt: „Auf technisch-apparativer wirtschaftlicher Grundlage müssen an den Instituten auch Vorlesungen stattfinden; also nicht fern, wie bei der bisher geübten blutleeren deskriptiven Lehrweise, vom Gegenstand, sondern eng mit ihm verbunden, mit der Technik und Technologie chemischer Vorgänge.“

das ich mit dem Worte Vorpraxis bezeichnen möchte. Das klingt nicht gerade ideal, ich habe aber vorläufig keinen geeigneteren, womöglich rein deutschen Ausdruck finden können. Für die Bestimmung des Charakters dieser sogenannten Vorpraxis ist die Frage von Bedeutung, wo ihr Platz ist: in der Praxis oder in der Hochschule? Aus organisatorischen Zweckmäßigkeitsgründen wird sie wohl der Hochschule angegliedert werden müssen, wenn sie auch dem Charakter und der ganzen Geistesrichtung nach, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist, in die Praxis hineingehört. Dieser Ortsbestimmung wird eben am besten durch das Wort „Vorpraxis“ Rechnung getragen. Dem in Rede stehenden pädagogischen Bindeglied entspricht nun ganz das Hochschulfach, das ich „Wärmetechnisches und energetisches Praktikum“ benannt und mit dem Einverständnis der chemischen Fakultät in das Programm der lettländischen Universität in Riga eingestellt habe. Durch die vorhergehenden einführenden Überlegungen ist auch dessen psychologisches Antlitz und seine Beziehung zum lebendigen Fabriksbetrieb klar umrissen. Es ist also kein einfaches pädagogisches Laboratorium, sondern eben die **Betriebspraxis auf embryonaler Vorstufe** — man gestatte diese Wendung — an primitivster Apparatur.

Am besten lassen sich diese psychologischen Gesichtspunkte an den praktischen Aufgaben konkretisieren. Besonders geeignet scheint mir für diesen Zweck die zuletzt ausgearbeitete Aufgabe: die Speisewasseraufbereitung, d. h. die chemische Enthärtung mit gleichzeitiger Entgasung durch Dampf. Die Aufgabe ist durchzuführen an einer Kleinanlage, die in Anlehnung an eine im Laboratorium der I. G. Farbenfabriken konstruierte aufgebaut und durch einen Entgaser vervollständigt ist¹⁾. Die Anlage wird zuerst von Assistenten in Betrieb gesetzt, nachdem die Zusätze auf Grund einer Tropfenanalyse (P. M. H.) unter Annahme gleicher Kalk- und Magnesiaihärte ermittelt sind²⁾. Die Praktikanten erhalten darauf den Auftrag, die Zusätze auf Grund genauer Analyse zu errechnen und den Apparat unter Durchführung der entsprechenden Kontrollanalysen des Reinwassers richtig einzustellen. Während nun bei einer Großanlage die Veränderung der Zusätze erst nach längerer Zeit in Erscheinung tritt, geht es bei der Kleinanlage sehr schnell, schon allein dadurch, daß man durch höhere Temperatur und Wahl schutzkolloidfrier Rohwassers die Reaktionsdauer unbeschadet des pädagogi-

¹⁾ Siehe „Feuerungstechnik“ 1935, S. 4, Fußnote links und oben S. 15, Fußnote 2.

²⁾ Blacher, Vom Laboratoriumspraktikum . . . (L. W.) S. 52ff.

schen Hauptziels verkürzen kann. Die Gesamtaufgabe kann in etwa 3 Stunden konzentrierter experimenteller Arbeit erledigt werden¹⁾. Mir scheint, daß man von einer Vorpraxis nicht mehr verlangen kann, denn besonders schwierige Aufgaben der Speisewasserpflege gehören in diese psychologische Kategorie der Pädagogik nicht hinein, verwirren im Gegenteil die klare Linie.

Nun wäre noch dem Einwande zu begegnen, daß bereits Anlagen bestehen, die als Vorbereitung für die Betriebspraxis angesehen werden können, und dann durch Abgrenzung von ihnen die Konturen der Vorpraxis noch schärfer herauszuarbeiten. Nehmen wir zunächst die Maschinenlaboratorien. Sie können, wie mir scheint, die Vorpraxis, wie ich sie psychologisch unterbaut habe, nicht ersetzen und umgekehrt. Eher kann diese als Vorstufe zu den Großexperimenten in den Maschinenlaboratorien angesehen werden. Die Dimensionen beider Praktiken sind denn auch in jeder Hinsicht von einander abweichende. So habe ich die Beobachtung gemacht, daß die Chemieingenieure, die mehrere chemische Laboratorien absolvierten, an sich eine größere Routine und Elastizität im Experimentieren aufweisen, da sie eine reichhaltigere und abwechslungsvollere Experimentierschule hinter sich haben. Die Ingenieure stehen dieser Reichhaltigkeit erst in der Praxis gegenüber, und das auch nicht immer. Die Aufgaben in den Maschinenlaboratorien sind größer, aber auch schwerfälliger, wenn man so sagen darf, weil sie fast ganz in die Praxis hineingehören. Von ihnen aus gesehen könnten die geschilderten Aufgaben der Vorpraxis als Stümperei und Spielerei erscheinen. Freilich ist ein vorheriges Absolvieren einer **Spielerei mit dem Wesentlichen** — und das ist das Typische der Vorpraxis — kaum als schädlich, eher als nützlich anzusehen, da eben dann das Wesentliche spielend erlernt wird. Man beachte die psychologische Betonung. — Auf den ersten Blick könnten die Spezialfachschulen, Weberei-, Färbereischulen und dergleichen als eigentliche Vorpraxis gelten. Abgesehen davon, daß ein Laboratorium, wie das in Rede stehende, und die Fachschulen in sehr vieler Hinsicht inkommensurable Größen darstellen, fehlt dort die für den Hochschulingenieur unumgänglich nötige maximale Verdichtung des Lehrbetriebes²⁾. Die Fabriklaboratorien, so in erster Linie in den Farbenfabriken, stellen wohl im Gesamtbetriebe eine Art

¹⁾ Die Erklärungen werden in einer kurz vorher gewählten Kollegstunde gegeben. „Feuerungstechnik“ 1935, S. 20 und oben S. 25.

²⁾ Vgl. „Feuerungstechnik“ 1934, S. 126 und oben S. 8.

Vorpraxis dar, aber immerhin von ganz anderem Charakter. In ihnen arbeiten bereits routinierte Praktiker und nicht Studierende, die erst Praktiker werden wollen. Der Hinweis dürfte wohl in psychologischer Richtung verständlich sein.

Ich hoffe mit Vorstehendem das vorpraktische Laboratorium sowohl von der pädagogischen als auch von der psychologischen Seite unzweideutig und erschöpfend charakterisiert zu haben. Im Zeitalter der materialistischen Anbetung der Technik hat man die seelenbegabten, in ihr tätigen Menschen übersehen und sie erst jetzt entdeckt. Wenn auch in den (technischen) Hochschulen die Menschen naturgemäß nicht übersehen worden sind, so hat man sie doch sich nicht genau genug angesehen: Überlastung durch den Stoff der Studienpläne zeugt davon — ich meine die geistige und als deren Folge die seelische Überlastung. Dem kann man nur begegnen durch Verdichtung auf dem Gebiete der pädagogischen Methodik auf Grund genauerer Beobachtung und Beeinflussung der psychischen Seite des geistigen Aufnahmeprozesses des Lernenden¹⁾.

April 1935.

¹⁾ Es könnte durch ein Erhöhen des Verständnisses der Studierenden für die Praxis die Gefahr vorliegen, daß die Absolventen durch Überschätzung der ihnen gewährten akademischen Grundlagen den Praktikern gegenüber eine falsche Stellung einnehmen und sich schaden. Der Hochschule bleibt aber nichts anderes übrig, als bei jeder Gelegenheit auf diese Gefahr hinzuweisen, im übrigen aber den natürlichen Ausgleich der Praxis selbst und der Zeit zu überlassen.

Vom Laboratoriumspraktikum zur praktischen Wärmetechnik

Eine Art Lehrbuch für technisches Experimentieren, Beobachten
und Denken in der Energienutzung

Von

C. BLACHER

Dr. h. c., Ingenieur-Chemiker, ord. Prof. an der lettländischen Universität

Mit 89 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel sowie 25 Tabellen

Geheftet RM 9.—, gebunden RM 10.80

Die Chemische Fabrik: Das Werk, das als zehnter Band der Monographien zur Feuerungstechnik erschienen ist, stellt einen interessanten Beitrag zur Frage der Verbesserung des chemisch-technischen Unterrichts an den Hochschulen dar. Die Gedankengänge des Verfassers weisen einen neuen Weg zur Ausbildung der Studierenden, nach dem sich die praktische Beschäftigung im Laboratorium zu einer der Betriebspraxis des technischen Chemikers nähernden Vorbereitungstätigkeit gestalten läßt. C. Blacher, der bekannte Verfasser verschiedener ausgezeichneten Lehrbücher, nennt seine Arbeit „eine Art Lehrbuch für technisches Experimentieren, Beobachten und Denken in der Energienutzung“. Sie enthält eine besonders für studierende Chemiker bestimmte Einführung in das Gebiet der Wärmewirtschaft, die aber mit der Fülle des gebotenen Materials auch für den schon in der Praxis stehenden Chemiker und Wärmeingenieur von großem Interesse sein dürfte. Es werden die Grundbegriffe der Wärmetechnik, die Generatorgase, die Leistung der Motoren, der Betriebsorganismus und die Energiewirtschaft behandelt. Dabei wird nach Erläuterung jedes Einzelgebietes durch theoretische Vorbemerkungen die unmittelbare Verbindung zur Praxis durch Stellung einer von dem Studierenden zu bearbeitenden praktischen Laboratoriumsaufgabe hergestellt. Es schließt sich die mit ausführlichen Betrachtungen versehene Besprechung der Ausführung der Versuche an. Hierbei werden die vielen Berührungspunkte auf den Gebieten der Chemie und Wärmetechnik besonders hervorgehoben. Das Bestreben des Verfassers, auf diese Weise auch den Chemiker und Ingenieur einander näherzubringen, ist sehr zu begrüßen.

Seifensieder-Zeitung: Der Verfasser nennt sein Werk bescheiden eine Art Lehrbuch für technisches Experimentieren, Beobachten und Denken in der Energienutzung. Dem Aufbau und der Behandlung des Stoffes nach ist es mehr; es ist ein Werk zum Nachschlagen und zur Weiterbildung sowohl für den reiferen Studenten als auch für den in der Praxis stehenden Chemiker und Ingenieur, wobei das Erfassen des Wesens der Prozesse und der in ihnen waltenden Naturgesetze den pädagogischen Schwerpunkt bilden sollen. Zum besseren Verständnis sind wertvolle Abbildungen, praktische Daten und Tabellen mit hineingenommen, die den Wert dieses Buches für Hochschule und Betrieb wirksam unterstreichen . . . Die klare und knappe Ausdrucksweise, verbunden mit der Übersichtlichkeit bei der Behandlung dieses interessanten Spezialgebietes, machen das Werk von Blacher zu einem Freund des Betriebsleiters, weswegen es als Nachschlagebuch für die Praxis warm zu empfehlen ist.

Das Wasser in der Dampf- und Wärmetechnik

Ein Lehr- und Handbuch für Theorie und Praxis

Von

C. BLACHER

Dr. h. c., Ingenieur-Chemiker, ord. Professor an der lettländischen Universität,
ehemals an der technischen Hochschule zu Riga

(Monographien zur Feuerungstechnik Band 7)

Mit 45 Abbildungen im Text. Geheftet RM 14.85, gebunden RM 16.20

Inhaltsübersicht:

Der Kreislauf des Wassers und die in natürlichen Wässern gelösten Bestandteile. — Die im Wasser enthaltenen Stoffe und die Wasseranalyse. — Die wissenschaftlichen Grundlagen der Wasserreinigung. — Spezielle Dampfkesselchemie (Hochdruckchemie). — Die Praxis der Wasserreinigung. — Der durch das Wasser, die darin gelösten Stoffe und ihm zugesetzten Chemikalien verursachte Metallangriff. — Die Erscheinungsformen der durch das Wasser verursachten Schäden und die praktische Bekämpfung derselben. — Das Einfügen der Wasserreinigung in den Organismus des Energiekreislaufs. — Das Wasser in den Heizanlagen und Kühlvorrichtungen. — Sach- und Namensverzeichnis.

Aus den Besprechungen:

Gesundheits-Ingenieur: Das Buch zeichnet sich durch ebenso gründliche wie klare und übersichtliche Behandlung des Stoffes aus, und sein Gebrauchswert als Handbuch ist dadurch erhöht, daß es alle für die Theorie und die Betriebspraxis der Verwendung des Wassers in der Dampf- und Wärmetechnik wichtigen Konstanten und Tabellen sowie auch sehr vollständige Literaturnachweise enthält, die es dem Benutzer ermöglichen, sich über Sonderfragen weiter zu unterrichten.

Feuerungstechnik: Der Verfasser hat es meisterhaft verstanden, dem Nicht-Chemiker einen guten Überblick über das gesamte Gebiet der Speisewasserfragen zu geben, Studierenden und Betriebsingenieuren eine systematische Einführung in diesen praktisch so bedeutungsvollen Wissenszweig und dem Chemiker ein Kompendium der Wasseruntersuchung, zugleich eine wahre Bibliographie der Wasserliteratur zu bieten. Verständlichkeit und Gründlichkeit sind in nachahmenswerter Weise vereinigt. Der Wert als Nachschlagewerk wird durch ein ausführliches Sach- und Namensregister noch erhöht.

OTTO SPAMER VERLAG G. M. B. H. IN LEIPZIG O 5

Allgemeine Energiewirtschaft

Eine kurze Übersicht über die uns zur Verfügung stehenden Energiequellen sowie die Möglichkeit, sie in Privat- und Volkswirtschaft, im Gemeinde- und Staatsleben auszunützen.

Von

Prof. HANS VON JÜPTNER

Mit 22 Abbildungen im Text

Geheftet RM 5.40, gebunden RM 7.20

Auto-Technik: Das nicht umfangreiche Buch des ungemein geistvollen, längst nicht genügend bekannten österreichischen Forschers und Lehrers liest sich so leicht und flüssig wie Wiener Essays, und mahnt so ernst und so weitschauend wie ein Testament. Im Grunde enthält es einen Spaziergang durch die heutige technische, wirtschaftliche und politische Welt an Hand des Wilhelm Ostwaldschen energetischen Imperativs: „Vergeude keine Energie, sondern verwerte sie.“ Sinngemäß führt uns der Verfasser durch die vorhandenen Energiequellen (Kapitel 5—7) und beschaut sich diese sowohl hinsichtlich allgemeiner Gesichtspunkte (Kapitel 1—4) wie auch hinsichtlich der unmittelbaren Anwendung (Kapitel 8—10).

Feuerungstechnik

**Zeitschrift für den Bau und Betrieb feuerungstechnischer Anlagen
sowie für feuerfeste Baustoffe**

Schriftleitung:

WA. OSTWALD

Erscheint seit 1912. Monatlich einmal / Preis vierteljährlich RM 4.50

Nach dem Ausland Zuschlag für Porto usw.

Die „Feuerungstechnik“ soll eine Sammelstelle sein für alle technischen und wissenschaftlichen Fragen des Feuerungswesens, also: Brennstoffe (feste, flüssige, gasförmige), ihre Untersuchung und Beurteilung, Beförderung und Lagerung, Statistik, Entgasung, Vergasung, Verbrennung, Beheizung. — Bestimmt ist sie sowohl für den Konstrukteur und Fabrikanten feuerungstechnischer Anlagen als auch für den betriebsführenden Ingenieur, Chemiker und Besitzer solcher Anlagen.

Probenummern kostenlos vom Verlag!