

Der Verband Deutscher Elektrotechniker, Bezirk Essen, betrauert mit dem Hinscheiden des

## Herrn Direktor Carl Kirchmeier

den Verlust eines seiner Getreuesten.

Wir betrauern in dem Hingeschiedenen einen Mann, der als echter deutscher Kaufmann uns in unserem Bezirks-Verein ein treuer Sachwalter und ein guter Kamerad gewesen ist. Jahrzehntlang gehörte er früher im Gau Ruhr-Lippe und später in unserem Bezirks-Verein Essen dem engeren Vorstand an.

Wir konnten uns keinen besseren Wahrer unserer Bestrebungen wünschen. Bei seinem jetzigen Heimgange hinterläßt er darum eine große Lücke, die nicht leicht zu schließen ist. Wir werden ihm stets ein treues Gedenken bewahren.

Essen, den 24. Juni 1940.

Verband Deutscher Elektrotechniker  
Bezirk Essen  
Kau

Auch das Haus der Technik verliert in

## Herrn Direktor Carl Kirchmeier

einen treuen Freund, der in steter Hilfsbereitschaft bestrebt war, unsere Arbeiten zu fördern und zu unterstützen.

Wir werden sein Andenken stets in Ehren halten.

Essen, den 24. Juni 1940.

Haus der Technik  
Kunze

# Ingenieure - Treuhänder der Kriegswirtschaft

## Hoher Anteil und Beitrag für die innere Front

Schon vor und erst recht während dieses Krieges — so schreibt uns der NS-Bund Deutscher Technik (NSBDT-Pressedienst) — bildete die Rüstungswirtschaft das Rückgrat der inneren Front. Um sie gliedert und dreht sich alles. Seit dem immerzu siegreichen Vormarsch unserer Wehrmacht an allen Fronten läuft auch sie auf immer höheren Touren. In den Rüstungsarbeitern sehen wir Kerntruppe und Hauptbestandteil der inneren Front, und wer sind ihre Führer, ihre Offiziere? Doch in der Hauptsache die Ingenieure, Chemiker und Techniker. Von früh bis spät sind sie täglich mit den Rüstungsarbeitern zusammen. Sie geben ihnen Anweisungen, Aufträge und stellen mit ihnen alle Überlegungen an. Unvergleichlich mehr als der Prokurist und kaufmännische Direktor gestalten, steuern und überwachen sie den leistungssicheren Ablauf des Betriebes. Dort erwachsen dem Ingenieur weit höhere Aufgaben, als nur technische Probleme zu lösen: er wird zum Menschenführer im edelsten Sinne des Wortes, indem er seinen persönlichen Einfluß auf seine Umgebung, auf die von ihm betreuten Arbeitskameraden ausübt, ihre innere Haltung, ihre Arbeit und damit ihren Wehrwillen festigt und seine Einstellung zum technischen Erfolg auf seine Rüstungshelfer arbeitsfördernd überträgt. Es gilt zuweilen Schwachen zu helfen, Zweifler aufzurichten, Müde anzufeuern und Unwillige zurechtzuweisen. Diesen unschätzbaren Dienst und diese zusätzliche Hilfe, die unsere Ingenieure, Chemiker und Techniker der inneren Front leisten, haben Partei und Wehrmacht gerade während der letzten Monate besonders lebhaft begrüßt und anerkannt. Im totalen Krieg muß sich der Ingenieur von heute über das rein Technische hinaus als Meister der Lage erweisen. Er kann nicht verlangen, daß die Werksleitung ihm nur erstklassige, vollausgebildete und einwandfreie Arbeitskräfte zur Verfügung stellt und — falls das nicht der Fall ist — einfach erklären, dann nicht arbeiten zu können. Gerade hier muß er seine überlegene, erfinderische Ingenieurwissenschaft spielen lassen, sie menschlich anwenden und die ihm zugewiesenen Mitarbeiter — auch wenn sie nach seiner Ansicht nicht immer vollwertig sind — dahin bringen, sie technisch als auch leistungsmäßig so zu fördern, daß sie den gestellten Ansprüchen immer näher kommen.

Was von der äußeren Front gilt, trifft auch auf die Kriegswirtschaft zu: wie der Offizier, so die Truppe! Wie die Meister und Ingenieure, so die Rüstungsarbeiter. Hier wie dort wächst aus der gemeinsamen Arbeit und Leistung auch der gemeinsame Erfolg. Er kann nur erreicht werden, wenn die zuge teilten Arbeiter auch richtig ein- und angesetzt werden. Es gehen viele, oft die besten Arbeiter zur Truppe. Ein guter Arbeiter ist in der Regel auch ein guter Soldat. Die Truppe braucht bei ihrer Mechanisierung und Motorisierung diese Facharbeiter genau so dringend, in einzelnen Fällen oft noch dringender als die Kriegswirtschaft. Daraus erwächst dem Ingenieur ein neues Arbeitsfeld, das er nur allein beherrschen kann: täglich muß er sich die Frage vorlegen: habe ich meine Facharbeiter und übrigen Arbeiter richtig eingesetzt? Kann ich nicht an Facharbeitern zugunsten der Truppe einsparen? Wo kann ich mit Vorteil angelehrte oder umgelernte Kräfte einsetzen, sie umschulen und dafür Facharbeiter an die Truppe abgeben?

„Diese Fragen“, so sagte unlängst Oberstleutnant Klingholz, der Kommandeur (Ing.) eines großen

Rüstungsbereichs, in einem interessanten Vortrag vor Ingenieuren, Chemikern und Technikern des NS-Bundes Deutscher Technik, „sind für die Landesverteidigung, ihre militärische und rüstungswirtschaftliche Führung geradezu ausschlaggebend, um möglichst viele männliche Arbeitskräfte, auch Facharbeiter, für die äußere Front frei zu bekommen. Nur ein gesundes Kräfteverhältnis zur äußeren und inneren Front, ein Darüberstehen, ein Überwinden des inneren Ichs verbürgen hier den Gesamterfolg. Wer ist mehr zur Mitlösung dieser Aufgaben berufen als der Ingenieur? er allein vermag auf Grund seiner technischen Kenntnisse die Arbeitsplätze, die anfallenden Arbeiten zu beurteilen, insbesondere daraufhin, welche Arbeiten von anderen Kräften als den sonst üblichen geleistet werden können. Man fordert also vom Ingenieur, daß er hier den gerechten, technisch möglichen Ausgleich findet, der der Kriegswirtschaft dienlich, für sie tragbar und damit für die Landesverteidigung von Nutzen ist. Ein Betrieb, der sich auferstande erklärt, eine Umstellung in diesem Sinne vorzunehmen, ist technisch nicht auf der Höhe; hier versagt der Ingenieur, auch wenn der Betrieb rein technisch noch so leistungsfähig ist. Der Krieg bringt es nun einmal mit sich, daß viele Arbeiter aus anderen, nichtkriegswichtigen Berufen zu den kriegswichtigen drängen, verpflichtet werden oder sich verpflichtet fühlen. Seit Beginn des uns von England und Frankreich aufgezwungenen Abwehrkampfes erwuchs dem Ingenieur die dankbare und verantwortungsvolle Aufgabe der Umschulung dieser Arbeitskräfte, um jeden an den Arbeitsplatz zu bringen, für den er geeignet ist oder herangebildet werden kann. Damit hängt auch die Einstellung von Frauen und deren Umschulung für die Aufgaben der Kriegswirtschaft sowie die Sicherung des Facharbeiter-Nachwuchses eng zusammen. Daneben wird der Ingenieur aber auch noch als Sachverständiger bei der Auswahl geeigneter Maschinen, als Berater von Behörden beim Einsatz und bei der Frauenunterbringung als Gutachter bei der Beurteilung der Verlagerungen im Arbeitseinsatz und vor allem auf seinem ureigensten Gebiet der Fertigung vor immer neue Aufgaben und Schwierigkeiten gestellt, die der Friedenswirtschaft in dieser Häufung, Vielfalt und Größe unbekannt sind. Von ihm verlangt man höchste Virtuosität, größte Energie und besten Wirkungsgrad im Herstellungsvorgang. Mit einer ans Erstaunliche grenzenden Schnelligkeit und Sicherheit mußten sich unsere Ingenieure, Chemiker und Techniker mit ihren Rüstungsarbeitern zuweilen von Monat zu Monat, oft sogar von Woche zu Woche auf neue Erzeugungszweige und Erzeugungsarten umstellen können. Denn auch hier gilt für sie der militärische Grundsatz: „Unterlassen ist schlimmer als ein Fehlgriff in der Wahl der Mittel.“

Deutlicher denn je spricht aus den immer neuen Waffenerfolgen unserer Wehrmacht auch die muster-gültige Haltung und Leistung unserer Ingenieure und Rüstungsarbeiter in der Kriegswirtschaft. In den täglichen Meldungen des unaufhaltsamen Vormarsches zur Erde, zu Wasser und in der Luft erleben und erfahren wir, daß auch die Treuhänder der Kriegswirtschaft in der inneren Front voll ihren Mann stellen und sich verantwortlich fühlen für das unbedingte Stehen dieser Front.“

J. Gr.

# Alte und neue Physik im Dienste der Betriebskontrolle<sup>\*)</sup>

Von Dr. R. Riedmiller, Ludwigshafen

Die Worte „neue Physik“ in dem Vortragsthema könnten beim Leser zu der Erwartung führen, etwas über Anwendungen neuester, modernster Physik in der Meßtechnik zu erfahren. Tatsächlich ist es aber so, daß die Probleme, welche heute die physikalische Forschung beschäftigen, also etwa die Kernphysik oder die Probleme der Ultrastrahlung, in ihrer Bearbeitung noch zu keinen Ergebnissen geführt haben, welche technisch verwertbar wären. Das hängt damit zusammen, daß die hier zutage tretenden physikalischen Erscheinungen, z. B. die Umwandlung eines Atoms in ein anderes, relativ selten sind, während aber für die Technik erst Erscheinungen verwertet werden können, die mit einer großen Wahrscheinlichkeit eintreten. Das Thema dieses Aufsatzes soll uns vielmehr über alte und neue Arbeiten des Physikers für die Bedürfnisse der Betriebskontrolle unterrichten, wobei zu erkennen sein

wird, daß altbekannte und neuere physikalische Erscheinungen unter Zuhilfenahme aller geeigneten neuzeitlichen technischen Hilfsmittel für die Lösung der Aufgaben herangezogen werden.

Bevor wir zu dem eigentlichen Thema übergehen, wollen wir uns eine Vorstellung machen über die Aufgaben, welche die Betriebskontrolle in einem großen chemischen Werk zu bearbeiten und lösen hat, woraus sich von selbst auch ihre Bedeutung ersehen läßt. Wir tun dies an Hand eines Bildes (Abb. 1), welches ein einfaches Schema des bekannten Haber-Bosch-Verfahrens der Ammoniak-Hochdrucksynthese darstellt. In dem Bild sind oben die Energiebetriebe, also das Wasserwerk, die Dampf- und Kraftzentrale und die Kohleversorgung angegeben. Wasserdampf, Kohle und Luft werden benötigt zur Rohgaserzeugung. Dieses Gas besteht hauptsächlich aus Wasserstoff, Stickstoff,

Kohlenoxyd und Kohlensäure. Für die Hochdrucksynthese wird aber ein Gas benötigt, welches neben Wasserstoff nur noch Stickstoff enthält, und zwar nach der chemischen Formel des Ammoniaks 75 Teile Wasserstoff und 25 Teile Stickstoff. Alle anderen Bestandteile, also insbesondere das Kohlenoxyd und die Kohlensäure, müssen aus dem Rohgas entfernt werden. Dies wird dadurch erreicht, daß in der „Kontaktwasserstofffabrik“ das Kohlenoxyd unter Zugabe von Wasserdampf zum größten Teil umgewandelt wird in Wasserstoff und Kohlensäure. Dieses umgewandelte Gas wird nun auf 25 at verdichtet, mit Wasser von der Kohlensäure befreit und weiter auf 200 at verdichtet. In diesem Zustand wird das restliche Kohlenoxyd mit Kupferlauge ausgewaschen.

Damit ist ein Gas vorhanden, welches praktisch nur noch Wasserstoff und Stickstoff enthält. Aufgabe des Betriebes ist es, den Prozeß so zu führen, daß vor der eigentlichen Synthese das Wasserstoff-Stickstoff-Gemisch im stöchiometrischen Verhältnis vorliegt. Die Feineinstellung erfolgt durch Zugabe von reinem Stickstoff. In den Kontaktföfen wird ein Teil des Gases in Ammoniak umgewandelt und durch Tiefkühlung als Flüssigkeit gewonnen. Das nicht umgesetzte Gas geht wieder zu den Kontaktföfen zurück. Das flüssige Ammoniak wird gleich zur Kühlung verwendet, vergast dabei und geht in diesem Zustand den einzelnen Verarbeitungsbetrieben zu.

Der ganze Prozeß, der hier geschildert wurde, ist in seiner

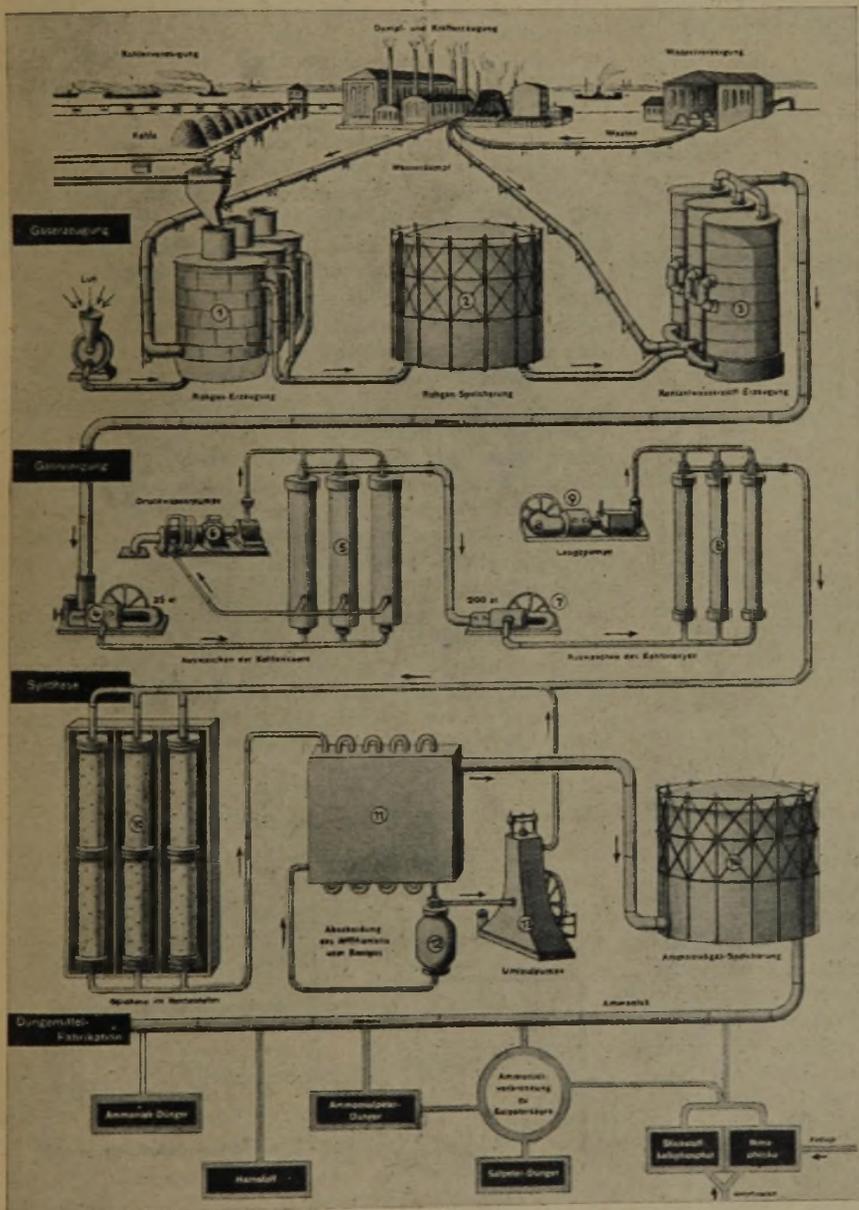


Abb. 1: Die Ammoniak-Hochdruck-Synthese der I. G.

<sup>\*)</sup> Auszug aus einem am 8. Februar 1940 im Haus der Technik, Essen, gehaltenen Vortrag.

<sup>\*)</sup> Verkaufsaufnahmen: J. G. Farbenindustrie, Ludwigshafen

Erzeugungs- Betriebe	Registr. Meßapparate			Registr. Analysen- Apparate	$\Sigma$
	Menge	Druck	Temp.		
Energie	600	80	90	35	805
Chemie	280	150	430	45	905
$\Sigma$	880	230	520	80	1710

Außerdem 2170 anzeigende Temperatur-Meßstellen.

### Meßprinzipien der Analysen-Apparate:

Meßgrößen:

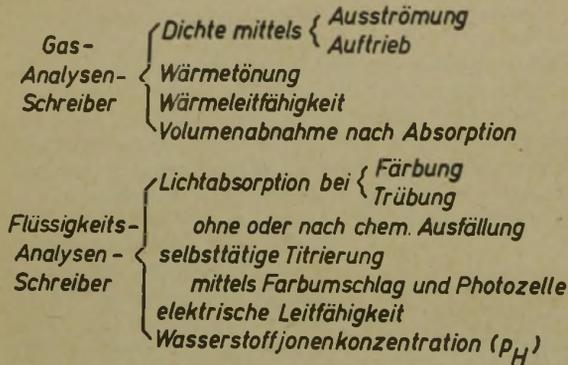


Abb. 2: Meßtechnische Ausrüstung einer Stickstoffherstellungs- und -verarbeitungsanlage

Durchführung natürlich sehr kompliziert, in seinen Ausmaßen ungeheuer. Eine Vorstellung davon geben folgende Zeilen:

Die Gaserzeugung beträgt täglich mehrere Millionen  $m^3$ , welche in gewaltigen Rohren fortgeleitet werden müssen. Der tägliche Wasserbedarf beträgt dreiviertel Millionen Tonnen Wasser, ein paar Millionen kWh werden täglich an elektrischer Energie verbraucht. Diese ungeheuren Stoff- und Energiemengen müssen überwacht und gemessen und auf die abnehmenden Betriebe mengenmäßig verteilt werden. Verluste bei der Bewegung der Stoffmengen müssen rechtzeitig erkannt werden, der Wirkungsgrad der einzelnen Teilbetriebe ist zu überwachen und auf Ungleichmäßigkeiten frühzeitig aufmerksam zu machen. Dabei ist es notwendig, auch den Verbrauch an Hilfsenergien, wie Dampf, Wasser, Elektrizität, Druckluft usw., einer besonderen Kontrolle zu unterziehen. Zur Aufrechterhaltung eines kontinuierlichen und damit erst wirtschaftlichen Betriebes ist die Gleichmäßigkeit der reagierenden Substanzen von ausschlaggebender Bedeutung. Deshalb muß ein besonderes Augenmerk auf die Kontrolle der Zustandsgrößen wie Druck, Temperatur, Dichte und die Zusammensetzung der Gase gerichtet werden. Zur Vermeidung von Unfällen und Explosionen sind Sicherheitsapparate im Betrieb, welche die Möglichkeit eines Unglückes rechtzeitig erkennen lassen, z. B. das Auftreten von Sauerstoff in dem wasserstoffhaltigen Ansaugegas der Kompressoren, oder das Auftreten von Kohlenoxyd in Raumluft usw. Ferner müssen die laufenden Verunreinigungen der Gase dauernd überwacht werden, z. B. der Kohlensäuregehalt nach der Kohlensäurewäsche, der Wasserstoff im Ammoniakgas usw., oder es sind die benutzten Waschflüssigkeiten auf ihren chemischen Zustand zu prüfen. All diese Kontrollen sind äußerst mannigfaltig. Denn ein Abweichen vom Optimum bedeutet Verringerung der Leistungsfähigkeit, Energie- und Stoffverlust. Alle diese Kontrollen und Überwachungen müssen registriert werden, um zu jeder Zeit die Möglichkeit zu haben, Gewesenes zu rekonstruieren. Deshalb gestellt sich zu den obengenannten, aus der großen Fülle herausgegriffenen Aufgaben die nachträgliche Auswertung der Diagramme. Durch tägliche und monatliche

Stoff- und Energiebilanzen erhält der einzelne Betriebsführer ein Bild über den Gang seines Betriebes und dessen Wirtschaftlichkeit, über Verluste und die Auswirkung von Störungen. Er wird durch sie zu Verbesserungen angeregt und kann die Auswirkung solcher Verbesserungen objektiv zahlenmäßig erfassen. Von der kaufmännischen Seite aus betrachtet, geben diese Bilanzen die einzig denkbare objektive Grundlage für die Kalkulation und die endgültige Festsetzung der Preise der erzeugten Güter. Einen Einblick in die Menge der täglich auszuwertenden Registrierstreifen gibt die Abb. 2, in der einige Zahlen über die meßtechnische Ausrüstung eines Stickstoffwerkes angegeben sind.

Aus all dem Gesagten geht aber auch bereits eine zweite große Aufgabe der Betriebskontrolle hervor. Alle die Apparate, die nötig sind, um die obengenannten Ziele zu erreichen, müssen einen ganz bestimmten, gerade für den betreffenden Betrieb zugeschnittenen Zweck erfüllen. Da die meisten auf dem Markt im allgemeinen nicht erhältlich waren, mußten sie von den Labors der Betriebskontrolle neu entwickelt werden. Aufgabe der Labors ist es ferner, Untersuchungen für den Betrieb durchzuführen, welche nicht direkt im Betrieb gemacht werden müssen, also z. B. Materialuntersuchungen mittels der Spektralanalyse und anderes mehr.

Es ist noch zu sagen, daß all diese Messungen mit der größten zu erreichenden Genauigkeit durchgeführt werden müssen, trotz der oft reichlich ungünstigen Meßbedingungen. Verschmutzung der Instrumente und Meßapparate, Inkonzanz des Nullpunktes oder der Empfindlichkeit infolge von Temperatureinflüssen, Erschütterungen usw. sind wesentliche Momente.

Es liegt nicht im Sinne dieser Abhandlung, einen Überblick über die gesamten Anwendungen der Physik in der Betriebskontrolle zu geben, vielmehr soll versucht werden, diesen Einsatz an Hand einiger ausgewählten Meßmethoden zu zeigen.

Handelt es sich um die laufende Kontrolle eines binären Gasgemisches nicht nur in bezug auf seine Dichte, sondern auch auf seine Zusammensetzung, also z. B. die Aufzeichnung des prozentualen Stickstoffgehaltes eines Stickstoff-Wasserstoff-Gemisches, so bedient man sich unter der Voraussetzung, daß die beiden Bestandteile des Gasgemisches eine voneinander abweichende Dichte haben, mit Vorteil einer registrierenden Gasdichtewaage<sup>1)</sup>. Ein solches Betriebsinstrument, das gegenwärtig unter seinesgleichen wohl den Anspruch auf höchste Genauigkeit erheben kann, ist in Abb. 3 schematisch dargestellt. In einem Gehäuse

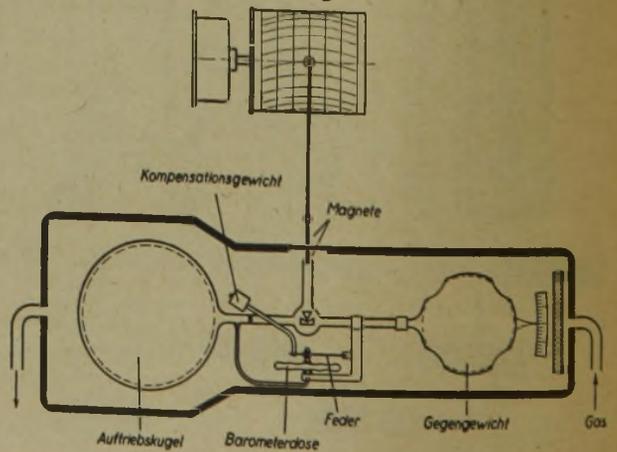


Abb. 3: Registrierende Gasdichtewaage mit Druck- und Temperaturkompensation

<sup>1)</sup> P. Gmelin, ZS. techn. Phys. 18, 352, 1937.

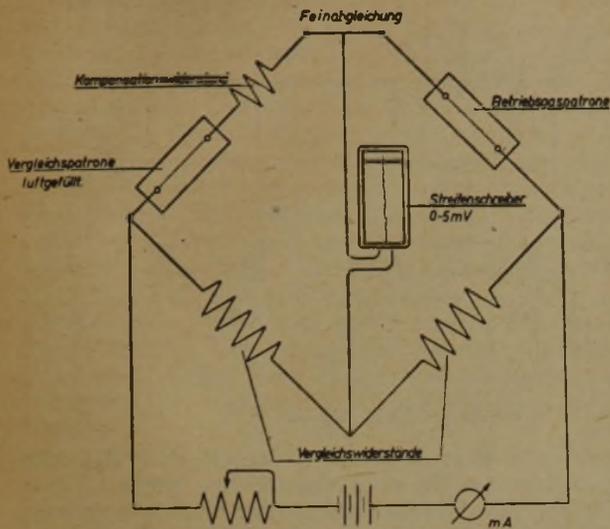


Abb. 4: Wärmeleitgerät zur Messung von  $H_2$  in  $NH_3$ ,  $N_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$   
 Empfindlichster Meßbereich 0 — 1%  $H_2$   
 Größter Meßbereich 0 — 10%  $H_2$

aus Leichtmetall, das von dem zu untersuchenden Gas durchströmt wird, befindet sich das als hochempfindliches Waagesystem ausgebildete Meßwerk. Zur Messung gelangt der Auftrieb einer mit Stickstoff gefüllten, abgeschlossenen Kugel. Dieser Auftrieb ist druck- und temperaturabhängig. Um diese Abhängigkeit zu kompensieren und damit eine Anzeige und Registrierung zu erhalten, welche auf einen ganz bestimmten Zustand bezogen ist, also etwa auf  $15^\circ C$  und 735 mm Hg, ist eine Kompensationsvorrichtung angebracht in Form einer Barometerdose, welche durch eine dünne Kapillare mit der Auftriebskugel verbunden ist. An der Dose ist an einem Hebel ein festes Gewicht angebracht, dessen Lage, wie man leicht einsieht, die Stellung der Waage beeinflusst. Die Wirkungsweise sei an einem Beispiel klagemacht. Es möge sich der Druck des Prüfgases erhöhen. Dadurch wird die Dichte des Gases größer und damit auch der Auftrieb der Kugel. Die Dichtewaage würde also ohne Kompensation einen größeren Wert der Dichte anzeigen. Durch die Erhöhung des Druckes wird aber auch die Barometerdose zusammengedrückt und das obengenannte Gewicht bewegt sich von der Schneide weg. Dadurch erfährt die Waage eine Bewegung, die

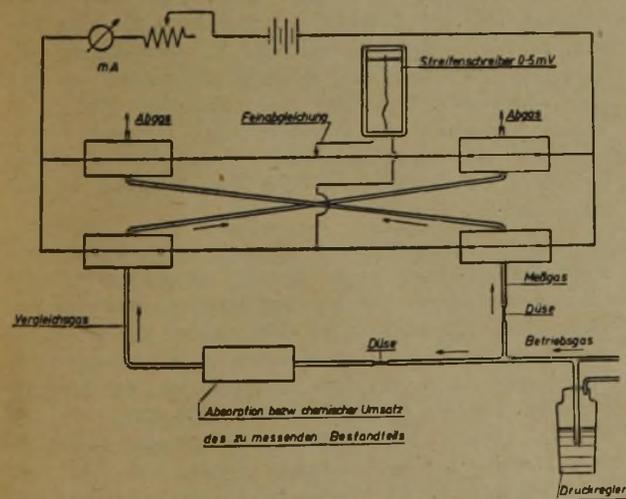


Abb. 5: Wärmeleitgerät zum Nachweis von  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $C_2H_2$  in wasserstoffhaltigen Gasen  
 Empfindlichster Meßbereich 0 — 1%  
 Größter Meßbereich 0 — 15%

derjenigen infolge der Druckänderung entgegenwirkt. Die ganze Anordnung ist so berechnet und getroffen, daß auf diese Weise stets der Wert der Dichte bei dem eingestellten Normalzustand angezeigt wird. Ganz ähnlich wirkt die Kompensation der Gastemperatur, wie man sich leicht überlegen kann. Die Temperaturberichtigung erfolgt selbsttätig innerhalb eines Bereiches von  $\pm 15^\circ$ , die Druckberichtigung innerhalb  $\pm 30$  mm Hg. Die Genauigkeit beträgt  $\pm 0,5\%$  des Skalenendwertes. Diese hohe Genauigkeit (trotz der Registrierung!) wird dadurch erreicht, daß die rückwirkenden Kräfte des Schreibmechanismus auf das Meßsystem in eleganter Weise durch magnetische Mitnahme des sehr leichten Zeigers äußerst klein gehalten sind. Die Registrierung erfolgt mit Hilfe eines Fallbügels.

Zur Untersuchung binärer, vorzugsweise wasserstoffhaltiger Gasgemische ließ sich die Wärmeleitfähigkeit der Gase und ihre geeignete Messung in den letzten Jahren immer mehr und mehr benutzen, eine Methode, die in dem besonderen Fall der elektrischen Rauchgasprüfung allgemein bekannt ist<sup>2)</sup>. Ein solches Wärmeleitgerät zeigt schematisch Abb. 4. Im Innern zweier Gaspatronen sind dünne Platindrähte ausgespannt,

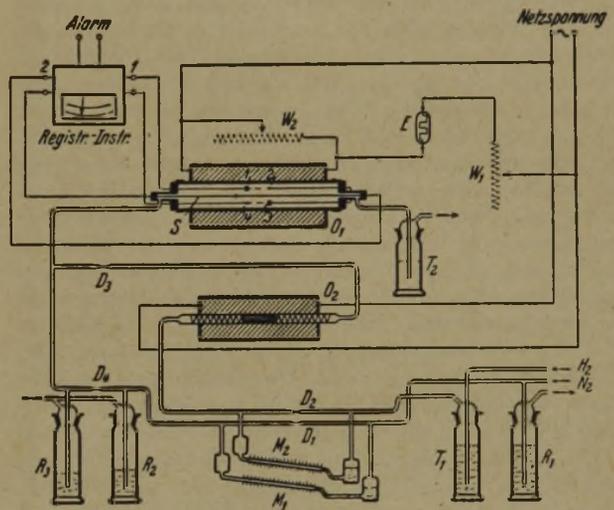


Abb. 6: Wärmeleitungsapparat zum Nachweis von  $O_2$  in Linde-Stickstoff

welche elektrisch geheizt werden. Durch die eine Patrone wird das zu untersuchende Betriebsgas geleitet, durch die andere irgendein Vergleichsgas. Dadurch kühlen sich die Platindrähte ab, und zwar diejenigen der Vergleichspatrone auf eine konstante Temperatur, diejenigen der Betriebspatrone um so mehr, je stärker das Betriebsgas die Wärme ableitet, also z. B. je mehr Wasserstoff dieses Gas enthält (Wasserstoff hat eine im Vergleich zu anderen Gasen sehr hohe Wärmeleitfähigkeit). Eine Temperaturänderung ergibt aber eine Widerstandsänderung des Drahtes. Schaltet man, wie in dem Bild ersichtlich, die Platindrähte mit Festwiderständen zu einer Wheatstoneschen Brücke zusammen, so ist die Verstimmung der Brücke ein Maß für eine Widerstands- und damit Temperaturänderung des Platindrahtes und damit schließlich ein Maß für den prozentualen Gehalt von Wasserstoff, z. B. in Ammoniak oder Kohlenoxyd oder dergleichen. Die Empfindlichkeit solcher Geräte ist äußerst groß.  $1/100\%$  Wasserstoff in einem der erwähnten Gase nachzuweisen und zu registrieren ist ohne weiteres möglich. Die Registrierung erfolgt mit einem technischen Streifen-schreiber (Meßbereich 0—5 mV).

<sup>2)</sup> Chemie-Ingenieur II, 4 (1933), 45.

Auch Gase mit mehr als zwei Bestandteilen können mit solchen Wärmeleitgeräten untersucht werden, z. B. kann der Nachweis von Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff oder dergleichen in wasserstoffhaltigen Betriebsgasen erbracht werden. Die elektrische Anordnung ist ähnlich wie beim vorher besprochenen Gerät, nur sind zur Erreichung größerer Empfindlichkeit statt der Festwiderstände nochmals Gaspatronen eingesetzt. Wie in Abb. 5 dargestellt, erhalten zwei Patronen das unveränderte Betriebsgas, die anderen beiden Patronen auch dieses Gas, nachdem aber der Bestandteil, auf den untersucht werden soll, irgendwie entfernt wurde, also z. B. bei Kohlensäure durch Absorption in Kalilauge. Man mißt somit hier den Unterschied der Wärmeleitfähigkeiten des unveränderten und des von dem zu untersuchenden Bestandteil befreiten Gases. Auch hier ist die Empfindlichkeit sehr hoch. Es können z. B. noch 0,01% CO<sub>2</sub> in einem Wasserstoff-Stickstoff-Gemisch leicht registriert werden.

Eine andere Methode zu derlei Untersuchungen stellt die Messung der bei der Verbrennung eines Gases entstehenden Wärmetönung dar. Solche Wärmetönungsapparate erlauben eine vielseitige Verwendung<sup>3)</sup>. An dem Beispiel des Sauerstoffnachweises in Linde-Stickstoff soll die Wirkungsweise kurz erläutert werden (Abb. 6). Das auf Sauerstoff zu untersuchende Stickstoffgas wird über Druckregler und Strömungsmanometer durch einen Ofen O<sub>1</sub> geleitet. Dieser Ofen hat eine Temperatur von mehreren hundert Grad. Diesem Gas wird nun noch Wasserstoff zugemischt, welcher aber vor der Zumischung durch einen Ofen O<sub>2</sub> geführt wird, wobei der in dem Wasserstoff etwa enthaltene Sauerstoff restlos entfernt wird durch Verbrennung von Wasserstoff. Enthält nun der Stickstoff irgendeine Menge Sauerstoff, so verbrennt der zugegebene Wasserstoff. Diese Verbrennung geschieht an ganz bestimmten Stellen des Ofens O<sub>1</sub>, nämlich an Platinkatalysatoren (1 und 3 in der Abb.). Unter diesen Katalysatoren befinden sich Thermolemente, welche durch die Verbrennung eine höhere Temperatur annehmen als die nicht mit Platinkatalysatoren versehenen „kalten“ Thermolemente 2 und 4. Alle diese Thermolemente sind in Reihe geschaltet, die resultierende Thermospannung wird in einem Registrierinstrument aufgeschrieben und ist ein Maß für die Temperaturdifferenz der Lötstellen und damit ein Maß für die Wärmetönung und damit schließlich ein Maß für die Menge Sauerstoff, welche in dem Stickstoffgas vorhanden war. An dem Instrument ist noch ein Alarmgerät in Form eines optischen oder elektrischen Signals angebracht, welches alarmiert, wenn ein bestimmter,

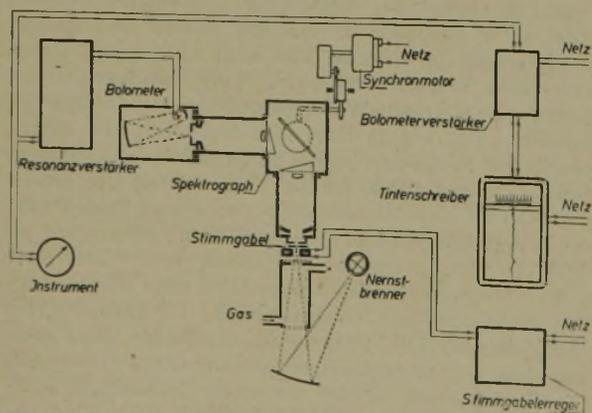


Abb. 7: Ultrarotspektrograph

<sup>3)</sup> Chemie-Ingenieur II, 4 (1933), 324.

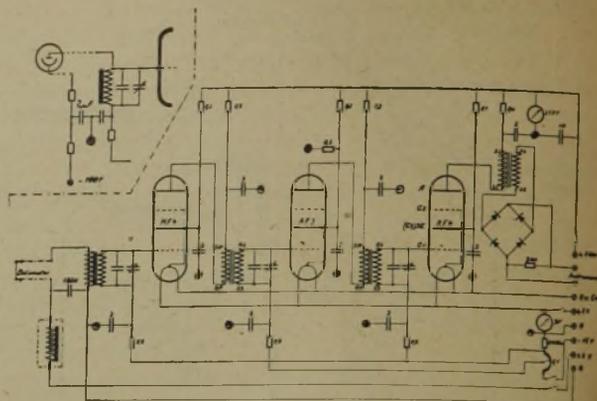


Abb. 8: Resonanzverstärker für Bolometer

wahlweise einzustellender Sauerstoffgehalt des Stickstoffgases erreicht oder überschritten wird. Sowohl die Wärmeleitgeräte als auch die Wärmetönungsapparate haben in ihrer heutigen Form neben ihrer großen Empfindlichkeit ein hohes Maß von Genauigkeit, so daß sie für die Betriebskontrolle vielfach unentbehrlich geworden sind. Die Apparate sind für Netzanschluß gebaut, die unbedingt notwendige Spannungskonstanz wird mit Konstanttransformatoren oder ähnlichen geeigneten Geräten erreicht.

Häufig wird, insbesondere in Versuchsbetrieben, die Aufgabe gestellt, die Verunreinigungen eines Gases sowohl qualitativ als auch quantitativ zu erfassen und anzugeben. Besonders werden hier physikalische Methoden herangezogen, wenn die chemischen Analysemethoden versagen oder nicht ganz eindeutig sind. Hier wird nun vorteilhaft die Eigenschaft der Gase benutzt, im ultraroten Spektralbereich Strahlung zu absorbieren. Die wellenlängenmäßigen Lagen dieser „Absorptionsbanden“ sind für die einzelnen Gase mehr oder weniger verschieden und geben Auskunft über die Gasart, während die Stärke der Absorption einen Schluß ziehen läßt auf die Menge des vorhandenen absorbierenden Gases. Schickt man also die kontinuierliche Strahlung eines „schwarzen Strahlers“ durch ein solches Gas, so wird aus dieser primären Strahlung an den Stellen des Wellenlängenspektrums, an denen das betreffende Gas Absorptionsbanden besitzt, Strahlung absorbiert. Das bedeutet aber, daß die primäre Energie der Strahlung um eben die absorbierte Energie verringert wird. Hat man einen Apparat, der die Energie der Strahlung für eine bestimmte Wellenlänge aufzeichnet, so wird das so entstehende Diagramm die Absorptionsbanden an den dem entsprechenden Gas zukommenden Stellen im Spektrum aufzeichnen. Einen solchen „Ultrarotspektrographen“ mit neuartiger Registrierung der ultraroten Strahlung zeigt Abb. 7<sup>4)</sup>. Der Strahlengang ist der folgende:

Von einem Ultrarotstrahler (Nernstbrenner) aus geht die Strahlung über einen Spiegel durch die Küvette mit dem zu untersuchenden Gas hindurch und wird von einer elektrisch angeregten Stimmgabel mit einer bestimmten Frequenz unterbrochen. Der abgehackte Strahl wird dann von dem Spiegelsystem des Spektrographen auf ein Steinsalzprisma geworfen und hier spektral zerlegt. Ein drehbarer Planspiegel reflektiert den Strahl zu einem zweiten Prisma (im Bild links neben dem unter 45° stehenden Planspiegel), und von hier geht er wieder über ein Spiegelsystem und trifft schließlich auf ein Bolometer als Empfänger auf. Die

<sup>4)</sup> E. Lehrer, ZS. techn. Phys. 18, 393, 1937.

Anordnung ist so getroffen, daß je nach der Stellung des Planspiegels aus der den Nernstbrenner verlassenden kontinuierlichen Strahlung immer nur eine ganz bestimmte Wellenlänge der Strahlung auf das Bolometer trifft. Das Bolometer erwärmt sich je nach der Energie des auffallenden Strahles, und zwar im Takt der Stimmgabelfrequenz. Durch die periodische Erwärmung ändert sich aber ebenso periodisch der Widerstand des Bolometers und damit auch der Bolometerstrom. Dieser Bolometerwechselstrom wird in einem auf die gleiche Frequenz abgestimmten „Resonanzverstärker“ (Abb. 8) entsprechend verstärkt, mit einem Trockengleichrichter gleichgerichtet und einem Instrument bzw. nach nochmaliger Verstärkung (Bolometerverstärker der Firma Siemens) einem technischen Tintenschreiber zugeführt. Der Papiervorschub dieses Schreibers wird ebenso wie die Drehung des oben genannten Planspiegels mit Hilfe eines Synchronmotors befähigt, so daß also jede Stellung des Papiers einer bestimmten Stellung des Planspiegels und damit einer bestimmten Wellenlänge entspricht. Der Planspiegel durchläuft selbständig das interessierende Spektralgebiet, und der Tintenschreiber schreibt die entsprechende Energiekurve auf, aus der sich die den

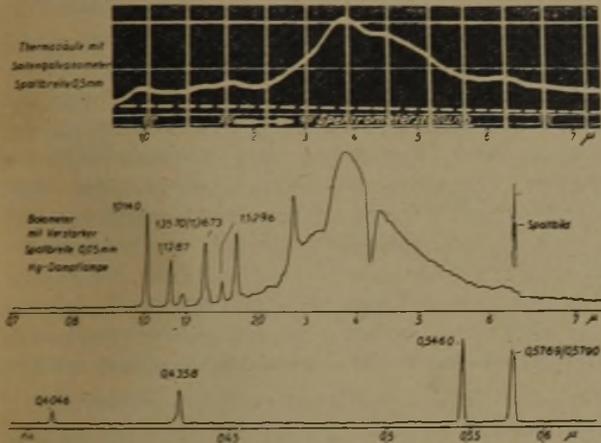


Abb. 9: Emissionsspektrum der Hg-Lampe

in der Küvette befindlichen Gasarten zugehörigen Absorptionsbanden abheben. Die mit dieser Anordnung erreichten Empfindlichkeiten sind wesentlich größer, als sie mit anderen Apparaten für den gleichen Zweck erreicht werden. So ist es zum Beispiel gar nicht schwer, mit der beschriebenen Anordnung die durch die Wärmebewegung der Elektronen bedingte Meßgrenze zu erreichen. Einen Eindruck der großen Empfindlichkeit geben die Kurven der Abb. 9. Hier ist das Spektrum einer Quecksilberlampe wiedergegeben, einmal mit der neuen Anordnung aufgenommen, ganz oben mit einer älteren Anordnung mit Thermosäule und Registrierung des Ausschlages eines Saitengalvanometers. Um auf vergleichbare und hinreichende Empfindlichkeit zu kommen, mußte die Spaltbreite der älteren Anordnung 0,5 mm gemacht werden, während bei der neuen Anordnung die Spaltbreite nur den zehnten Teil davon beträgt. Trotz dieser kleinen Spaltbreite ist zu erkennen, daß die neue Anordnung ungleich empfindlicher arbeitet. Die einzelnen ultraroten Emissionslinien des Quecksilberdampfes treten infolge des hohen Auflösungsvermögens scharf und stark hervor, während sie in dem Diagramm der älteren Anordnung nur eben noch zu erkennen sind. Es möge noch erwähnt werden, daß auch die Registriergeschwindigkeit sehr groß ist; in etwa 6 min wird ein vollständiges Diagramm erhalten.

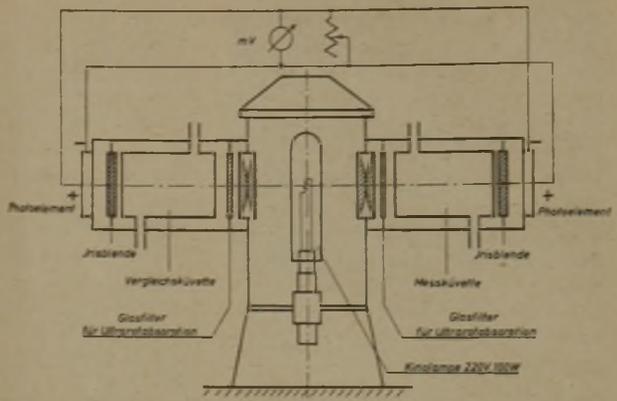


Abb. 10: Differenzphotometer für Trübungsmessungen

Wir gehen zu einer anderen Aufgabe über. Es sollen Gase oder Flüssigkeiten auf ihre Konzentration kraft ihrer Färbung oder die Trübung von Flüssigkeiten gemessen und registriert werden. Hierzu bedient man sich zweckmäßigerweise eines Differenzphotometers<sup>3)</sup>. Der Fall einer Trübungsmessung soll an Hand der Abb. 10 erläutert werden. Das Licht einer Lampe geht nach zwei Seiten über je eine Optik und ein Glasfilter zur Absorption der Wärmestrahlung durch die Meßküvette mit der zu untersuchenden Flüssigkeit bzw. durch die Vergleichsküvette mit einer klaren, ungetrübten Flüssigkeit. Nach Durchgang durch diese Küvetten trifft es auf zwei Photoelemente, im allgemeinen wegen der Bequemlichkeit ihrer Handhabung und der Größe ihres Photostromes Selenperschichtphotozellen. Diese beiden Zellen sind, wie ersichtlich, elektrisch gegeneinandergeschaltet, so daß das Anzeige- bzw. Schreibinstrument den Unterschied der Intensitäten beider Lichtstrahlen angibt. Durch die Irisblenden und den zu dem Instrument parallel liegenden Widerstand kann die Einrichtung so abgeglichen werden, daß das Instrument auf Null steht, wenn die Meßflüssigkeit ungetrüb ist, daß es dagegen auf Endausschlag steht (zweckmäßig gleich 100 Skalenteile), wenn die Meßflüssigkeit überhaupt kein Licht mehr durchläßt, d. h. wenn die Trübung 100% erreicht hat. Es ist ersichtlich, daß damit jede Stellung des Instrumentes die entsprechende Trübung in % angibt. Solche Geräte zeigen neben einem einfachen Aufbau eine sehr beachtliche Nachweisempfindlichkeit. In Abänderung dieses zweiarmigen Photometers zeigt Abb. 11 den prinzipiellen Aufbau eines Gerätes für

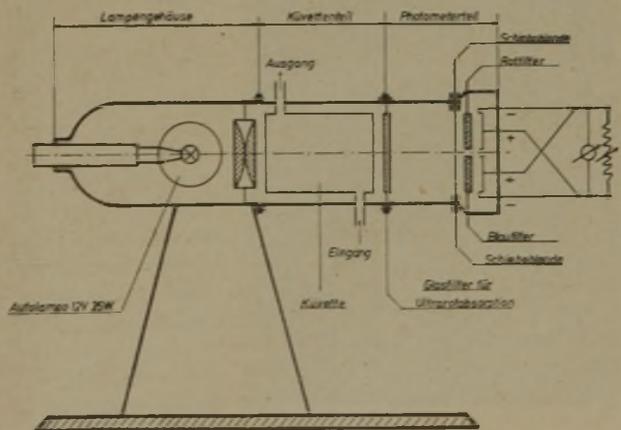


Abb. 11: Differenzphotometer für Farbkonzentrationsmessungen

<sup>3)</sup> Chemie-Ingenieur II, 4 (1933), 121.

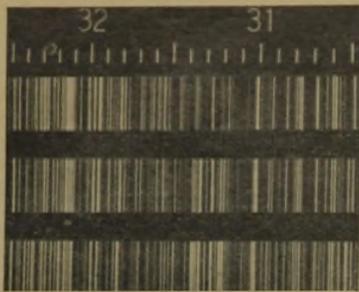


Abb. 12: Qualitative Analyse  
oben: unlegiertes Eisen  
Mitte: Sonderbaustahl für Hochdruckanlagen  
unten: Rost- und säurebeständiger Stahl

parallel gemacht, die zu untersuchende Substanz in der Küvette, wird mittels eines Glasfilters vom ultraroten Anteil befreit und trifft nun auf zwei verschiedenfarbige Filter, z. B. auf ein Blau- und ein Rotfilter. Hinter diesen Filtern haben wir also nur noch Licht von den Farben, welche die Filter durchlassen. Dieses farbige Licht trifft wieder auf zwei Photoelemente auf, welche wieder wie im vorher besprochenen Fall elektrisch gegeneinander geschaltet sind. Die resultierende Photospannung wird von einem elektrischen Instrument angezeigt bzw. registriert. Die Wirkungsweise ist nun folgende: Wir nehmen an, wir sollten die Farbkonzentration einer Kupferlösung messen. Diese Kupferlösung läßt vorwiegend blaues Licht hindurch, dagegen wenig rotes. Das durchgelassene rote Licht geht auch durch das Rotfilter und erzeugt an der entsprechenden Photozelle eine Spannung. Der blaue Anteil des primären Lichtes wird, je nach der Farbkonzentration der Lösung mehr oder weniger geschwächt werden und erzeugt damit in der zweiten Photozelle eine mehr oder weniger große Photospannung, während die Vergleichsphotozelle (rotes Licht) eine weitgehend konzentrationsunabhängige Belichtung erfahren wird. Die Differenzspannung der Photozellen ist demnach ein Maß für die Farbkonzentration.

Wir wollen damit diese Art von physikalischen Meßmethoden verlassen und uns einer anderen Anwendung der Physik zuwenden, welche gerade im letzten Jahrzehnt zu einem äußerst wichtigen und wertvollen Faktor für die Betriebskontrolle geworden ist. Es ist dies die qualitative und quantitative Spektralanalyse.

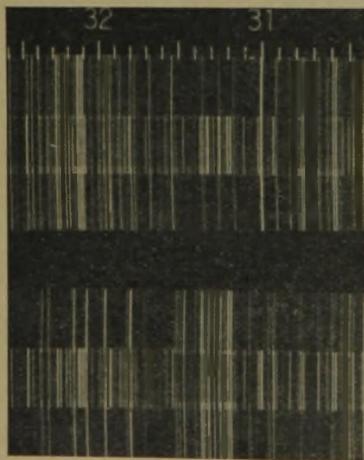


Abb. 13: Identifizierung der Linien  
Spektrum von Chromstahl,  
im oberen Teil von Eisen,  
im unteren Teil von Chromlinien begrenzt

Farbkonzentrationsmessungen, bei welchen nur eine, nämlich die zu messende Flüssigkeit bzw. ein Gas, benötigt wird. Die Vergleichsküvette fällt also fort. Das von einer gewöhnlichen Autolampe ausgehende Strahlenbündel durchsetzt, von einer Optik

Es handelt sich dabei um die Untersuchung von Metallen, Salzen und Lösungen, ihre Identifizierung, um die Erfassung ihrer Einzelbestandteile oder ihrer Verunreinigungen. Die Methode benutzt die bekannte Tatsache, daß jedes chemische Element bei entsprechender Anregung Licht von ganz bestimmten, ihm eigenen Farben oder, physikalisch gesprochen Licht von ganz bestimmten Wellen-

längen aussendet. Mit Hilfe eines Spektralapparates werden diese verschiedenen Wellenlängen, die in dem ausstrahlten Licht enthalten sind, örtlich getrennt und so auf einer photographischen Platte als „Linien“ sichtbar gemacht, daß jeder Lage, die eine solche Linie auf der Platte hat, eine ganz bestimmte Wellenlänge zugeordnet werden kann. Die Aufgabe besteht dann darin, aus der Lage der erhaltenen Vielheit von Linien eine Aussage zu machen über die Elemente, welche an der Emission dieser Linien beteiligt waren (qualitative Analyse) und aus der Intensität der Linien, welche sich als mehr oder weniger starke Schwärzung auf der photographischen Platte widerspiegelt, einen Schluß zu ziehen auf das mengenmäßige Verhältnis der beteiligten Elemente (quantitative Analyse).

Wie erwähnt, müssen die zu untersuchenden Stoffe zum Leuchten angeregt werden. Dies geschieht, insbesondere bei Metallen und Salzen, dadurch, daß ein Lichtbogen zwischen dem Prüfling und einer Hilfselektrode gezündet wird, oder daß man zwischen beiden in rascher Folge elektrische Funken überspringen läßt<sup>6)</sup>. Es ist ersichtlich, daß es dabei gar nicht notwendig ist, etwa eine Metallprobe aus dem Prüfling herauszuschneiden. Vielmehr kann das ganze Metallstück unverseht benutzt werden. Für Proben, die keine Erhitzung erfahren dürfen, benutzt man den hochgespannten, hochfrequenten Teslafunken zur Anregung. Auch Flüssigkeiten werden mittels elektrischer Funken zur Lichtaussendung angeregt oder aber, wenn es sich um die Lösung leicht anregbarer Elemente, z. B. von Alkalien, handelt, man zerstäubt die Lösung in einem Luftstrom, vermischt diesen mit Azetylen und verbrennt das Gemisch. Die Temperatur der Flamme ist so hoch, daß die in der Lösung enthaltenen Elemente zum Leuchten angeregt werden.

Ein prinzipieller Unterschied zwischen qualitativer und quantitativer Analyse besteht nicht. Nur die Auswertung ist verschieden. Um zum Beispiel den Chromgehalt eines Stahles zu bestimmen, wird folgendermaßen verfahren. Es werden bestimmte Standardproben eines Chromstahls hergestellt, von denen genau bekannt ist, daß sie so und soviel Prozent Chrom enthalten. Von diesen Proben werden Spektralaufnahmen gemacht. Nun werden die dem Chrom zugehörigen Spektrallinien um so intensiver, also die entsprechende Schwärzung auf der photographischen Platte um so stärker sein, je mehr Chrom in der Probe bzw. in dem Prüfling enthalten ist. Man mißt nun das Verhältnis der Schwärzungen einer Chromlinie und einer ihr benachbarten Eisenlinie genau aus. Dieses Verhältnis ist ein Maß für den Gehalt des Eisens an Chrom. Durch die verschiedenen Standardproben erhält man so eine „Eichkurve“, aus der dann ohne weiteres der Chromgehalt des Prüflings bestimmt werden kann, wenn man zuerst das Schwärzungsverhältnis der gleichen Linien des Prüflings ermittelt hat.

Einige Bilder sollen das Gesagte illustrieren. Abb. 12 zeigt einen besonders einfachen Fall von qualitativer Analyse. Hier sind die Spektren verschiedener Stahlsorten wiedergegeben. Man kann leicht erkennen, daß alle drei Spektren sehr viele Linien gemeinsam haben,

<sup>6)</sup> O. Bartell, Forschungsdienst 1938, S. 144.

und trotzdem genügt ein Blick, um die Verschiedenheit der drei Aufnahmen sofort zu sehen. Zeigt ein Prüfling eines der drei Spektren, so ist sofort zu sagen, um welche Stahlsorte es sich handeln muß. In Abb. 13 ist veranschaulicht, wie die Wellenlängen identifiziert und damit die gesuchten Elemente festgestellt werden. Die Spektren bekannter Elemente, in der Abbildung Eisen bzw. Chrom, werden gleichzeitig mit dem des Prüflings auf die gleiche Platte so aufgenommen, daß beide aneinanderstoßen. Auf diese Weise ist die Festlegung der Wellenlängen des Prüflings ohne weiteres durchführbar. Schließlich ist noch in Abb. 14 eine Aufnahme wiedergegeben, welche den Nachweis für eine Oberflächenverunreinigung brachte. Die Oberfläche reinsten Nickels war hier verunreinigt von Zinn und Kupfer. Das zeigt das untere Spektrum: es enthält sowohl die Zinn- als auch die Kupferlinien. Nachdem die Oberfläche der Probe gereinigt war, waren diese Störlinien verschwunden. Der Grund für diese Verunreinigung war der, daß das Nickelröhrchen mit einem Zieh-eisen bearbeitet wurde, mit welchem vorher andere Metalle bearbeitet wurden.

Einige Zahlen mögen noch einen Begriff von der Leistungsfähigkeit der spektralanalytischen Methode geben. Es ist mit ihr ohne weiteres möglich, Spuren in kleinsten Mengen nachzuweisen, so z. B.  $\frac{1}{10\,000}$  mg Lithium in  $10\text{ cm}^3$  Lösung, oder  $\frac{1}{1000}\%$  Wismut in Blei oder  $0,000\,05\%$  Beryllium in Blei oder  $\frac{1}{10\,000}\%$  Mangan in Düngesalzen usw. Dabei handelt es sich, im Gegensatz zur chemischen Analyse, um eine Lokal-analyse. Also noch engste Bezirke können untersucht werden, so z. B. Schweißnähte und dergleichen. Und dazu kommt noch, daß die Methode in Form der photographischen Platte ein objektives und bleibendes Dokument der Untersuchung liefert.

Die Nutzbarmachung der Röntgenstrahlen für technische Meßzwecke ist hinreichend bekannt. Es soll deshalb nicht weiter über diese äußerst wichtige und segensreiche Untersuchungsmethode gesprochen werden. Dagegen soll erwähnt werden, daß in der letzten Zeit auch radioaktive  $\gamma$ -Strahlen für die Zwecke der Betriebskontrolle verwendet werden<sup>7)</sup>. Physikalisch sind diese Strahlen ja nichts anderes als sehr harte Röntgenstrahlen, man kann mit ihnen also prinzipiell genau so arbeiten, wie man es mit Röntgenstrahlen zu tun gewöhnt ist, doch bietet sich ein Vorteil: Das radioaktive Präparat (ein Mesothorpräparat) hat etwa Stecknadelkopfgröße, keine Hochspannungsapparatur ist notwendig. Deshalb ist das Arbeiten mit einem solchen Apparat denkbar einfach. In Abb. 15 ist dies dargestellt durch ein Schema der Durchstrahlung eines Hochdruckrohres. Das Präparat befindet sich in einigem Abstand von dem Prüfling, direkt hinter dem Prüfling ist ein Film ausgebreitet. Die Schwärzung auf dem Film ist ein Maß für die durchsetzte Metallschichtdicke. Als Beispiel einer solchen Untersuchung zeigt Abb. 16 eine photographische Aufnahme eines Hochdruckkrümmers. Man sieht deutlich den Verlauf der Innenwand und einen starken, nicht vermuteten Innenbelag an der unteren Seite. Solche Beläge geben Anlaß zu starken Strömungswiderständen und können auf diese Weise festgestellt werden. Es soll noch mitgeteilt werden, daß

die Belichtungszeit, der Stärke des Präparats entsprechend, etwa zwölf Stunden beträgt.

Auch die Anwendung der Elektronenstrahlen für die technischen Untersuchungen soll erwähnt werden, also einer Erscheinung, die in den letzten 15 Jahren noch Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung war<sup>8)</sup>.

Es handelt sich hier um die Tatsache, daß schnelle Elektronen beim Durchgang durch Materie in ähnlicher Weise, aber wesentlich intensiver, beeinflußt werden wie Röntgenstrahlen. Die Interferenzerscheinungen, die sich beim Durchgang schneller Elektronen durch Materie ergeben, lassen Rückschlüsse ziehen auf den Aufbau der durchstrahlten Substanz. Man erhält solche Interferenzaufnahmen, indem ein äußerst eng ausgeblendet und dabei möglichst paralleler Elektronenstrahl von etwa 30 bis 40 kV Geschwindigkeit durch die zu untersuchende, in dünner Schicht vorliegende Substanz geschickt wird. Auf einem Fluoreszenzschirm oder einer photographischen Platte in entsprechender Entfernung wird das Interferenzbild beobachtet oder dauernd festgehalten. Ein Beispiel für solche Untersuchungen ist in Abb. 17 wiedergegeben. Es handelt sich hier um die Bestimmung der Teilchengröße einer pulverigen Substanz. Die physikalische Grundlage für eine solche Bestimmung ist folgende. Es ist aus der Optik bekannt, daß die Interferenzerscheinungen, herrührend z. B. von einem Strichgitter, um so schärfer und ausgeprägter werden, je mehr Beugungselemente, in dem Falle Striche des Gitters, am Zustandekommen der Interferenzerscheinung mitwirken. Genau so verhält es sich auch in dem Fall der Elektronenbeugung. Dem Gitter entspricht hier der Kristall, den Gitterstrichen entsprechen einzelne Atome. Je mehr Atome zu einem Kriställchen vereinigt sind, desto größer ist dieses Kriställchen und damit das „Teilchen“, dessen Größe bestimmt werden soll. Wir können also sagen: je schärfer die Elektroneninterferenzen sind, desto größer muß die Teilchengröße sein. In der genannten Abbildung ist dies auch ohne weiteres zu sehen. Links scharfe „Debye-Linien“, rechts breite. Durch Ausmessung der Breite der Linien kann dann die mittlere Größe der Kristalle errechnet werden.

Wir wollen uns nun einem letzten Beispiel zuwenden, welches aus dem maschinen-technischen Gebiet genommen ist. Es soll sich um die Messung und Aufzeichnung schnell



Abb. 14: Oberflächenverunreinigung von Nickel  
Oben: Oberfläche gereinigt  
Unten: Oberfläche unbehandelt

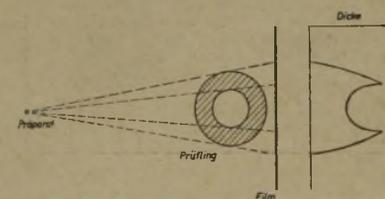


Abb. 15: Schema der Durchstrahlung eines Prüflings mit radioaktiven  $\gamma$ -Strahlen

<sup>7)</sup> R. Berthold u. N. Riehl, ZS. VDI 76, 401, 1932.

<sup>8)</sup> Zus. Darstellung Wien-Harms, Hdbch. d. Exp.-Physik, Erg.-Bd. II.

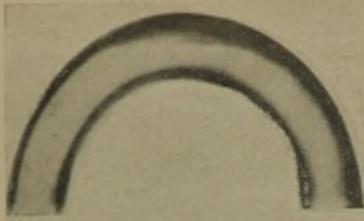


Abb. 16: Durchstrahlung eines Hochdruckkrümmers

niederen Eigenfrequenz nicht, um z. B. die Schwingungen im Zylinder einer Verbrennungsmaschine zu untersuchen. Es wurden zu diesem Zweck piezoelektrische Indikatoren entwickelt, welche eine bei weitem höhere und damit auch eine ausreichende Eigenfrequenz haben<sup>9)</sup>. Sie beruhen auf der Eigenschaft bestimmter Kristalle, z. B. des Quarzes, daß sie in ganz bestimmten kristallographischen Richtungen geschnitten, bei Druckbeanspruchung elektrische Ladungen auf ihrer Oberfläche erzeugen. Die Größe der Ladung ist dem Druck proportional. Die Quarzdosen sind möglichst klein gehalten und können mittels eines Gewindes wie eine Zündkerze in den Zylinder eingeschraubt werden. Das druckmessende Organ sitzt also ganz nahe am Zylinder, mit einem kurzen, wenige Millimeter langen Kanal damit verbunden. Die erzeugte Ladung wird einem Kondensator zugeführt, die an diesem entstehenden Spannungen entsprechend verstärkt und dann z. B. mit Hilfe einer Braunschen Röhre sichtbar gemacht. Die benutzten Verstärker sind für die vorliegenden Zwecke passend gebaut und mit manchen für diese Untersuchungen recht angenehmen Einrichtungen versehen. Die Bilder, die sich auf dem Schirm der Braunschen Röhre zeigen, können dann, wenn erwünscht, gleich photographiert werden. In Abb. 18 sieht man die ganze Einrichtung auf einem Wagen zusammengebaut. Durch ein abgeschirmtes Kabel ist die hier nicht sichtbare Quarzdose verbunden mit dem Verstärker. Oben befindet sich die Braunsche Röhre und davor der Photoapparat.

Die Druckschwankungen im Zylinder bewirken nun, daß der Fleck der Braunschen Röhre zu einem Strich auseinandergezogen wird. Um den zeitlichen Verlauf der Druckänderungen verfolgen zu können, ist es notwendig, den Fleck auch noch senkrecht zu obiger Richtung zu bewegen in einer mit der Zeit verknüpften Weise. Diese Zeitablenkung wird zweckmäßig gekuppelt mit der Welle des Motors. Eine Art eines solchen Ablenkgerätes zeigt die Abb. 19. Die Wirkungsweise ist folgende: Auf einer Welle, die mit derjenigen des Motors verbunden ist, rotiert ein Körper mit einem Hohlraum. In diesem Hohlraum befindet sich Wasser, das infolge der Fliehkraft einen geschlossenen Ring bildet. In dem linken Teil der Abbildung ist dieser Wasserring durch den äußersten Kreis dargestellt.

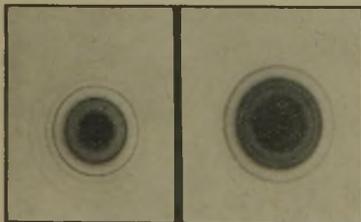


Abb. 17: Teilchengrößenbestimmung mittels Elektronen-Interferenzen  
Links: Scharfe Interferenzen, große Kriställchen  
Rechts: Breite Interferenzen, kleine Kriställchen

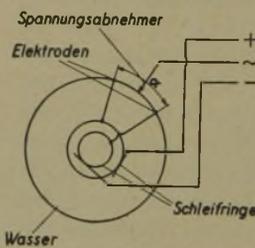
<sup>9)</sup> S. Meurer, ZS. VDI 80, 1447, 1936.

veränderlicher Drücke handeln. Es ist bekannt, daß man sich in solchen Fällen der sog. Indikatoren bedient. Die meist auf mechanischer Grundlage aufgebauten Instrumente genügen aber wegen ihrer relativ

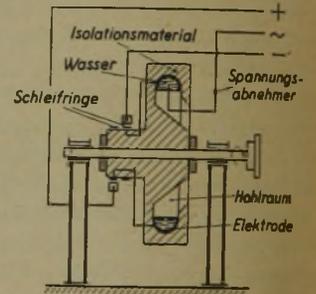
ringe eine Gleichspannung zugeführt. Eine dritte nicht rotierende

Elektrode, der „Spannungsabnehmer“, greift von außen in den genannten Hohlraum hinein. Die Spannung zwischen dem Spannungsabnehmer und einer anderen, also z. B. der + Elektrode, wird dem zweiten Ablenkplattenpaar der Braunschen Röhre zugeführt. Die Wirkungsweise

dieser Zeitablenkung geht nun aus dem linken Teil der Abbildung hervor, und man erkennt auch leicht den Vorteil dieses Ablenkgerätes: Die Spannung an den Zeitablenkplatten der Braunschen Röhre schwankt zwischen 0 und dem Maximalwert der angelegten Gleichspannung, aber so, daß das Anwachsen der Spannung auf den Höchstwert in einem Bruchteil  $\alpha$



Schalt-schema



Grundsätzlicher Aufbau

Abb. 19: Zeitablenkgerät

des gesamten Kurbelwinkels erfolgt, während der Abfall der Spannung wesentlich langsamer stattfindet. Man wird nun das Gerät so einstellen, daß der interessierende Vorgang im Zylinder, also zum Beispiel die Zündung und Verbrennung des Treibstoffes, gerade während des schnellen Anstieges der Spannung innerhalb des Winkels  $\alpha$  vor sich geht. Dann wird diese Phase auf dem Schirm der Braunschen Röhre stark auseinandergezogen, und Einzelheiten können klar erkannt werden.

Es interessiert bei solchen Untersuchungen vielfach der Zündverzug eines Treibstoffes bei Dieselmotoren, das ist die Zeit vom Beginn des Einspritzens des Treibstoffes

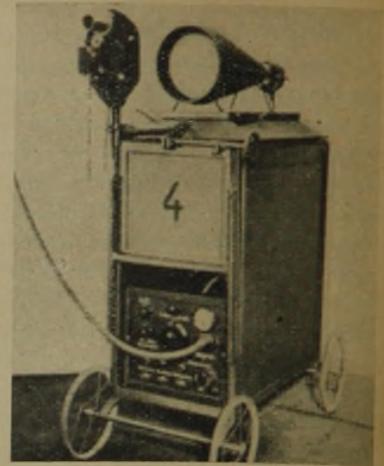


Abb. 18: Piezoelektrischer Indikator mit Verstärker, Braunscher Röhre und photographischem Aufnahmegerät

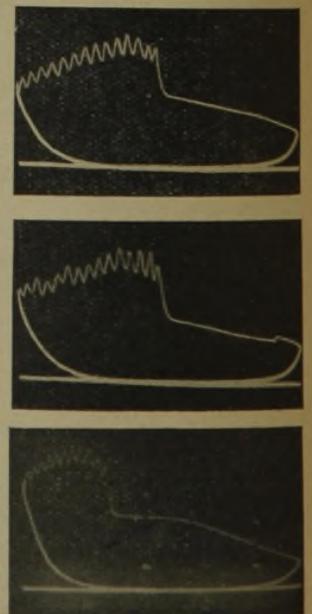


Abb. 20: Druck-Zeit-Diagramme  
Mitte: Mit Einspritzmarkierung  
Unten: Mit Zeitimpulsen

bis zur Verbrennung. Eine Vorrichtung, die von dem Einspritzventil betätigt wird, gestattet im Verein mit der Verstärkeranlage, dem ersten Ablenkplattenpaar der Braunschen Röhre eine kleine zusätzliche Spannung zu geben in dem Moment, wo die Einspritzung erfolgt. Man erhält so eine Markierung des Einspritzbeginnes. Und schließlich ist es möglich, wieder mit Hilfe der Verstärkereinrichtung, dem ersten Ablenkplattenpaar innerhalb des oben genannten Winkels  $\alpha$  zwei Spannungsimpulse zu geben, welche von der Welle des Motors aus gesteuert werden und nun ein absolutes Winkel- und damit bei bekannter Umdrehungszahl des Motors ein genaues Zeitmaß auf dem Bild der Braunschen Röhre oder auf der photographischen Aufnahme hinterlassen. Die Abb. 20 zeigt auf die besprochene Weise erhaltene Druck-Zeit-Diagramme.

Wir haben aus der großen Fülle der Methoden, welche die Physik der Betriebskontrolle an die Hand gibt, einige wenige herausgegriffen und an ihnen geschildert, welche wertvollen Möglichkeiten sie zur Lösung der mannigfachen Aufgaben bieten. Aus dem Gesagten und den Abbildungen ist zu entnehmen, daß altbekannte physikalische Erscheinungen und neuere Erkenntnisse gleichermaßen in den Dienst der Betriebskontrolle gestellt sind, daß ihre Anwendungen so durchgebildet wurden, daß sie den hier vorliegenden technischen Bedürfnissen trotz der meistens recht ungünstigen Betriebsbedingungen genügen, und daß sowohl die erreichten Empfindlichkeiten als auch die dabei erzielte Genauigkeit des Nachweises bzw. der Messung einen beachtlich hohen Wert erreicht haben.

## Vermaschung von Hoch- und Niederspannungsverteilungen – Netzgestaltung bei steigendem Stromabsatz\*)

Von Obering. Dr. von Mangoldt, Berlin

Die durch den außerordentlichen Stromanstieg in den letzten Jahren bedingte Notwendigkeit, die zur Verfügung stehenden Kraftquellen und Uebertragungsanlagen voll auszunutzen und die gleichzeitige Forderung nach größter Sicherstellung der Stromversorgung führten zwangsläufig zum Zusammenschluß der

gegeben wird, örtlich und zeitlich verschiedene Lastspitzen durch einen größeren Netzverband tragen zu lassen und damit unabhängig von der örtlichen Einzellastentwicklung zu werden. Es handelt sich um Messungen in einem Niederspannungsverteilungsnetz, das einmal bei Strahlensversorgung, das andere Mal in vermaschtem Betrieb eine Zusatzlast von 50 kVA an beliebigen Stellen aufzunehmen hatte. Wird die Zusatzlast z. B. im Punkte 5 angesetzt, so hat im offenen Netz die Station C die gesamten 50 kVA zu übernehmen. Im vermaschten Netz dagegen ist eine fast gleichmäßige Verteilung der Zusatzlast auf alle vier Stationen des Netzabschnittes möglich. Die Abbildung zeigt weiter, welche Verbesserung in der Spannungshaltung durch die Vermaschung zu erzielen ist. Bei Verschiebung z. B. einer Zusatzlast von 50 kVA auf der Strecke A — C treten im offenen Niederspannungsnetz Spannungsunterschiede von 4 bis 8 Prozent auf, während bei gleichen Verhältnissen im Maschennetz die Spannungshaltung nahezu konstant ist. Die mit der Vermaschung verbundenen Vorteile, die in Abb. 1 für ein Beispiel aus dem Niederspannungsgebiet erläutert sind, gelten sinngemäß auch für Hochspannungsnetze.

Zu den Stromversorgungssystemen, die durch ihre Struktur besonders geeignet für die Vermaschung sind, gehören die Verteilungsnetze der Großstädte. Den grundsätzlichen Aufbau einer großstädtischen Stromversorgung zeigt Abb. 2. Die große Zahl der Kleinabnehmer ist an ein das ganze Stadtgebiet überdeckendes Niederspannungsnetz von 220/380 V angeschlossen. Die Transformatoren dieses Netzes werden von einer Mittelspannungsversorgung von 3 bis 10 kV gespeist, an welche gleichzeitig die mittelgroßen Verbraucher angeschlossen sind. Das Mittelspannungsnetz wird über Groß-Abspannwerke durch ein Hochspannungsnetz von 20 bis 30 kV von den Kraftwerken aus gespeist, wobei gleichzeitig die Großverbraucher mit ihrem Energiebedarf befriedigt werden. Es ist dies das Schema einer sogenannten Dreispannungsversorgung. Ist die Energiedichte im Niederspannungsnetz sehr hoch und sind mittelgroße Verbraucher nur in geringer Zahl vorhanden, so kann die Mittelspannung fortfallen und die in Abb. 2 rechts dargestellte Zwei-

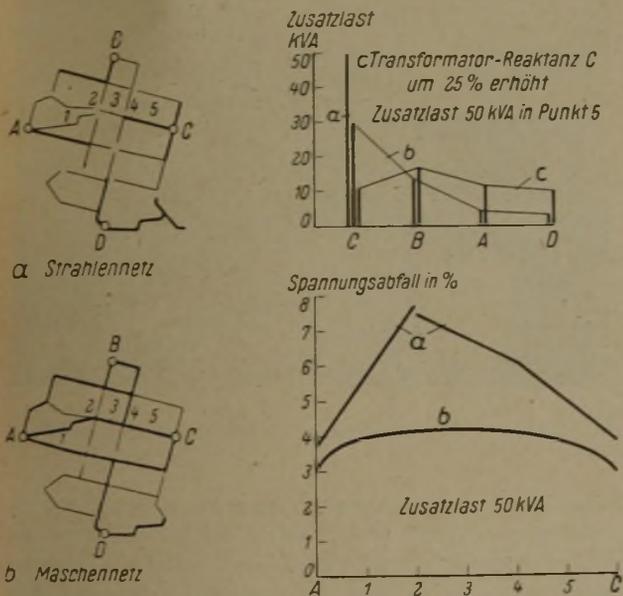


Abb. 1: Belastungsausgleich und Spannungshaltung in Netzen

Erzeugungsanlagen und insbesondere der Verteilungsnetze. Nur die Vermaschung erfüllt weitgehend die wesentlichen Bedingungen, die bei der Planung der Netze im allgemeinen gestellt werden, wie Lastausgleich, gute Spannungshaltung, Sicherstellung der Stromversorgung und die Möglichkeit beliebiger Erweiterbarkeit der Netze sowohl bei steigender Lastdichte wie zunehmender räumlicher Ausdehnung. Abb. 1 zeigt ein Beispiel dafür, wie durch die Vermaschung eines Versorgungsbezirkes die Möglichkeit

\*) Auszug aus einem in Dortmund gehaltenen Vortrag (VDE, Gau Ruhr-Lippe) Werkaufnahmen SSW.

spannungsversorgung als einfachere und wirtschaftliche Anordnung das Grundscheema einer Innenstadtversorgung bilden. Da die Lastspitzen der einzelnen Verbrauchergruppen zeitlich verschieden auftreten — z. B. haben die Großabnehmer, besonders die Industrie, ihr

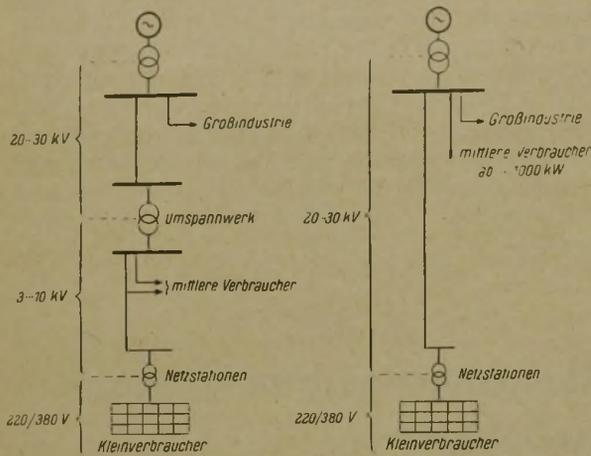


Abb. 2: Stromversorgung von Großstädten, Drei- und Zweiphasen-netze, grundsätzliches Schaltbild

Lastmaximum vielfach am Vormittag, während das Lastmaximum der Kleinabnehmer erst nachmittags auftritt —, so kann in der vereinigten Hochspannungsverteilung für alle Abnehmergruppen ein wesentlicher Spitzenausgleich erwartet und in der Auslegung der Uebertragungsmittel berücksichtigt werden.

Die schaltungstechnischen Zusammenhänge großstädtischer Hochspannungsnetze zeigt schematisch Abb. 3. Die räumlich enge Zusammenballung so großer Energiequellen, wie sie für die Großstadtversorgung erforderlich werden, führt naturgemäß zu außerordentlich hohen Kurzschlußbeanspruchungen. Die Kraftwerke (im Bild mit I, II, III bezeichnet), an deren Stelle auch an die Fernstromversorgung angeschlossene Umspannwerke treten können, werden daher nicht direkt, sondern nur über die Abspannwerke miteinander verbunden. Um noch wirtschaftlich tragbare Kurzschlußbeanspruchungen zu erhalten, werden die Abspannwerke in Gruppen unterteilt. Jede Gruppe erhält Zweifachspeisung von verschiedenen Kraftquellen aus, wobei in

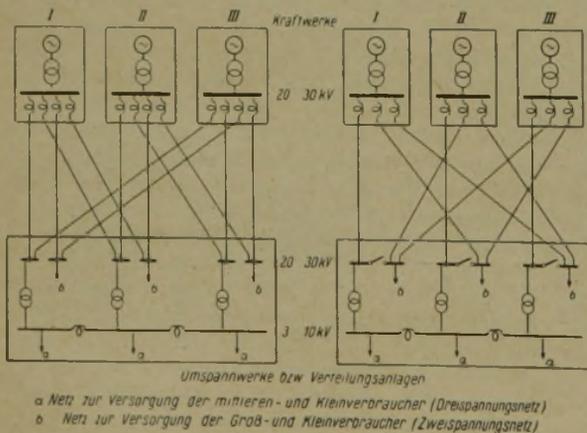


Abb. 3: Hochspannungsversorgung von Großstädten, Entwicklung der Gruppenschaltung

jedem Abgang im Kraftwerk eine Drosselspule eingebaut wird. Großkraftwerke (über 80 bis 100 MW) werden in Gruppen unterteilt, die über Längsdrosselspulen im Zuge der Sammelschienen gekuppelt sind. Die Unterspannungsseite der Abspannwerke wird wie die Sammelschienen der Großkraftwerke über Drosselspulen zusammengeschlossen. Eine derartige elastische Netzkupplung, welche die Vorteile des Zusammenschlusses hat, jedoch die Nachteile unzulässig hoher Kurzschlußbeanspruchungen vermeidet, ist unter der Bezeichnung der „Gruppenschaltung“ bekannt geworden. Abb. 3 zeigt links die Ausführung einer solchen Gruppenschaltung, wobei eine Drei- und Zweiphasenversorgung nebeneinander bestehen. Bei der zweiseitigen Speisung der Abspannwerksgruppe, die aus Sicherheitsgründen vorgesehen ist, ist das Kabelnetz nicht ausgenutzt. Außerdem tritt bei zunehmender Zahl von Kraftwerken und Abspannwerken die Gefahr einer zu dichten Vermaschung des Hochspannungsnetzes und damit zu großer Kurzschlußbeanspruchungen auf. In der Abb. 3 ist rechts eine vereinfachte Gruppenschaltung dargestellt, die diese beiden Gesichtspunkte berücksichtigt. Jede Abspannwerksgruppe des Dreiphasennetzes ist nun noch über ein Kabel gespeist. Die momentane Aufrechterhaltung der Stromversorgung bei einer Störung in einem Speisekabel ist durch den unterspannungsseitigen Zusammenschluß (über Längsdrosseln) sichergestellt. Die

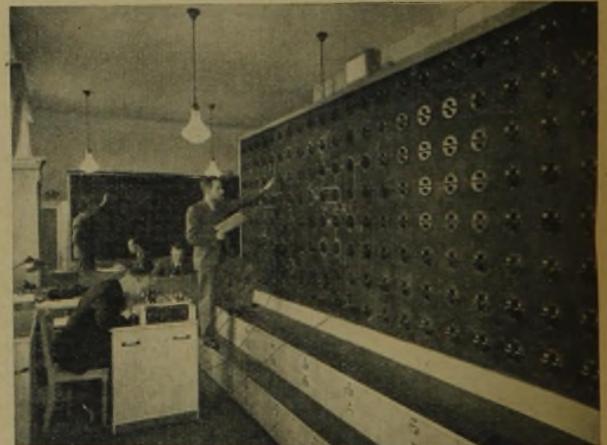


Abb. 4: Mehrraum der SSW mit Gleich- und Wechselstromnetz-Modell

Gruppen des Zweiphasennetzes werden weiter doppelseitig gespeist. Ueber sie erfolgt die Synchronisierung der Kraftwerke, und ihre Speisekabel dienen gleichzeitig als Reserve für die Nachbargruppe des Dreiphasennetzes, wenn deren Zuleitungskabel längere Zeit gestört sein sollte. Diese vereinfachte Gruppenschaltung bringt also bei gleicher Sicherheit eine wesentliche Ersparnis an Hochspannungskabeln und eine Verringerung der Kurzschlußbeanspruchungen.

Es ist notwendig, zur Beurteilung der Frage, in welcher speziellen Form eine solche Gruppenschaltung in jedem einzelnen durch örtliche Verhältnisse stets etwas anders gelagerten Fall am günstigsten durchgeführt wird, eingehende Berechnungen der Belastungsverteilung, der Beanspruchung der Uebertragungsmittel usw. anzustellen. Die rechnerische Lösung dieser Frage ist sehr zeitraubend. Um die Verhältnisse ausgedehnter

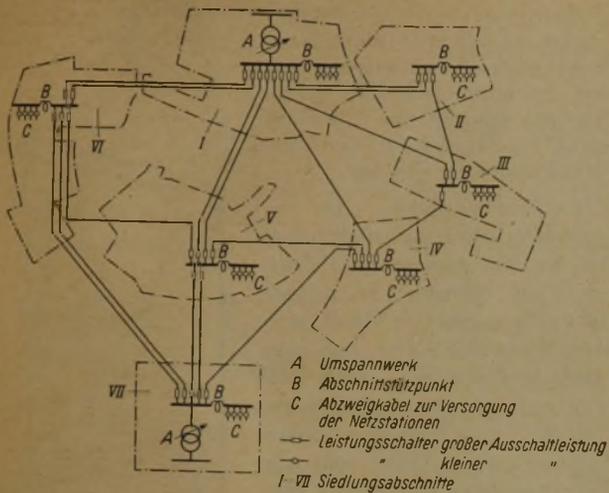


Abb. 5: Stromversorgung von Städten mit aufgelockerter Bauweise

und dicht vermaschter Netze in kurzer Zeit und in der erforderlichen Klarheit überblicken zu können, haben die SSW in den letzten Jahren für derartige Untersuchungen umfangreiche Netzmodelle erstellt, auf denen alle in der Praxis vorkommenden Netze widerstandsgetreu in ihren ohmschen, induktiven und kapazitiven Widerständen nachgebildet und je nach Bedarf durch Messung mit Gleich- oder Wechselstrom untersucht werden können. Abb. 4 gibt einen Einblick in den Messraum, in dem im Hintergrund das mit Gleichstrom, im Vordergrund rechts das mit Wechselstrom betriebene Modell zu sehen ist.

Neue Aufgaben in der großstädtischen Versorgung stellen auch die im Rahmen des Vierjahresplanes entstehenden Städte aufgelockerter Bauweise. Eine solche Stadt besteht, wie das Beispiel der Abb. 5 zeigt, aus einer Reihe von Siedlungsabschnitten, die durch Grüngürtel erheblicher Ausdehnung voneinander getrennt sind. Elektrisches Kochen und Heißwasserspeicher führen trotz Fehlens industrieller Großabnehmer zu hohen Lastspitzen. Infolge der verhältnismäßig großen Entfernungen und Leistungen kommt man hier zu höheren Versorgungs-Oberspannungen, als es für Städte normaler Bauweise, jedoch sonst ähnlicher Größe und Verbraucherstruktur erforderlich wäre. Kennzeichnend für die Gestaltung der Netze solcher Städte sind besondere Hochspannungsstützpunkte für jeden größeren Siedlungsabschnitt mit Vielfachspeisung über ein

vermaschtes, kräftig ausgebildetes Hauptverteilungsnetz; Mehrfacheinspeisung sowie reichliche Auslegung aller Anlagenteile dieses Hauptnetzes hinsichtlich Kurzschlußbeanspruchungen, um auch noch zu erwartenden Leistungssteigerungen gewachsen zu sein und endlich Einsatz von Drosselspulen an der wirksamsten Stelle, d. i. im Zuge der Sammelschienen der Stützpunkte, so daß mit Rücksicht auf die Kurzschlußbeanspruchungen eine wirtschaftliche Auslegung der Verteilungsnetze der einzelnen Siedlungsabschnitte möglich ist.

Neben den Geländenetzen kommen in der Industrie und auch bei der öffentlichen Versorgung noch Gebäudenetze größeren Ausmaßes vor, für die sich ebenfalls in vielen Fällen eine Vermaschung als günstig ergeben hat. Abb. 6 zeigt die Gestaltung einer industriellen Hallenversorgung mittleren Leistungsbedarfes.

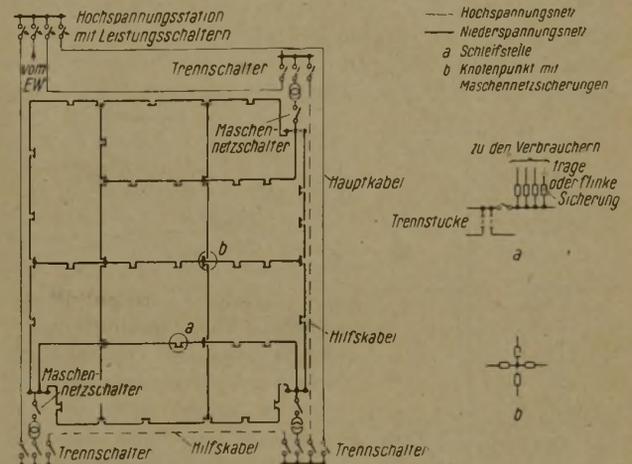


Abb. 6: Maschennetz mittlerer Energiedichte für industrielle Hallenversorgung

Die erläuterten Beispiele zeigen, daß nicht wahllos vermascht werden darf, sondern daß je nach den örtlichen Verhältnissen und Anlagenteilen der Grad der Vermaschung von der starren Zusammenschaltung, wie z. B. bei den Niederspannungsnetzen der Städte über die elastische Kupplung, z. B. bei der Hochspannungsversorgung bis u. U. zum teilweise offenen Betrieb in weitläufigen Netzen wechseln muß. Nur dann ist es möglich, in jedem Einzelfall die technisch und wirtschaftlich beste Netzform zu erhalten.

## Überwachung der Feuerung bringt Kohleersparnis

Von Dipl.-Ing. W. Hansen, Berlin

Ist der Wert der Kohle für die deutsche Wirtschaft schon in Friedenszeiten von unschätzbarem Wert, so hat der Krieg ihre Bedeutung für Deutschlands Handel und Arbeit noch weiter erheblich gesteigert. Heute ist sie nicht nur einer unserer wichtigsten Devisenbringer, sondern auch Rohstoff und Ursprung für zahllose Erzeugnisse, die wir sowohl zum Kriegführen als auch zum täglichen Leben benötigen. Neben dem lebenswichtigen Buna und dem künstlichen Benzin schenkt sie uns einen großen Teil unserer pharmazeutischen

\*) Werkaufnahmen: AEG., Berlin

Produkte, die herrlichen Anilinfarben u. a. m. Wenn der deutsche Boden auch kaum übersehbare Mengen dieses kostbaren Stoffes birgt, so sollte man doch nicht leichtsinnig und verschwenderisch damit umgehen, sondern mit Rücksicht auf den ständig steigenden Verbrauch und auf spätere Geschlechter so sparsam wie möglich damit sein.

In erster Linie ist die Kohle unsere Wärme- und Energiequelle, und der weitaus größte Teil der geförderten Kohle wird verfeuert; daher hat jede Steigerung der

Wirtschaftlichkeit auf diesem Gebiete einen ganz erheblichen Gewinn zur Folge. Die Verluste, die bei der Verfeuerung von Kohle auftreten, sind verschiedener Art. Im Durchschnitt machen die unverbrannten Rückstände in der Asche 4 bis 6 % aus. Die Höhe dieser Verluste ist in erster Linie von der Bauart des Rostes abhängig, aber auch von der Geschicklichkeit des Heizers und von der Güte des Brennstoffes. Andere Verluste, die hauptsächlich von der Bauart der Feuerungsanlage abhängen, sind diejenigen, die durch die Wärmeabstrahlung der Feuerung und des Kessels verursacht werden.

Die am stärksten ins Gewicht fallenden Verluste sind aber diejenigen, die durch ungenügende Verbrennung oder durch zu großen Luftüberschuß entstehen. Diese durch die Rauchgaszusammensetzung nachweisbaren Verluste schwanken sehr stark und sind im günstigsten Falle mit etwa 10 % anzusetzen. Bei idealer Verbrennung müßten die Abgase, die neben anderen Bestandteilen auch den Stickstoff der Luft enthalten, etwa 21 % Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) mitführen. Da aber alle Brennstoffe

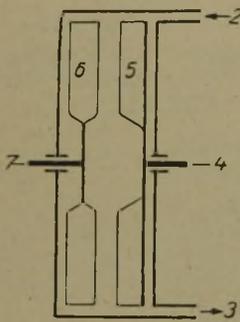


Abb. 1: Schema der Ranarex-Prüfkammer

einen Anteil Wasserstoff enthalten, zu dessen Verbrennung ein Teil des Luftsauerstoffs benötigt wird, beträgt der höchstmögliche Kohlendioxidgehalt der Abgase im Mittel nur etwas über 18%. Mit der zur Erzielung dieser Werte nötigen theoretischen Luftmenge wäre die Verbrennung jedoch unvollkommen, weil es auch bei guter Führung der Feuerungsgase nicht möglich ist, eine vollständige Mischung der Gasbestandteile zu erreichen. Ohne einen gewissen

Luftüberschuß entweichen durch den Schornstein Rauchgasbestandteile, die noch einen hohen Heizwert haben. In erster Linie ist auf das giftige Kohlenoxyd ( $\text{CO}$ ) und auf den Wasserstoff hinzuweisen.

Die Schwierigkeit bei der Einstellung der Feuerung, insbesondere bei der Bemessung des Luftüberschusses, besteht aber darin, daß man nicht über eine beliebige Luftmenge hinausgehen darf, weil ja die überschüssige Luft, insbesondere ihre an der Verbrennung unbeteiligten Bestandteile, also der Stickstoff und der überschüssige Sauerstoff, mit erwärmt werden müssen und den Wirkungsgrad der Anlage herabsetzen. Mit steigendem Luftüberschuß sinkt naturgemäß der Anteil der Kohlendioxid im Rauchgas.

Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Abgase ist also ein zuverlässiges Maß für die Güte der Verbrennung. Je besser die Verbrennung, desto geringer ist der Anteil an Unverbranntem im Rauchgas und desto höher der  $\text{CO}_2$ -Gehalt. Nun sind sowohl Kohlenoxyd ( $\text{CO}$ ) als auch Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Wasserstoff unsichtbare Gase, so daß der Heizer ohne geeignete Meßgeräte keine Möglichkeit hat, die günstigste Verbrennung einzustellen.

Die Erkenntnis, daß man durch richtige Einstellung der Feuerung erhebliche Gewinne erzielen kann, hat schon vor langer Zeit zu der Entwicklung von Rauchgasprüfern geführt, die fast ohne Ausnahme darauf hinausgehen, den Kohlendioxidanteil in den Abgasen zu messen. Die früher am häufigsten anzutreffenden Geräte arbeiteten auf chemischer Grundlage. Sie nutzten fast alle die Eigenschaft der Kalilauge aus, Kohlendioxid begierig aufzunehmen. Leitet man etwas Rauchgas in ein mit

Eichstrichen versehenes Glasgefäß, eine sogenannte Bürette, gießt dann etwas Kalilauge hinzu und schüttelt tüchtig durch, so kann man an der Abnahme des Gasinhaltes sofort den Kohlendioxidanteil ablesen.

Da dieses Verfahren zwar genau, aber etwas zu umständlich ist, hat man Geräte entwickelt, die auf gleicher Grundlage fortlaufend arbeiten. Häufig wirken sie in der Weise, daß eine bestimmte Gasmenge, z. B. 100  $\text{cm}^3$ , aufgefangen und durch ein mit Kalilauge gefülltes Gefäß gedrückt wird. Dann wird das von Kohlendioxid befreite Gas in ein ausdehnbares Gefäß geleitet, das vielfach in der Art der Gasometer der Gasanstalten

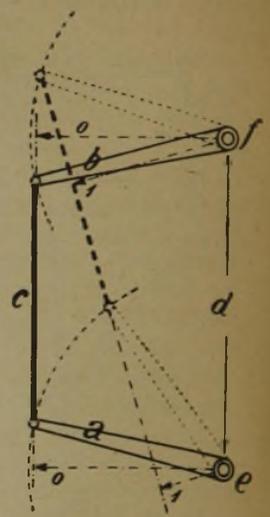


Abb. 2: Ranarex-Kupplung

gebaut ist. Ein Zeiger, der auf dem Deckel des Gefäßes angebracht ist, zeigt dann auf einer Skala unmittelbar den Kohlendioxidanteil des untersuchten Gases an. An Stelle des Zeigers kann man auch ein Schreibgerät anbringen, das die gefundenen Werte auf einen laufenden Streifen notiert. Ein großer Nachteil dieser Einrichtungen war früher, daß sie nur sehr langsam arbeiteten und daß ihre Anzeige etwa 10 Minuten hinter dem tatsächlichen Zustand der Feuerung hinterherhinkte, so daß sie dem Heizer, vor allen Dingen bei stark schwankender Kesselbelastung, nur eine unvollkommene Hilfe boten. In neuerer Zeit ist es aber gelungen, diese Geräte ganz bedeutend zu verbessern. Mit Hilfe von elektrischen Antrieben hat man den zeitlichen Abstand zwischen zwei Messungen auf etwa 2, in einzelnen Fällen sogar bis auf 1 1/2 Minuten drücken können.

Neben den chemischen Rauchgasprüfern haben sich in den letzten Jahren auch elektro-mechanische und rein elektrisch arbeitende Rauchgasprüfer einführen können, welche die verschiedenen physikalischen Eigenschaften der Gase für die Bestimmung des  $\text{CO}_2$ -Gehaltes ausnutzen. Neben einer ausreichenden Genauigkeit haben sie vor allen Dingen den Vorteil einer sehr schnellen Anzeige. Einer der bekanntesten elektro-mechanischen Rauchgasprüfer ist das Ranarex-Gerät, das das höhere spezifische Gewicht der Kohlendioxid gegenüber Luft zur Messung heranzieht.

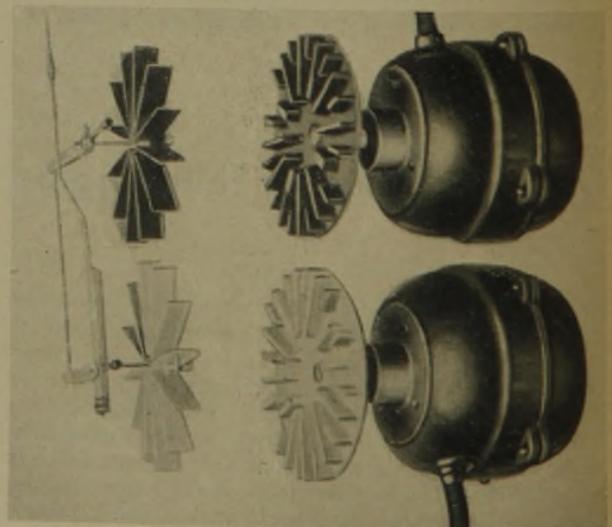


Abb. 3: Motoren, Treiber und Messwerk des Ranarex-Rauchgasprüfers für Drehstrom

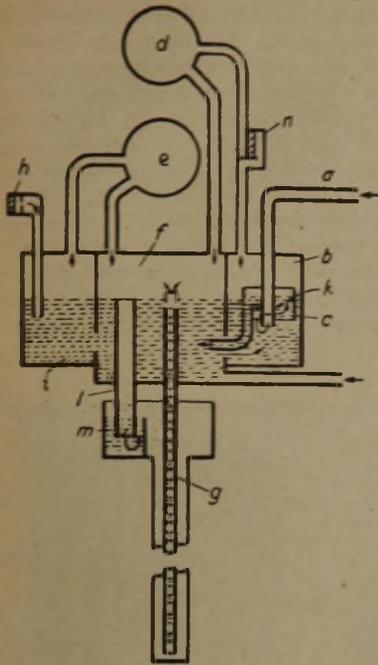


Abb. 4: Grundsätzliche Darstellung des Vorsatzgerätes mit den Meßkammern

gesaugt. Es tritt bei 2 ein und verläßt die Kammer bei 3. Das Flügelrad 5 wird durch einen kleinen Elektromotor angetrieben und wirbelt das Gas mit großer Geschwindigkeit in der Kammer herum. Es prallt auf das gegenüber angebrachte Flügelrad 6 auf, das lose drehbar, aber durch eine Feder belastet ist, die es bei stillstehendem Treibrad 5 in seine Ruhelage zurückführt. Die Kraft, die auf die Achse 7 des Meßrades 6 ausgeübt wird, ist bei gleichbleibender Drehzahl, gleichem Gasdruck und gleicher Temperatur ein Maß für das spezifische Gewicht des Gases in der Kammer. Die auf 7 wirkende Verstellkraft ist verhältnismäßig groß. Bei einer Antriebsenergie von 25 W ist das vom Meßrad aufgefangene Drehmoment etwa 350 cmg bei reiner Luft, 365 cmg bei 10 v. H. und 380 cmg bei 20 v. H. Kohlensäuregehalt. Da fortlaufend neues Rauchgas zuströmt, wird auch fortlaufend gemessen.

Würde man nur eine Meßkammer benutzen, so würde man Werte erhalten, mit denen man nicht viel anfangen kann, denn die Gasdichte, also das spezifische Gewicht des Gases, ändert sich ständig unter dem Einfluß des barometrischen Luftdruckes und der Temperatur. Außerdem beeinflussen Feuchtigkeit und Staubgehalt die Messung. Einen großen Einfluß übt schließlich die Gasgeschwindigkeit, die von der Drehzahl des Antriebsmotors abhängt, aus. Alle diese Einflüsse müßte man berücksichtigen, um brauchbare Ergebnisse zu bekommen. Einfacher ist es, wenn man darauf verzichtet, absolute Werte zu erhalten und das Gasgewicht in Verhältnis zu dem der umgebenden Luft bringt. Dies wird dadurch erreicht, daß man eine zweite Meßkammer verwendet, die genau der soeben beschriebenen gleicht, und in die atmosphärische Luft gesaugt wird. Der Drehsinn des Antriebsmotors in der Luftmeßkammer ist entgegengesetzt demjenigen des Motors in der Gaskammer. Infolgedessen ist das Verhältnis der von den Treibrädern auf die Meßräder übertragenen Drehmomente gleich dem Verhältnis der Dichte des Rauchgases zu der Dichte der Luft.

Zur Übertragung dieses Verhältnisses auf die Skala dient eine besondere Kupplung (Abb. 2). Je nach der Lage, welche die beiden Meßräder zueinander einnehmen, sind die wirksamen Hebellängen verschieden. Nimmt die Ranarex-Kupplung die gestrichelt gezeichnete

Stellung ein, so sind die wirksamen Hebellängen  $e=1$  und  $f=1$  verschieden und entsprechen dem Verhältnis der beiden Gasdichten, damit das System sich im Gleichgewichtszustande befindet. Das Meßrädchen im dichteren Gas verstellt demnach das andere Meßrädchen so lange, bis der Quotient der Drehmomente durch das Hebelverhältnis wieder ausgeglichen wird, das Meßsystem somit in die Gleichgewichtslage kommt und der auf der Meßradachse e angebrachte Zeiger an einer Skala die Gasdichte anzeigt. Wie einfach das Gerät in Wirklichkeit ist, zeigt Abb. 3, die die beiden Motoren, die Treiber, die Meßräder und deren Kupplung darstellt.

Um das Gas durch das Gerät zu saugen, bedient man sich, wie bereits erwähnt, eines Vorsatzgerätes, dem gleichzeitig die Aufgabe zufällt, Staub und andere Gasbestandteile, die das Gerät angreifen oder verschmutzen könnten, zu entfernen. Außerdem dient es dazu, Luft und Rauchgas auf den gleichen physikalischen Zustand zu bringen und dadurch die Vergleichsmessung zu vervollkommen. Die Arbeitsweise des Gerätes zeigt Abb. 4. Das durch die Fallrohrpumpe g angesaugte Gas tritt bei a durch das Vorsatzgerät in die Rauchgaskammer b ein. Dabei wird es durch die Waschorrichtung k geführt, die das Gas in einer ganz genau vorgeschriebenen Zeit mit Hilfe von besonders gestellten Leitschaukeln durch das Wasser wirbeln. Diese Zeit muß so bemessen sein, daß zwar alle schädlichen Gasbestandteile, in erster Linie Schwefeldioxyd, vom Wasser aufgenommen, andere Gase, z. B. Kohlensäure, aber nicht gelöst werden. Im Anschluß daran gelangt das Gas über das Wattefilter (n) in die Rauchgasprüfkammer d. Schließlich wird es durch die Pumpenkammer (f) und die Fallrohrpumpe (g) abgesaugt und herausbefördert.

Mit der Luft, die für die Vergleichsmessung benötigt wird, wird ähnlich verfahren. Sie strömt links durch ein Rohr ein, an dessen Ende ein Staubfilter (h) vorgesehen ist, wird durch das Wasser gefeuchtet, gelangt in die Meßkammer (e) und schließlich in die Pumpenkammer (f), von wo sie durch die gleiche Fallrohrpumpe, die auch das Gas absaugt, herausbefördert wird. Die Pumpe hat die Annehmlichkeit, überaus einfach zu sein, und keinerlei Düsen oder dergleichen zu haben, die sich im Laufe der Zeit zu setzen könnten. Sie erspart ferner die in den Meßkammern sonst eingebauten Saugräder.

Das Vorsatzgerät erfüllt alle Forderungen. Dergleiche Druck von Rauchgas und Luft ist dadurch gewährleistet, daß die Meßkammern durch Leitungen von geringem Strömungswiderstand mit der Pumpenkammer in Verbindung stehen. Die gleiche Temperatur erhalten sie dadurch, daß sie durch Wasser von gleicher Temperatur strömen. Hierdurch wird auch die

neue Stellung ein, so sind die wirksamen Hebellängen  $e=1$  und  $f=1$  verschieden und entsprechen dem Verhältnis der beiden Gasdichten, damit das System sich im Gleichgewichtszustande befindet. Das Meßrädchen im dichteren Gas verstellt demnach das andere Meßrädchen so lange, bis der Quotient der Drehmomente durch das Hebelverhältnis wieder ausgeglichen wird, das Meßsystem somit in die Gleichgewichtslage kommt und der auf der Meßradachse e angebrachte Zeiger an einer Skala die Gasdichte anzeigt. Wie einfach das Gerät in Wirklichkeit ist, zeigt Abb. 3, die die beiden Motoren, die Treiber, die Meßräder und deren Kupplung darstellt.

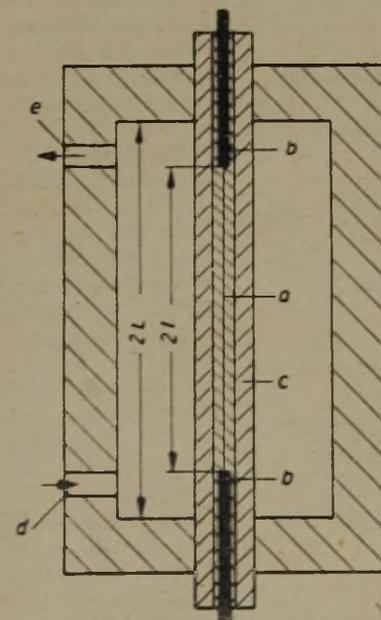


Abb. 5: Schema einer Kammer des elektrischen Rauchgasprüfers

- a = Heizdraht, b = Stromzuführungen,
- c = Sintertonerdeströhrchen, d = Gas Eintritt,
- e = Gasaustritt

Feuchtigkeit praktisch gleich der durch diese Temperatur bestimmten Sättigungfeuchtigkeit gemacht. Schließlich werden die Gase so abgekühlt, daß ihr Taupunkt etwas unter Raumtemperatur liegt, so daß sie sich nicht in den Meßkammern niederschlagen können.

Das gleiche Vorsatzgerät wird auch für andere Rauchgasprüfer verwendet, wie z. B. für ein rein elektrisches Gerät, das die AEG vor einiger Zeit entwickelt hat und das die verschiedene Wärmeleitfähigkeit der Gase zur Messung heranzieht. Den Grundgedanken der Einrichtung zeigt eine schematische Darstellung der Prüfkammer (Abb. 5). In der Kammer, deren Wände die Wärme gut fortleiten, ist ein Heizstab angebracht, der durch einen darin eingeschlossenen Glühdraht geheizt wird.

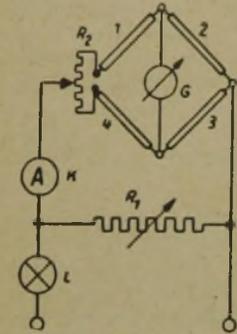


Abb. 6: Schaltung des  $\text{CO}_2$ -Gebers

Da der Draht mit gleichbleibender Stromstärke und Spannung gespeist wird, bleibt seine Temperatur nach dem Anheizen so lange gleich, als die Wärmeleitung von dem Draht zu den Wandungen der Kammer gleich bleibt. Führt man aber ein anderes Gas in die Kammer ein, so ändert sich die Temperatur des Drahtes oder des Heizstabes, weil der Wärmestrom zu den Wandungen größer oder kleiner wird. Befand sich z. B. vorher Luft in der Prüfkammer und führt man dann Rauchgas ein, so steigt die Temperatur des Drahtes, weil die Kohlensäure die Wärme langsamer an die Wandungen weitergibt. Mit steigender Temperatur steigt aber auch der elektrische Widerstand des Drahtes, so daß man an einem elektrischen Meßgerät die Temperatur, also auch den Kohlensäuregehalt des Gases, ablesen kann. Ähnlich wie bei dem Renarex-Gerät werden auch hier keine absoluten Werte gemessen, sondern Vergleichsmessungen zur atmosphärischen Luft angestellt. Daher verwendet man nicht eine, sondern vier Meßkammern und zwar zwei für Rauchgas und zwei für Luft. Die vier Kammern sind zu einer Wheatstonesche-Brückenschaltung zusammengefaßt. Abb. 6 zeigt die elektrische Grundschaltung des Gerätes. 1 und 3 sind die Rauchgaskammern, 2 und 4 die mit Luft gefüllten Vergleichskammern. Der genaue Brückenstrom wird mit Hilfe des Widerstandes  $R_1$  eingestellt, während der Gesamtstrom des Gerätes durch den Eisenwasserstoff-Widerstand L selbsttätig gleichgehalten wird. Zu Beginn der Messung wird das Anzeigergerät G mit Hilfe des Widerstandes  $R_2$  auf Null eingestellt. Dann werden auch die für Rauchgas bestimmten Meßkammern mit Luft gefüllt. Den vollständigen Aufbau des Gerätes zeigt Abb. 7.

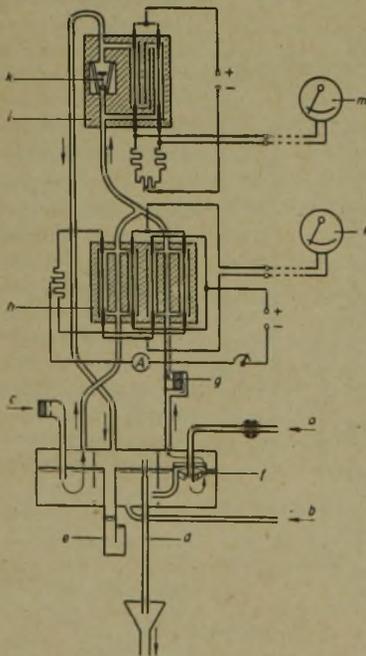


Abb. 7: Darstellung einer vollständigen, rein elektrischen Rauchgas-Prüfanlage

Das Rauchgas tritt bei a ein. Man erkennt in der Leitung den Dreiwegehahn, durch den man zum Einstellen des Gerätes auch die Rauchgaskammern mit Luft füllen kann. Nachdem das Gas dann durch das bereits beschriebene Vorsatzgerät gegangen ist, strömt es durch den Filter g in den Block h, in dem alle vier Meßkammern untergebracht sind. Die Meßkammern liegen, wie aus der Darstellung hervorgeht, im Nebenschluß zu dem Gasstrom. Dadurch erreicht man, daß zwar ständig ein lebhafter Gasstrom durch das Gerät geht und die Anzeige sehr schnell dem tatsächlichen Zustand der Feuerung folgt, ohne daß die Gasströmung die Anzeige durch fortleitende Wärme wesentlich beeinflusst.

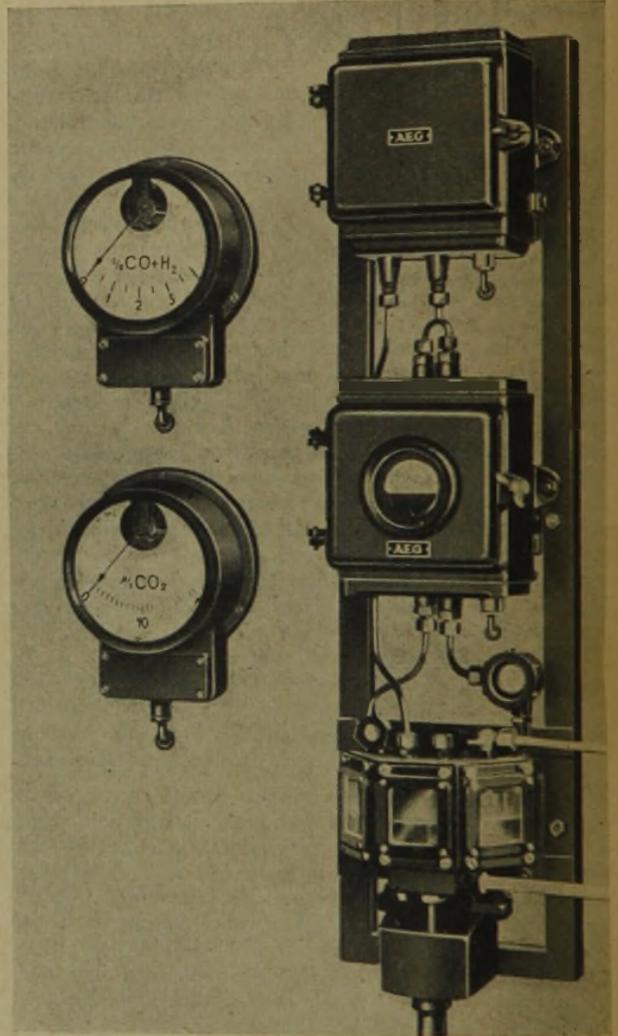


Abb. 8: Elektrischer AEG-Rauchgasprüfer

Die Vergleichsluft tritt bei c ein, geht ebenfalls durch das Vorsatzgerät, und gelangt in die beiden linken Kammern des Blockes h. Hinter den vier Meßkammern vereinigen sich Luft und Rauchgas und gelangen gemeinsam in ein neues Meßsystem, das im Grunde dem beschriebenen  $\text{CO}_2$ -Messer gleicht. Nur sind die Drähte hier unverkleidet und haben eine so hohe Temperatur, daß die im Rauchgas enthaltenen unverbrannten Bestandteile — also Kohlenoxyd (CO) und Wasserstoff (H) — durch den Sauerstoff der Vergleichsluft zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  katalytisch verbrannt werden. Diese Oxydation ruft eine Temperaturerhöhung des Drahtes, also eine Widerstandszunahme hervor, die an einem besonderen Anzeigergerät sichtbar gemacht wird. Es ist

so geeicht, daß man den CO+H-Anteil sofort ablesen kann.

Das Gerät zum Messen der unverbrannten Bestandteile kann gegebenenfalls abgeschaltet werden. Dies ist aber nicht empfehlenswert, weil die CO+H-Mengen das Meßergebnis des Kohlensäureprüfers im elektrischen Rauchgasprüfer verfälschen können.

Zum Schluß zeigt Abb. 8 das betriebsfertige, elektrische Rauchgasprüfgerät. Unten erkennt man das Vor-

satzgerät, während die Prüfeinrichtung für die unverbrannten Bestandteile des Rauchgases entgegen der schematischen Darstellung in Abb. 7 in der Mitte untergebracht ist. Der eigentliche CO<sub>2</sub>-Anzeiger ist oben angeordnet. Auffallend sind auch die großen und übersichtlichen Skalen der Anzeigergeräte, die an beliebiger Stelle auch in größerer Entfernung des eigentlichen Rauchgasprüfers aufgestellt werden können, so daß die Feuerungsanlage von jeder gewünschten Stelle aus kontrolliert werden kann.

## Eine neue hochwertige Kessel-Elektrode\*)

Fast alle Erzeugnisse der Eisen und Stahl verarbeitenden Industrie, ganz gleich ob es sich um Tanks, Fördergerüste, D-Zug-Wagen, Brücken oder Hochöfen handelt, werden heute in vielen Ländern auch geschweißt ausgeführt. Um den hohen Anforderungen, die an die elektrischen Schweißungen gestellt werden, zu genügen, wurden hochwertige Elektroden entwickelt. Auf diesem Gebiete ist in letzter Zeit die neue „GHH-Pan 15“ für hochwertige Kesselschweißungen herausgebracht worden.

Im Apparate-, Kessel- und Druckbehälterbau, in dem die zu verschweißenden Bleche Stärken über 100 mm

hin verschoben ist, daß die Werte sich bei  $-60^{\circ}\text{C}$  noch in der Hochlage bei  $9\text{ mkg/cm}^2$  befinden. Die bei den Arbeitsprüfungen für den 0,9-Faktor von hochbewerteten Kesselschweißungen vorgeschriebenen

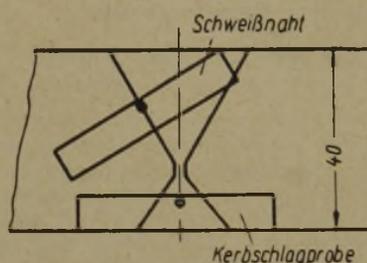
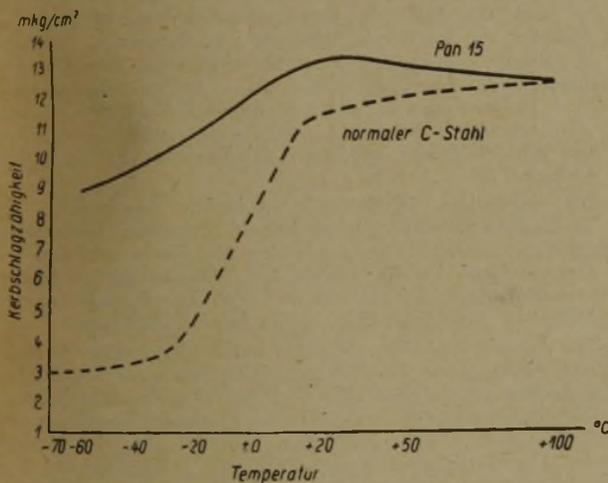


Abb. 2: Kerblage zur Prüfung des Schweißgutes

Werte werden daher auch bei tiefen Temperaturen mit Sicherheit erreicht. Wegen dieser Eigenschaften wird die Elektrode „GHH-Pan 15“ u. a. für Tieftemperatur-Behälter der chemischen Industrie in großem Umfange verschweißt. Sie hat sich aber nicht nur bei Beanspruchung bei tiefen Temperaturen bewährt und mit Sicherheit die Bedingungen der Verfahrensprüfung für den 0,9 Faktor erfüllt, sondern sie ist vor allen Dingen eine Elektrode, die nach dem Spannungsfreiglühen ( $650^{\circ}\text{C}$ ) geschweißter Konstruktion außerordentlich hohe Prüfwerte erreicht. Zum Beispiel erreicht die Schweißverbindung bei Izeit-II-Blech von 40 mm Stärke, spannungsfrei gegläht, die in Abb. 3 aufgezeichneten Kerbschlagzähigkeitswerte. Bei Raumtemperatur bei Kerb-



erreichen, sind die Anforderungen an die Schweißverbindung besonders groß. Neben porenfreiem, sauberem Schweißgut müssen hohe Festigkeit bei gleichzeitig hoher Dehnung und guter Schmiedbarkeit gewährleistet sein. Als besonders wichtiges Kriterium gilt für diese Schweißungen die Kerbschlagzähigkeit. Sie kennzeichnet den Widerstand der Verbindung gegen schlagartige Beanspruchung. Zugleich ist sie eine Prüfung der richtigen Glühbehandlung. Das Schweißgut der „GHH-Pan 15“ hat nach dem Glühen folgende mechanische Eigenschaften:

Festigkeit: Streckgrenze: Dehnung: Einschnürung:  
 $\sigma_B$  48 kg/mm<sup>2</sup>  $\sigma_S$  37 kg/mm<sup>2</sup>  $\delta_5$  28—31%  $\Psi$  50—60%

In Abb. 1 ist die hohe Kerbschlagzähigkeit des Schweißgutes (ungeglüht) im Vergleich zu einem normalen Kohlenstoffstahl gleicher Festigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur aufgetragen. Man sieht hier, daß der Steilabfall der Kerbschlagzähigkeit im Schweißgut der neuen Elektrode soweit nach tiefen Temperaturen

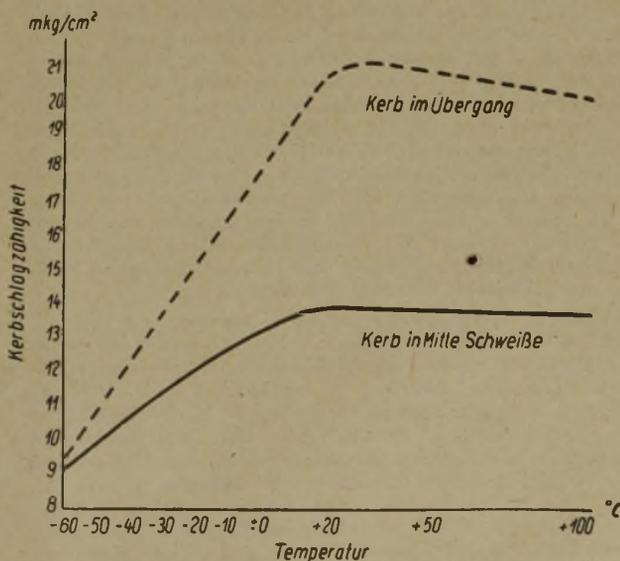


Abb. 3: DVMR-Probekörper „GHH-Pan 15“ verschweißt in Ix II (40 mm)

\*) Werkbilder: Gutehoffnungshütte, Werk Sterkrade

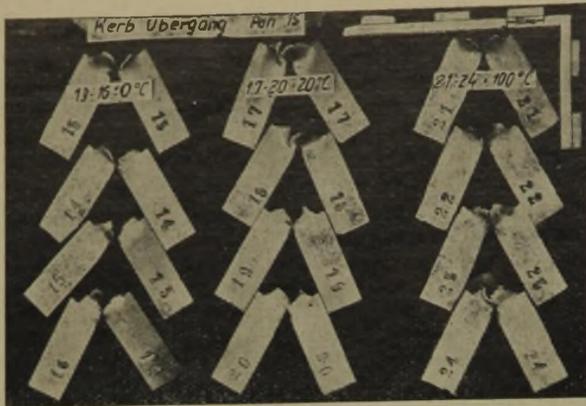


Abb. 4: Kerbschlagproben aus dem Schweißgut der „GHH-Pan 15“

lage im Übergang hat sie  $20 \text{ mkg/cm}^2$ , in Mitte Schweißse 14  $\text{mkg/cm}^2$  (DVMR-Probe). Abb. 4 veranschaulicht den außerordentlich zähen Bruch der Kerbschlagproben. Das Schweißgut besitzt sowohl vor als auch nach der Glühbehandlung neben hoher Festigkeit, hohe Kerbschlagzähigkeit bei Raumtemperatur wie bei tiefen Temperaturen.

Erwähnenswert ist ferner die hohe Abschmelzgeschwindigkeit, die z. B. bei der 4-mm-Elektrode und einer Abschmelzlänge von 400 mm nur 62 Sek. und für die 5-mm-Elektrode 75 Sek. beträgt.

Mit der Einführung dieser neuen hochwertigen Kessel-Elektrode, die hohe Wirtschaftlichkeit (schnelles Fließen), gute Schweißereigenschaften und hohe mechanische Prüferte in sich vereinigt, ist wesentlich zur Entwicklung der Schweißtechnik beigetragen worden.

## Aus den Vereinen

### VDI, Bergischer Bezirksverein

#### Der Seekrieg gegen England

Von Konteradmiral Hans Walther

Aus dem Vortrag im Bergischen Bezirksverein des VDI am 29. Mai 1940 in Wuppertal

England führt seinen Seekrieg gegen Deutschland nach den Methoden des Weltkrieges 1914/18 in Form der Fernblockade. Der Englische Kanal ist durch Minen abgesperrt, nördlich Schottland wird die Blockade durch Hilfskreuzer auf einer Linie Shetland-Inseln—Fär-Öer—Island ausgeübt. Unter Mißachtung des Völkerrechts übt England eine rücksichtslose Kontrolle des Seehandels der Deutschland benachbarten neutralen Staaten aus, konfingentiert ihre Einfuhr und ist bemüht, jeden Transithandel zu unterbinden.

Unberührt von der englischen Blockade ist die Ostsee. Nach Vernichtung der polnischen Flotte üben wir in diesem geschlossenen Meeresgebiet die uneingeschränkte Seeherrschaft aus. Gegen einen Einbruch englischer Überwasserstreitkräfte sichern Minensperren am Südeingang vom Kleinen und Großen Belt und dem Sund. Nach der Besetzung von Dänemark und Norwegen ist eine große Minensperre zwischen der Südspitze Norwegens und der Nordspitze Dänemarks zum Schutz der Transporte nach Oslo ausgelegt. In der Nordsee haben wir zunächst einen ausgedehnten Minen- und U-Boot-Handelskrieg an der englischen Ostküste mit bestem Erfolge geführt. Durch Flugzeugangriffe wurde dieser Krieg gegen Englands Seehandel wirksam unterstützt.

Die Ausweitung der englischen Bannwarenlisfe, die praktisch jede Einfuhr nach Deutschland zu verhindern sucht, haben wir durch einen entsprechenden Zusatz zur Prisenerordnung erwidert. Auf dieser Rechtsgrundlage haben wir mit Überwasserfahrzeugen im Skagerrak und Kattegatt Handelskrieg geführt und nach bisher vorliegenden Veröffentlichungen rund 250 Handelsschiffe mit 600 000 Bruttoregisterlonnen zur Aburteilung durch das Prisengericht in Hamburg aufgebracht. Vorstöße schwerer Seestreitkräfte gingen bis an die Westküste von Norwegen und bis in die Gegend von Island. Im Atlantik führten die Panzerschiffe „Deutschland“ und „Admiral Graf Spee“ sowie bisher nicht genannte Hilfskreuzer erfolgreich Handels- und Minenkrieg.

Die Besetzung von Dänemark und Norwegen, von Holland, Belgien und dem angrenzenden französischen Küstenstrich bis Abbeville brachte uns in Besitz von Häfen und Stützpunkten, deren Bedeutung in militärischer und wirtschaftlicher Hinsicht sehr hoch zu veranschlagen ist. Militärisch sind wir aus dem engen Küstengebiet der Deutschen Bucht herausgekommen. Die Lage der norwegischen Häfen und der Kanalhäfen bedeuten eine starke Bedrohung Englands. Das Schreckgespenst der Invasionsgefahr wird in England bereits an die Wand gemalt. Wirtschaftlich ist der ganze europäische Wirtschaftsblock durch einen „wirtschaftlichen Westwall“ von England abgetrennt.

Die militärische Stärke der Insellage Englands ist durch die

Flugwaffe stark beeinträchtigt. Die wirtschaftliche Schwäche des Inselreichs muß sich bald katastrophal auswirken. England ist von seiner Einfuhr zur See vollkommen abhängig. An Lebensmitteln produziert es etwa 30 v. H. seines Bedarfs, alles andere muß auf dem Seewege eingeführt werden. An Bodenschätzen hat es überreichlich Kohle, dagegen reicht das Vorkommen an Eisenerzen für den Bedarf der Industrie schon lange nicht mehr aus. Die Zufuhr von Lebensmitteln, Grubenholz, Papiermasse, Zellulose, Eisenerz ist durch die Sperrung des Ostseeverkehrs und des Seeverkehrs von Norwegen, Holland und Belgien für England in einem krisenhaften Ausmaß eingeeengt. Der Gesamtaufßenhandel Englands erfährt eine Verringerung von etwa 12 v. H. Der Ersatz für die ausfallende Einfuhr kann nur aus weit entfernt liegenden Ländern unter Aufwendung eines um ein Vielfaches größeren Schiffsraumes herangeschafft werden.

Die englischen Schifffahrtlinien laufen zwangsläufig am Westeingang des Englischen Kanals zusammen. Nur wenige Schifffahrtlinien führen durch den Nordkanal und den St.-Georgs-Kanal in die Irische See. Gegen diesen Schiffsverkehr richtet sich in erster Linie der Handelskrieg mit U-Booten. Sie fassen England an seinem Lebensnerv.

Zur Abwehr der U-Boot-Gefahr hat England seine Handelsschiffe von über 500 Bruttoregisterlonnen mit Geschützen bewaffnet. Außerdem läßt Churchill die Handelsschiffe als Geleitzüge unter dem Schutz von Kreuzern, Zerstörern und Flugzeugen fahren. Außerdem befindet sich die U-Boot-Abwehr durch eine große Zahl von U-Boot-Jägern, Zerstörern, Patrouillenbooten, Motorbooten, Jachten und Fischdampfern mit Geschützen, Horschapparaten und Wasserbomben auf einer beachtlichen Höhe. Die technischen Verbesserungen unserer U-Boote auf Grund der Kriegserfahrungen sichern sie in hohem Maße gegen die ihnen drohenden Gefahren. Die Verluste haben sich in engen Grenzen gehalten. Ein intensiv gesteigerter U-Boots-Bau bringt uns einen ständigen Zuwachs.

Bewaffnete Handelsschiffe werden von uns als Kriegsschiffe behandelt und dürfen warnungslos versenkt werden. Schiffe im Geleit von Kriegsfahrzeugen setzen sich nach den Bestimmungen der Prisenerordnung „allen Gefahren der Kriegführung“ aus, d. h. sie können auf, über und unter Wasser rücksichtslos mit Geschützen, Bomben und Torpedos angegriffen werden, gleichgültig, ob sie eine neutrale oder eine feindliche Flagge führen.

Nach den bisherigen Erfahrungen hat England seine Rolle als seebeherrschendes Volk ausgespielt. Seine Flotte kann durch ihr bloßes Vorhandensein den englischen Handel nicht mehr schützen. Sie hat sich aktiv einsetzen müssen und hat bereits schwerste Verluste erlitten. Sie hat die Besetzung von Dänemark und Norwegen nicht verhindern, die Katastrophe der Flandernschlacht nicht abwenden, den geordneten Rückzug des zersprengten Expeditionskorps nicht ermöglichen können. Der Ausfall eines bedeutenden Teiles seiner bisherigen Einfuhr und die dauernd steigende Frachtraumnot durch unsere Blockademafnahmen werden die wirt-

schaffliche Not des Inselstaates bald zur Katastrophe steigern. Dazu kommt noch die militärische Bedrohung.

Gegen Deutschland hat die Blockade ihre Schrecken verloren. Der Blockadering ist äußerst lückenhaft, die vorbeugenden wirtschaftlichen Maßnahmen sichern uns praktisch die Blockadefestigkeit, die durch die Wirtschaftsverträge mit Rußland und Rumänien weiter erhöht wird. Wir können nicht ausgehungert werden, und aus Mangel an Rohstoffen brauchen wir niemals zu kapitulieren. Unsere Wissenschaft hat uns in hohem Maße von den englischen Monopolen unabhängig gemacht. Unsere Wehrmacht ist die beste der Welt. Unsere überragende politische, wirtschaftliche und militärische Führung sichert uns den Erfolg. Der uns aufgezungene Krieg muß nach den Worten des Führers „der glorreichste Sieg der deutschen Geschichte“ werden.

## VDI, Niederrheinischer Bezirksverein

### Weiblicher Arbeitseinsatz in der Eisen verarbeitenden Industrie

Auszug aus dem am 22. Mai 1940 vor dem VDI., Düsseldorf, von Dr.-Ing. H. Schumann gehaltenen Vortrag

Die außergewöhnlichen wirtschaftlichen Verhältnisse haben schon längere Zeit vor dem Kriege zum verstärkten Einsatz weiblicher Arbeitskräfte geführt. Außer auf den Gebieten, die schon vor Jahrzehnten die Frau in der Fertigung einsetzten, wie die Feinwerktechnik, Elektroindustrie, Textilgewerbe usw., ist heute vor allem in der Eisen verarbeitenden Industrie die Heranziehung weibliche Arbeitskräfte erforderlich. Die heutige Aufgabe liegt infolge der bereits seit längerem stark angespannten Arbeitsmarktlage nicht nur in der Steigerung der Gesamtzahl der Beschäftigten, sondern vor allem in der Umschulung einer beträchtlichen Zahl von Beschäftigten. Die besonderen Schwierigkeiten aber ergeben sich daraus, daß Frauen an Arbeitsplätze gestellt werden müssen, die nicht als weibliche Arbeiten schlechtweg angesehen werden können.

Die Kennzeichnung weiblicher Arbeiten kann und darf nicht durch eine Schätzung erfolgen, vielmehr ist eine Gliederung nach Anforderungen vorzunehmen, die die Arbeit an den sie ausführenden Menschen stellt. Durch eine Beurteilung beispielsweise nach:

1. geistigen Anforderungen,
2. Anforderungen an Erfahrung,
3. körperlichen Anforderungen und
4. Einflüssen von außen,

ist eine gute Kennzeichnung der Arbeiten möglich, die von Frauen geistig, technisch und körperlich bewältigt werden können.

Hinsichtlich der geistigen Anforderungen versagt die Frau, im großen Durchschnitt gesehen, bei selbständigen technischen Arbeiten; Ursache hierfür dürfte das meist grundsätzlich geringe Interesse der Frau an der Fabrikarbeit sein, herrührend von der meist unzureichenden Schulung, die kaum eine Möglichkeit gibt, die Arbeit unter gewissen größeren Gesichtspunkten zu betrachten. Die grundsätzlich positive Einstellung der Frau zur Fabrikarbeit in der Eisen verarbeitenden Industrie dürfte demnach eine reine Erziehungsfrage sein, an der wir aber aus volkspolitischen Gründen kein gesteigertes Interesse haben können.

Hinsichtlich handwerklicher Erfahrungen und Geschicklichkeit vermögen Frauen höchsten Anforderungen zu genügen, nach ausreichender Anlernzeit auch bei verwickelten Arbeitsgängen. Durch den stark ausgeprägten Drang des Geldverdienens werden oft erstaunliche Leistungen vollbracht.

Die körperlichen Leistungen werden bestimmt durch Länge der Arbeitszeit und durch die Art der Arbeit. Erstere liegt in der Arbeitszeitordnung fest und soll nur in besonderen Ausnahmefällen durch Ausnahmeanträge überschritten werden. Hinsichtlich der Art der Arbeit unterliegt es der Verantwortung der Betriebsführer, Frauen nicht an Arbeiten zu stellen, die ihnen schlechtweg nicht zugemutet werden können. Infolge der großen Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der Frauen ist ein Eingehen auf jeden einzelnen Fall unerlässlich. Im übrigen sind Frauen einer großen Anzahl der in der Eisen verarbeitenden Industrie vorkommenden Arbeiten durchaus gewachsen.

Die Gesundheit der Frau verbietet den Einsatz in Betrieben, die durch Einflüsse von Gas, Staub, Dämpfen usw. eine besondere Gefährdung darstellen.

Bei Durchführung des Einsatzes wird es nur in verhältnismäßig wenigen Fällen möglich sein, ein einfaches Auswechseln der männlichen gegen weibliche Arbeitskräfte vorzunehmen. Große Stückzahlen, einfache, weit unterteilte Arbeitsgänge, kleine bis mittlere Werkstückgewichte begünstigen den Einsatz. Sind diese Anforderungen erfüllt, so muß die Arbeit der Betriebsingenieure einsetzen, die oft die völlige Umgestaltung der Fertigungsfolgen erfordert. Auch hier kann der Vorrichtungsbau wichtige Aufgaben erfüllen. Dies gilt im selben Maße für Hand- und Maschinenarbeiten.

Die Anlernung kann in der Fertigung selbst oder aber in getrennten Schulungs- oder Lehrwerkstätten erfolgen. Das erste Verfahren hat sich bei allen einfachen Arbeitsgängen ausgezeichnet bewährt, da es einen raschen Einsatz ermöglicht. Die getrennte Schulung empfiehlt sich bei allen Tätigkeiten, die umfassendere Kenntnisse voraussetzen, z. B. bei der Anlernung zu Schlosserinnen, Werkzeugmacherinnen und Schweißerinnen. Es hat sich als günstig erwiesen, Frauen zunächst in der Fertigung einzusetzen und diejenigen, die sich dort besonders bewährten, einer weiteren getrennten Schulung zuzuführen. Ein gewisses Mindestmaß an Schulung ist stets von Vorteil, da dadurch auch das Interesse zur Arbeit gesteigert wird. Der Umfang der Schulung soll aber bei einfachen Arbeiten, die lediglich eine gewisse Übung erfordern, nicht übertrieben werden.

Die richtige Auslese, verbunden mit einer einfachen Eignungsprüfung, bringt immer Vorteile. Mindestens aber muß die Einstellung, Führung und Ueberwachung der Pausen von einer zentralen technischen Stelle aus erfolgen, die auch die erforderlichen Versetzungen zentral leitet.

Die Erfahrungen sind vom technischen Gesichtspunkt aus durchaus gut, in betrieblicher Hinsicht aber ergeben sich durch eine Reihe sozialer Fragen manche Schwierigkeiten. Die Arbeitszeitregelung bedarf vor allem dort, wo Männer und Frauen in Gruppen zusammenarbeiten, besonderer Beachtung. Verschiedene Zeiten für Arbeitsbeginn und Arbeitsende für die beiden Teile sind meist unvermeidlich. Keinesfalls lassen sich Produktionseinrichtungen ohne besondere Arbeitszeit-Ausnahmegenehmigungen vollständig ausnutzen, da eine Nachtarbeit unzulässig ist.

Auf die Unfallgefahren ist besonders hinzuweisen; die Bekleidungsfrage ist nicht immer zufriedenstellend zu lösen, da geeignete Schutzanzüge nur schwer erhältlich sind. Dasselbe gilt für Arbeitsschuhe. Auch den Kopfhäuben ist erhöhte Beachtung zu schenken. Die Arbeitsversäumnisse sind bei Frauen durch Krankheit sowie durch die mit den Erfordernissen des Haushaltes zusammenhängenden Fragen etwa zwei- bis dreimal so hoch wie bei Männern. Die Gewährung eines freien Tages in der Woche ist anzustreben. Ferner macht die Versorgung der Kinder werktätigen Frauen erhebliche Schwierigkeiten, vor allem dann, wenn die Frauen in Früh- und Spätschichten beschäftigt werden müssen. Durch Anlage von Betriebskindergärten läßt sich die Frage nicht vollständig lösen.

Unbedingt empfehlenswert ist die Einstellung einer sozialen Betriebsarbeiterin, die sich betrieblichen, mehr aber rein sozialen Fragen widmen kann, wie beispielsweise Notwendigkeit des Arbeitsplatzwechsels, Krankenbesuche, Gewährung von besonderen Hilfen usw. Sie untersteht dem Betriebsführer, gehört zum Stab des Betriebsobmannes und wird nach Uebereinkunft mit dem Frauenamt der DAF. eingestellt.

## VDI, Osnabrücker Bezirksverein

### VDI-Vortrag „Seekriegslehren 1939/40“ (20. 5. 1940)

Den Vortragsabend eröffnete der Vorsitzende, Direktor Heinz Steiner. Nach einer kurzen Begrüßung erhielt der Vortragende, Kapitän z. S. a. D. Prof. v. Waldeyer-Hartz, das Wort zu seinem Vortrag.

Seinen Ausführungen entnehmen wir folgendes:

Die Seekriegslehren 1939/40 sind noch keineswegs abgeschlossen. Immerhin liegt schon eine Reihe von Erfahrungen vor, die es gestalten, über den Wert oder Unwert sowie

über die Fortentwicklung der einzelnen Schiffstypen kritische Betrachtungen anzustellen. Hierfür die Augen zu öffnen, ist Sinn meines Vortrages. Er versucht vor allem, den Laien in die Bedeutung der einzelnen Schiffsklassen einzuführen und dort Klarheit zu bringen, wo ein nichtfachmännisches Urteil leicht auf Abwege geraten könnte. Bei allen Betrachtungen über den bisherigen Verlauf des Seekrieges darf eines nicht aus dem Auge verloren werden: Wir kämpfen in dem engen und flachen Nordseeraum unter ganz besonderen Verhältnissen, die auf den Ozeankrieg nicht ohne weiteres übertragen werden dürfen. Insonderheit sind es die Waffen des Kleinkrieges auf See — U-Boote, Minen- und Schnellboote —, die uns in ihrer technischen Bereitschaft äußerst zu Nutzen kommen. Vor allem hat aber die Luftwaffe das Gesicht des Seekrieges gegen 1914 grundlegend verändert, im Nordseeraum zu unseren Gunsten. Wie im Landkriege Infanterie und Panzertruppe Schulter an Schulter mit der Luftwaffe kämpfen, so stehen auch auf See Marine und Luftwaffe eng beieinander. Ohne Luftmacht gibt es keine Seemacht mehr, aber auch die Luftmacht allein vermag die See nicht zu erobern. Ständen wir schon im Weltkrieg dicht davor, Englands Seemacht durch den U-Boot-Krieg zum Einsturz zu bringen, so wird es uns jetzt, wo die starke Bedrohung aus der Luft hinzugekommen ist, ganz sicher gelingen!

Der Vortrag wurde mit großem Beifall aufgenommen.

Nach den Dankesworten an den Vortragenden führte Direktor Heinz Steiner zum Schluß folgendes aus:

Mit überlegener Ruhe und planvoller Sicherheit hat sich in Deutschland die Umstellung auf den Kriegszustand vollzogen, und zwar nicht nur in den der Wehrmacht unmittelbar unterstellten Bereichen, sondern auch in der gesamten Verwaltung und Wirtschaft. Wir erleben eine Mobilisierung aller Kräfte unseres durch den Nationalsozialismus geeinten und ausgerichteten Volkes und seiner Lebensäußerungen, wie sie in der Weltgeschichte bisher noch nicht verzeichnet war.

Das Gesicht des heutigen Krieges ist von der Technik stark geformt. Es hat sich gezeigt, daß die beste technische Rüstung und ihr kühner Einsatz in Verbindung mit militärisch richtigen Überlegungen für den Sieg sehr entscheidend sind. Der Krieg von heute erfordert den völligen Einsatz der Technik, wie er auch den restlosen Einsatz des gesamten Volkes in jeder Weise verlangt.

Wenn es den Feinden Deutschlands im Weltkrieg einmal gelungen ist, die innere Front Deutschlands zu zerstören, so wird ihnen ein gleicher Anschlag ein zweites Mal nicht gelingen, schon allein deshalb nicht, weil es heute im Grunde keinen Unterschied mehr gibt zwischen der inneren und äußeren Front. Die Heimat wird sich heute nicht mehr von der Front beschämen lassen.

## VDI, Westfälischer Bezirksverein

### Bericht

über die zweite Vereinsversammlung des Westfälischen Bezirksvereins des Vereins deutscher Ingenieure am 4. Mai 1940 im Großen Saale des „Deutschen Hauses“, Dortmund.

#### Tagungsordnung:

1. Genehmigung des Berichtes über die letzte Vereinsversammlung.
2. Eingänge.

3. Verschiedenes.

4. Lichtbildervortrag des Herrn Dr. Wichern, Bielefeld:

#### „Wunder des Lichts — Wunder der Farbe“.

Anwesend waren 80 Mitglieder und Gäste.

Zu 1: Der Bericht über die erste Vereinsversammlung wird verlesen und von der Versammlung einstimmig genehmigt.

Zu 2: Es ist der Tod folgender Mitglieder zu beklagen: Herr Ingenieur Walter Moog, Dortmund, Hans-Bernsau-Straße 92; Herr Oberingenieur Max Brunnöhler, Dortmund, Kronprinzenstraße 119; Herr Ingenieur Wilhelm Rustemeyer, Soest, Högger Straße 12. Der Verein wird den Verstorbenen ein ehrendes Andenken bewahren. Die Versammlung hat sich zu Ehren der Toten erhoben.

Von unserem langjährigen Mitglied, Herrn Dr.-Ing. Schlüter, ist eine Danksagung zu den Glückwünschen anlässlich seines 75jährigen Geburtstages eingegangen.

Vom Hauptverein sind Richtlinien für Versuche an Verdampferanlagen herausgegeben worden. Nach Durchsicht dieser Richtlinien durch unseren Sachbearbeiter, Herrn Oberstudienrat Dipl.-Ing. Puschmann, Dortmund, sind keine Abänderungsvorschläge zu machen.

Es liegt eine Einladung zur 10. Betriebswissenschaftlichen Tagung am 17. und 18. Mai in Berlin mit dem Thema: „Leistungssteigerung im Kriege“ vor.

Zu 3: Der Vorsitzende gibt bekannt, daß die Gaugeschäftsstelle Dortmund des NSBDT noch ehrenamtliche Mitarbeiter für die verschiedensten Sachgebiete sucht. Insbesondere soll in allen Ortsgruppenstäben der NSDAP. ein Techniker als Verbindungsmann zum NSBDT vorhanden sein. Entsprechende Meldungen sind an den Vorsitzenden zu richten.

Zu 4: Herr Dr. Wichern, Bielefeld, hielt anschließend seinen Experimentalvortrag über „Wunder des Lichts und Wunder der Farbe“. An Hand zahlreicher Lichtbilder und Versuche machte er seine Zuhörer mit den Eigentümlichkeiten des polarisierten Lichtes vertraut und ging dabei besonders auf die vielseitigen praktischen Verwendungszwecke des polarisierten Lichtes ein. Die ans Phantastische grenzende Farbenpracht einzelner Bilder, die sich z. B. beim Wachsen der Kristalle aus Lösungen ergaben, fesselten die Hörer unheimlich. Dem Vortragenden wurde reichlich Beifall zuteil.

Im Anschluß an die Vereinsversammlung fand noch ein gemütliches Beisammensein statt. Der Termin für die nächste Veranstaltung wird noch besonderes bekanntgegeben.

Dr.-Ing. Erwin Oestert,  
stellverir. Schriftführer.

### Berichtigung

#### Sicherung der industriellen Leistungsfähigkeit durch Spar- und Umstellungsmaßnahmen in der Schmiermittelbewirtschaftung während des Krieges

In diesem Aufsatz sind in Heft 9/10, Mai 1940, auf Seite 81, dritter Absatz, leider einige sinnenstehende Fehler unterlaufen. Richtig muß es dort heißen:

„Der Verfasser fühlt sich aber verpflichtet, an dieser Stelle vor einem unbedachten Austausch der bis dahin verwendeten reinen Zylinderöle durch derartige Emulsionszylinderöle zu warnen, weil ihre Einführung und Verwendung in besonderem Maße eine Rücksichtnahme auf die vorliegenden einschlägigen schmiertechnischen Erfahrungen notwendig machen.“

**Inhaltsverzeichnis:** Ingenieure — Treuhänder der Kriegswirtschaft, S. 104 / Dr. R. Riedmüller: Alte und neue Physik im Dienste der Betriebskontrolle, S. 105 / Dr. von Mangoldt: Vermaschung von Hoch- und Niederspannungsverteilungen / Netzgestaltung bei steigendem Stromabsatz, S. 113 / W. Hansen: Ueberwachung der Feuerung bringt Kohleersparnis, S. 115 / Eine neue hochwertige Kesselelektrode, S. 119 / Aus den Vereinen, S. 120 / Berichtigung.