

Biblioteka
U. M. K.
Toruń

012348/

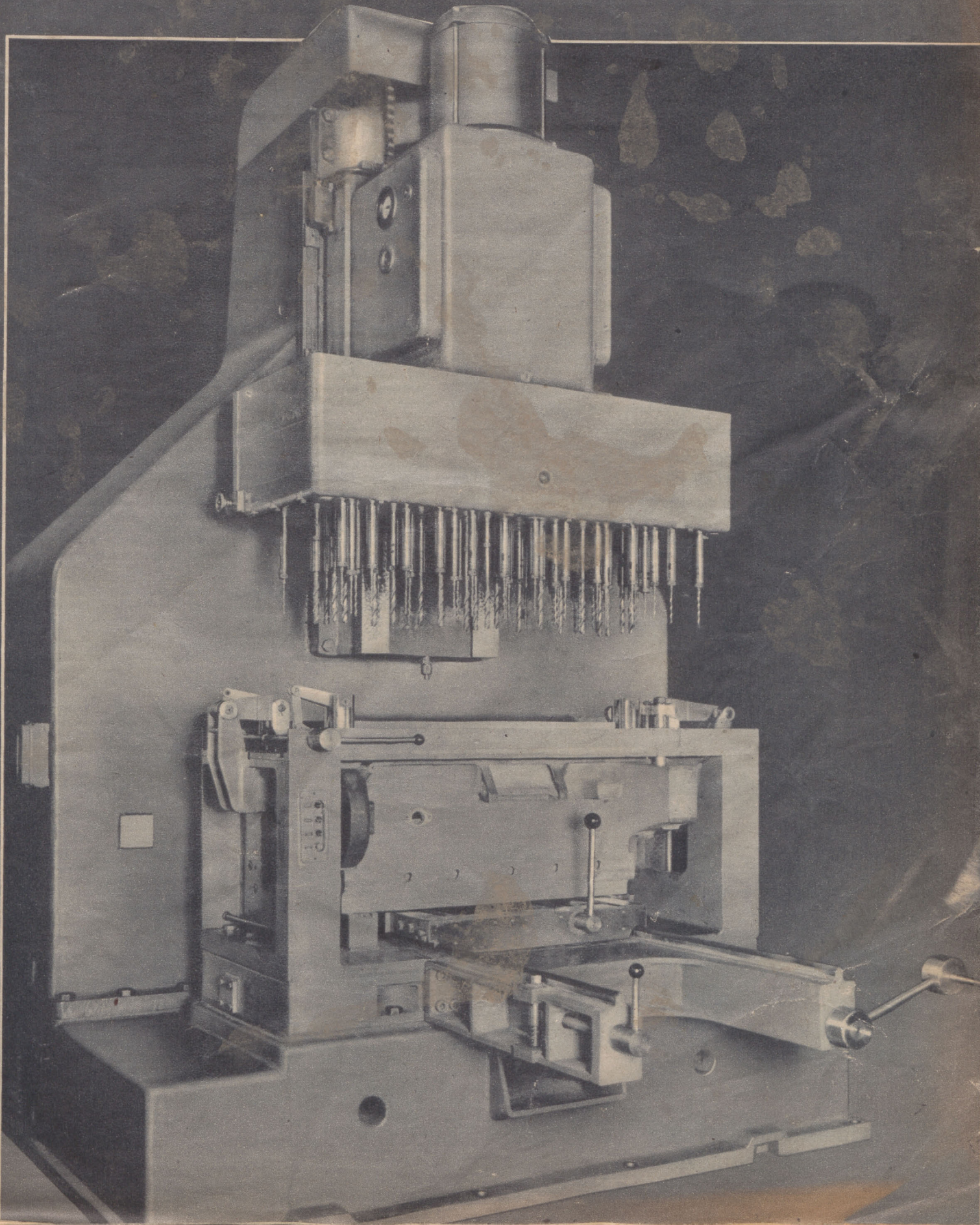
1943

ENERGIE

Technische Fachzeitschrift

Berlin

Heft 7/8 · 22. Jahrgang · August 1943



Leitspruch

Die große Stunde fordert von uns allen das Letzte, bietet der Nation aber auch das Höchste

Dr. Goebbels

Die neue Zeitschrift „Der Erfahrungsaustausch“

Herausgeber: Der Reichsminister für Bewaffnung und Munition ist nicht nur für einen engen Kreis leitender Persönlichkeiten bestimmt, sondern soll in möglichst großer Anzahl den in der Rüstung Schaffenden zugänglich gemacht werden, insbesondere den Ingenieuren, Konstrukteuren, technischen Kaufleuten, Arbeitsplanern, Meistern, Vorarbeitern, Vorrichtungsbauern, Schlossern, Maschinenbauern, Werkzeugmachern, Formern usw.

Nur so kann „Der Erfahrungsaustausch“ zur Erzielung einer Leistungssteigerung und zur Herabsetzung der Arbeitszeit, der Einsatzgewichte und des Energieaufwandes beitragen. Rege Mitarbeit der Betriebe ist im Interesse eines möglichst schnellen Erfahrungsaustausches erwünscht. Bestellungen können beim Betriebsobmann abgegeben werden, der diese dann als Sammelbestellung an den Kommissionsverlag der Zeitschrift, den Verlag der Deutschen Arbeitsfront GmbH., Abt. Fachzeitschriften, Berlin C 2, Märkischer Platz 1, Fernruf 670014, weiterleitet, an den auch sämtliche Anfragen wegen des Bezuges und wegen Bestellungen zu richten sind.

Anfragen in bezug auf inhaltliche Gestaltung und wegen Mitarbeit an der Zeitschrift sind zu richten an die Schriftleitung, „Der Erfahrungsaustausch“, Berlin C 2, Märkischer Platz 1, Fernruf 670014.

Die Zeitschrift erscheint monatlich einmal. Der Preis des Einzelheftes beträgt 20 Rpf. Die Nummer 1 der Zeitschrift „Der Erfahrungsaustausch“ ist vergriffen. Wir bitten deshalb, von weiteren Anfragen beim Verlag der Deutschen Arbeitsfront abzusehen. Ab Februar können die Hefte nach den bekanntgegebenen Bezugsbedingungen angefordert werden. Wir hoffen, gerade aus dem Kreis der „Energie“-Leser recht brauchbare Anregungen (Kurzbeispiele) zur Veröffentlichung im „Erfahrungsaustausch“ zu erhalten, Beispiele, die auch den anderen Betrieben eine Erhöhung ihrer Produktionsleistung ermöglichen sollen.

Die Schriftleitung „Der Erfahrungsaustausch“

Ein einfacher Vorschlag zur Schaffung von Kupfer als Lötmitte für Hartmetallplättchen

In vielen Betrieben haben sich Kleinkaliber-Schießsportgemeinschaften gebildet. Aus alter Gewohnheit hat man die leeren kleinen Patronenhülsen nie gesammelt. Da diese aber aus Kupfer bestehen und ein ausgezeichnetes Lötmitte für Hartmetallplättchen besonders in Verbindung mit Lötfolien bilden, kann man sich durch Einsammeln der leeren Patronenhülsen oft genug die ausreichende Menge Sparstoff in einfacher Weise selbst beschaffen.

Etwas zum Überlegen

$\frac{a}{b}$ sei ein echter Bruch. Dann ist stets $\frac{b}{a} + \frac{a}{b} > 2$. Zum Beispiel

$$\frac{a}{b} = \frac{3}{5}; \frac{5}{3} + \frac{3}{5} = 1,67 + 0,6 = 2,27.$$

Wie ist die Allgemeingültigkeit dieser Behauptung zu beweisen?

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Ein Zusatzgerät für die Feuerungskontrolle des Energieverbrauchs von Industrieöfen	89
Wärmewirtschaft im Turbinenkraftwerk (Fortsetzung aus Heft 4/1943)	91
Die Werkzeuge für die spangebende Formung (Fortsetzung aus Heft 5/6, 1943)	92
Die Maschinenelemente (Fortsetzung aus Heft 4/1943) ..	93
Neuzeitliche Flugmotoren (Fortsetzung aus Heft 4/1943) ..	94
Konstruktion und Lehre der wichtigsten ebenen Kurven ..	95
Neuzeitliche Meßwerkzeuge	96
Grundlagen der Elektrotechnik (Forts. aus Heft 4/1943) ..	97
Lehrgang Zahnräder (Fortsetzung aus Heft 5/6, 1943) ...	98
4. Umschlagseite: Bücherschau, Rätsel	

Titelseite:

Unsere Aufnahme zeigt eine neuzeitliche Mehrspindelbohrmaschine mit über 30 Spindeln (Werkaufnahme)

Etwas zum Nachdenken

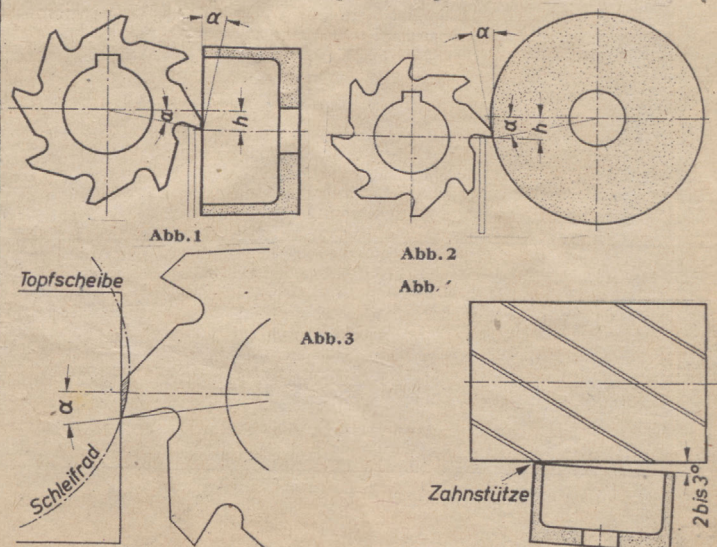
Auf den Turm eines U-Bootes, also auf seine höchste Stelle, wird ein Bleiklotz von 1 m³ Rauminhalt gesetzt. Dann taucht das Boot und regelt sein Gewicht mit Hilfe seiner sogenannten Regler tanks so ein, daß es völlig untergetaucht — einschließlich Bleiklotz — gerade im Wasser schwebt. Nun werden 1000 l Wasser aus den Regler tanks gelentzt, so daß das Boot entsprechend leichter wird und aufschwimmt. Um wieviel taucht der Bleiklotz aus dem Wasser auf?

Scharfschleifen spitz gezahnter Fräser

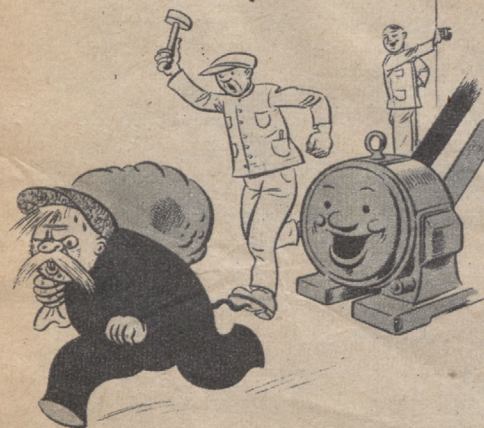
Richtige Instandhaltung der teuren Fräserwerkzeuge ist ein Kennzeichen für die Güte der im Betriebe geleisteten Fräsarbeit, aber auch für den Betrieb selbst. Die Instandhaltung der Fräser bedingt richtiges Schleifen oder Schärfen. Die Ausführung dieses Schlifses ist mit ganz besonderer Sorgfalt vorzunehmen, denn der fertiggeschliffene Fräser soll nicht nur genau rund laufen, sondern beide Fräserhälften müssen auch genau im Durchmesser übereinstimmen. Bei Fräsern mit gefrästen Zähnen wird der Freiwinkel α durch Hinterschleifen der einzelnen Zähne erzeugt. Das Schleifen mit Topfscheiben (Abb. 1) ist vorzuziehen, weil beim Schleifen mit der geraden Schleifscheibe (Abb. 2) bei ungeeignetem Durchmesser Verhältnis von Fräser und Schleifscheibe eine hohe Fase, also ein Aushöhlen der Fräserflächen entsteht. In Abb. 3 bleibt die schraffierte Fläche beim Schleifen mit der Topfscheibe stehen und erzeugt eine größere Widerstandsfähigkeit gegenüber einer Schneide, die mit einem Schleifrad hergestellt wird. Der Spindelkopf wird um 180° gedreht, und der Dornhalter in die entsprechende Stellung zur Topfscheibe geführt. Der Dornhalter wird dabei um 2-3° aus der Nullstellung herausgebracht, damit der Fräser beim Vorbeiführen nicht an die zweite Seite der Scheibe stößt (Abb. 4). Die Anstellung der Topfscheibe in Abb. 1 erfolgt so, daß die Stirnfläche der Topfscheibe mit der Tangente des Fräasers im Berührungspunkt den gewünschten Winkel α bildet. Damit dieser Freiwinkel α möglichst genau ist, muß Mitte Schleifspindel um das Maß h unter Mitte Fräser stehen.

In Abb. 2 wird die Einstellhöhe h der Schneidenkante zur Mittellinie bei Anwendung der geraden Schleifscheibe über die Fräserachse eingestellt, der Tisch der Werkzeugschleifmaschine wird also um dieses Maß h gehoben. Die Zahnstützen müssen so breit gewählt werden, daß, wenn der Fräser aus dem Bereich der Scheibe ist, die Finger den Fräser noch einwandfrei an der Zahnbrust führen.

Endlich sei noch betont, daß das Schärfen nicht so erfolgen soll, daß man einen Zahn nach dem anderen fertig schleift, sondern sämtliche Fräserzähne werden erst im sogenannten Schruppschliff hintereinander scharf geschliffen und dann (möglichst mit einer feineren Schleifscheibe) hintereinander nachgeschliffen, d. h. geschlichtet. Hierbei ist noch zu erwähnen, daß die Schleifscheibe am Fräserende vollständig ausläuft, damit keine Ansätze entstehen. Der Durchmesser der Topfscheibe spielt hierbei keine Rolle.



Kohlenklau muß abhauen!



An unsere Leser!

Vom April d. J. ab erscheint die Zeitschrift „Energie“ aus kriegswirtschaftlichen Gründen nur noch jeden zweiten Monat. Die im voraus entrichteten Bezugsgebühren werden dementsprechend für spätere Lieferungen verrechnet.

Wir bitten, hiervon Kenntnis zu nehmen und von vermeidbaren Rückfragen Abstand zu nehmen.

Jagt Kohlenklau, folgt der Parole Wir sparen Energie und Kohle!

Ein Zusatzgerät für die Feuerungskontrolle des Energieverbrauchs von Industrieöfen

Von Obering. Dipl.-Ing. Wilhelm Mörs, Berlin-Tegel

Eine Schalttafel ohne die entsprechenden Meßinstrumente würde auch dem elektrotechnisch Ungeschulten als recht unvollkommen erscheinen. Der elektrische Strom ist eine Energieform, die nach Menge und Größe von unseren Sinnen direkt nicht wahrgenommen werden kann. Wir sind deshalb auf die Anzeige der Meßinstrumente angewiesen, um die Erzeugung bzw. den Verbrauch festzustellen.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Umwandlung des Energieträgers Kohle in Dampf und Strom bzw. Gas, Preßluft, Preßwasser, Kohle, Warmwasser u. a. Trotzdem ist hier erst in den letzten Jahrzehnten die Überwachung durch geeignete Meßinstrumente als notwendig erkannt worden. Eine überaus schnelle und erfolgreiche Entwicklung des gesamten Meßwesens trat ein. Heute sind eine moderne Kesselanlage ohne Kesselwarte oder Kesseltafel, eine Turbine ohne Turbinenplatte, ein Wasserwerk ohne Steuer- und Meßanlage oder ein Industrieofen ohne Ofenüberwachungsplatte nicht mehr denkbar.

Diese Feststellung bezieht sich allerdings nur auf die Betriebe, die der Energiewirtschaft die erforderliche Bedeutung beigemessen haben. Das ist in vielen Fällen leider noch nicht der Fall gewesen, und hier sind aus Unkenntnis, falscher Sparsamkeit und auch aus Verantwortungslosigkeit bedeutende Energiemengen, insbesondere Kohle und Gas, vergeudet worden.

Das Versäumte kann zur Zeit nicht von heute auf morgen nachgeholt werden. Wo die erforderlichen Überwachungsgeräte fehlen, muß versucht werden, mit Behelfsmitteln so weit zu kommen, daß auf jeden Fall eine Kontrolle auf sparsamen Energieverbrauch möglich gemacht wird.

Wenn zum Beispiel in einem Heizwerk bisher keine laufende Messung der Abgastemperaturen stattgefunden hat, so muß der Hinweis auf die Höhe der hier möglichen Verluste den Betriebsführer unverzüglich veranlassen, für Abhilfe zu sorgen. Ein Thermometer für den erforderlichen Temperaturbereich ist auch heute noch ohne Schwierigkeit erhältlich.

Nicht immer kann man sich auf diese einfache Weise helfen. Im Rahmen der Maßnahmen zur Energieeinsparung werden aber Sofortmaßnahmen gefordert. Es genügt deshalb nicht, festzustellen, diese Verbesserungen oder jenes Meßinstrument müßten beschafft werden, lassen sich aber zur Zeit nicht ausführen oder erfordern zu lange Lieferzeiten. Die Auswirkungen kommen dann erst zu spät zum Tragen. Dann muß der Betriebsingenieur bemüht sein, Mittel und Wege zur Schaffung geeigneter Behelfslösungen zu finden. Im Bedarfsfall wendet er sich um Rat an die Technischen Überwachungsvereine, Fachgruppen u. a.

Ein wichtiger Energieträger ist das von den Gaswerken und Kokeereien abgegebene Gas, welches zum größten Teil in der Rüstungsindustrie selbst verbraucht wird. Eine Verschwendung von Gas durch ungenügende Beachtung der Betriebsvorschriften oder nicht ausreichende Überwachungsmöglichkeiten darf nicht vorkommen. Abgesehen von der richtigen Ausnutzung des Ofenraumes, Beseitigung aller Undichtigkeiten, Vermeidung von Abkühlungsverlusten u. a. ist hier die richtige Einstellung des Gas-Luftgemisches von besonderer Wichtigkeit, da diese ausschlaggebend für den feuerungstechnischen Wirkungsgrad des Ofens ist.

Es konnte zum Beispiel in einem Fall durch Anbringung geeigneter Meßinstrumente und Belehrung der Ofenmannschaft eine Ersparnis an Gasverbrauch bis zu 35 vH. erreicht werden, wobei gleichzeitig eine Senkung der Wärmezeit und eine Verminderung der Abbrandverluste erzielt wurden.

Die Einsparung an Gas bzw. Kohle ist ganz beträchtlich. Nach richtiger Einregulierung verbraucht der Ofen jetzt im Mittel 460 m³ Gas/h, vorher dagegen 630 m³/h. Das ergibt im Monat bei durchgehendem Betrieb eine Ersparnis von rund 80 000 m³ Gas oder 50 000 kg Kohle.

Die ersten Geräte für die Feuerungsüberwachung wurden analog den Dampfessel-Überwachungsinstrumenten angewendet. Bei der Kesselheizung kommt es darauf an, die im Brennstoff enthaltene Wärme weitgehendst in Dampfenergie umzuwandeln. Es ist also in erster Linie darauf zu achten, daß keine brennbaren Bestandteile unverbrannt mit den Abgasen ins Freie gehen, andererseits aber auch nicht zuviel Überschußluft nutzlos miterwärmt wird.

Den einwandfreien Nachweis erhält man aus der Abgasanalyse, die sich im allgemeinen auf die Feststellung des CO₂-Gehaltes bei Fehlen von CO und H₂ erstreckt.

Mit dieser Messung allein war jedoch beim Ofenbetrieb wenig anzufangen, zumal bei Wärmeöfen durch das betriebsmäßig bedingte Öffnen und Schließen der Türen eine Störung der Verbrennungsverhältnisse stattfindet. Aus diesem Grunde legt man auch beim Ofenbetrieb mehr Wert auf die Kontrolle der Ofenatmosphäre. Es wird verlangt,

daß der Ofen mit möglichst geringem Luftüberschuß betrieben wird, nicht nur, um den Gasverbrauch so wirtschaftlich wie möglich zu gestalten, sondern auch um eine zu starke Verzunderung des eingesetzten Materials zu vermeiden. Des weiteren ist erforderlich, daß der Ofen unter geringem Überdruck (wenige mm WS) arbeitet, um Falschlufteintritt durch undichtes Mauerwerk und Ofentüren zu vermeiden. Zum Teil wird diese Forderung durch Drosselung der Abgasschieber erfüllt. Ob Zug oder Druck im Feuerraum herrscht, kann leicht festgestellt oder gemessen werden. Schwieriger ist die Kontrolle, ob zuviel Gas oder Luft verbraucht wird. Aus diesem Grunde werden vielfach die mit Gas gefeuerten Öfen mit Anzeigevorrichtungen für den Gas- und Luftverbrauch versehen. Oft findet man auch nur einen schreibenden Gasmessmesser. Um die Anforderungen an das Auffassungsvermögen und die Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals zu vermindern, vereinigte man dann die Anzeige wichtiger zusammengehöriger Meßgrößen zu einem neuen Doppelgerät, dem sogenannten Folgezeigergerät. Dieses besteht aus zwei Ringwagen, deren zugehörige Meßblenden in der Gas- und Luftleitung so dimensioniert sind, daß die beiden Zeiger auf einer Höhe stehen, wenn das Gas-Luftgemisch dem günstigsten Wert entspricht. Je nach der gewünschten Ofenatmosphäre muß die Luftmarke ein wenig über, unter oder auch in gleicher Höhe mit der Gasmarke stehen. Damit ist eine für den Heizer sehr anschauliche Darstellung des Meßergebnisses gefunden worden (Abb. 1).

An sich wäre man mit dieser Anordnung in der Lage, den Ofen stets unter den günstigsten Bedingungen zu betreiben bzw. zu kontrollieren. Für eine genaue Überwachung aber reicht sie nicht aus, da alle anzeigenden Instrumente ja nur Kenntnis von dem jeweiligen Zustand im Augenblick der Kontrolle geben. Der überwachende Ingenieur möchte aber über den gesamten Verlauf, z. B. des Glühvorganges, im Bilde sein. Es müßte also hierfür noch ein schreibendes Luftmengenmeßgerät angeschlossen werden, d. h. es wären allein vier Instrumente für die Einstellung und Kontrolle des richtigen Gas-Luftgemisches erforderlich.

Hier wurde nun nach Vorschlag von Dr.-Ing. W. Krämer eine Lösung gefunden, die es gestattet, den in den meisten Fällen vorhandenen Gasmengenschreiber allein für eine nach jeder Richtung genügende Messung heranzuziehen. Die zusätzlichen Einrichtungen können gegebenenfalls vom Betrieb selbst hergestellt werden oder bedingen zumindest kürzere Lieferzeiten als weitere schreibende oder anzeigende Meßgeräte.

Es handelt sich hier um eine Vorrichtung, die dazu dient, das Ringwagen-system des Mengenschreibers abwechselnd an die Meßblende der Gasleitung und der Luftleitung zu legen (Abb. 2). Die Blenden werden, wie bei den Folgezeigergeräten üblich, so dimensioniert, daß die \sqrt{h} -Werte, entsprechend dem theoretischen Gas-Luftgemisch (eventuell zuzüglich des erforderlichen Luftüberschusses), gleich sind¹⁾.

¹⁾ „Regeln für die Durchflußmessung mit genormten Düsen und Blenden“. VDI-Verlag.

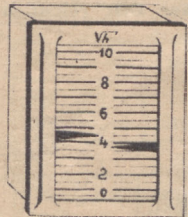


Abb. 1

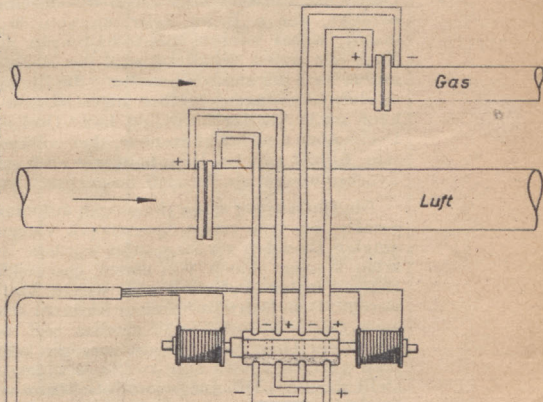
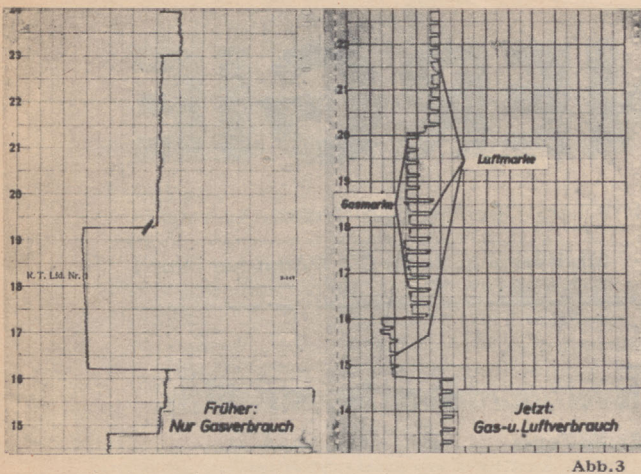


Abb. 2

012348
BIBLIOTHEK
UNIVERSITÄT
BERLIN



Bei genau richtig eingestelltem Luftverbrauch müßte die von dem Gasmenschreiber aufgenommene Kurve genau so aussehen wie die frühere reine Gasverbrauchskurve. Wird aber zuviel Luft zugeführt, so ergibt sich ein zusätzlicher Ausschlag nach rechts, bei zu wenig Luft nach links (Abb. 3).

Abb. 3

Die Vorteile gegenüber den Folgezeigergeräten sind klar ersichtlich. Da dieses neue Gerät alle erforderlichen Werte anzeigt und aufzeichnet, können das Folgezeigergerät und der gegebenenfalls beschaffte Luftmenschreiber fortfallen und für andere Zwecke frei gemacht werden. Nach kürzester Zeit ist die Bedienungs-mannschaft in der Lage, den Ofen an Hand des Gerätes einzustellen und jeweils nach den Ausschlägen der Luftmarke auf besten Wirkungsgrad und entsprechend der gewünschten Ofenatmosphäre einzuregeln. Die Tatsache, daß an Hand der Meßstreifen eine spätere Kontrolle möglich ist, ist besonders für den weniger beaufsichtigten Nachtbetrieb nicht zu unterschätzen. Der Betriebsingenieur erhält ein Diagramm, aus welchem er sofort ohne weitere Messungen oder Gegenüberstellungen, wie es bei getrennter Aufnahme der Luft- und Gasmengendiagramme notwendig ist, den Ofengang übersehen kann.

Neben der beachtlichen Einsparung an Kosten und Material für die Meßinstrumente werden die Wartungs- und Instandhaltungskosten gesenkt, und die Ofentafel als solche kann wesentlich kleiner ausgeführt werden. Vor allem werden die Voraussetzungen für die notwendige Überwachung zwecks sparsamsten Gasverbrauchs hierdurch verbessert. Je nach Ausführungsmöglichkeit kann das Zusatzgerät für kontinuierlichen Betrieb durch ein Zeitrelais gesteuert oder auch von Hand betätigt werden.

Im folgenden werden zwei Ausführungsmöglichkeiten für kontinuierlichen Betrieb beschrieben.

1. Mit Schaltmagnet

Durch ein einstellbares Zeitrelais, das durch einen Synchronmotor oder mittels Uhrwerk betrieben wird, erhalten die beiden Schaltspulen abwechselnd einen Stromimpuls und bringen dadurch den Umschaltkolben in Stellung 1 bzw. Stellung 2 (Abb. 4). Die Zeitabstände richten sich nach dem Papiervorschub des Gasmenschreibers. Als Zeitrelais kann auch eine geeignete Schaltuhr benutzt werden. Abb. 5 zeigt eine Umschaltvorrichtung nach der in Abb. 4 wiedergegebenen Anordnung.

2. Mit Drehschalter

Während bei der ersten Ausführung die Zeitintervalle verändert werden können, wird im folgenden ein Drehschalter für ein einmal festgelegtes Zeitverhältnis gezeigt, womit man in der Regel auskommt. Durch ein Uhrwerk oder einen Synchronmotor wird ein Drehschalter betätigt, der z. B. im Zeitraum von 30 Minuten eine Umdrehung macht, wobei zwei Momentschaltungen ausgeführt werden (Abb. 6). Nach der ersten Schaltung wird die Meßblende der Gasleitung 25 Minuten, nach der zweiten Schaltung die Blende der Luftleitung 5 Minuten an den Gasmenschreiber angeschlossen usw. Die Momentschaltung kann nach Art der normalen Licht-Drehschalter gebaut werden. Der Drehkolben muß leicht drehbar, aber vollkommen abdichtend ausgeführt sein. Abb. 7 gibt ein Umschaltgerät nach Abb. 6 wieder, das mit einem Synchronmotor als Antrieb ausgerüstet wurde.

Die Herstellung eines derartigen automatisch arbeitenden Umschaltgerätes ist von einem Spezialwerk vorgesehen, jedoch aus kriegsbedingten Gründen zurückgestellt worden. Die hier beschriebenen Bauarten können jedoch von einem geschickten Mechaniker im eigenen Betrieb unter Aufwand von wenig Material und Zeit hergestellt werden. Dem Betriebsingenieur ist dabei reichlich Gelegenheit gegeben, auch eigene Vorschläge zu machen und diese in die Tat umzusetzen. Besaß der Ofen kein Folgezeigergerät oder Luftmengenmeßgerät, so muß außerdem noch eine zweite Meßblende für die Luftleitung hergestellt werden¹⁾. Die aufgewendete Mühe wird durch die vergrößerten Gaseinsparungsmöglichkeiten in kürzester Zeit reichlich belohnt.

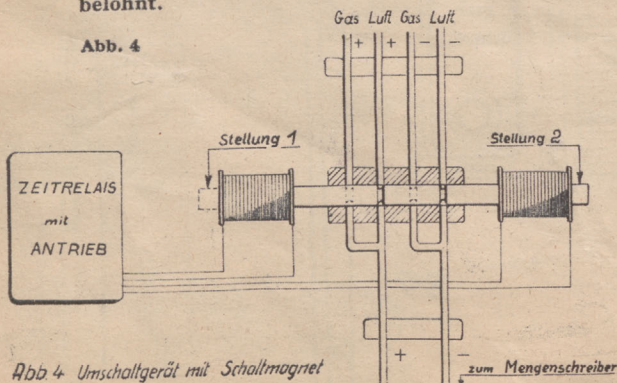


Abb. 4

Abb. 4 Umschaltgerät mit Schaltmagnet

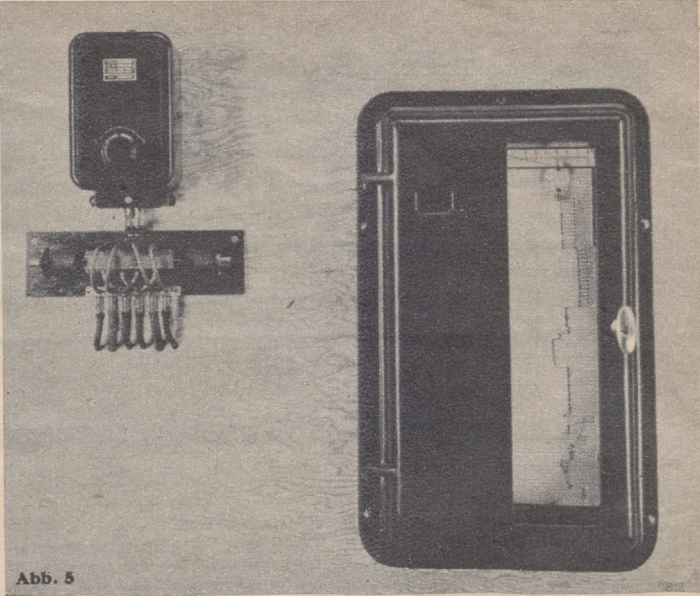


Abb. 5

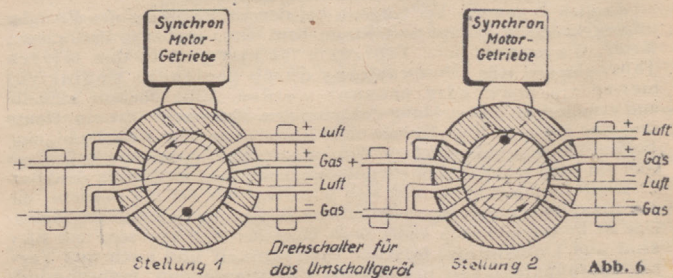


Abb. 6

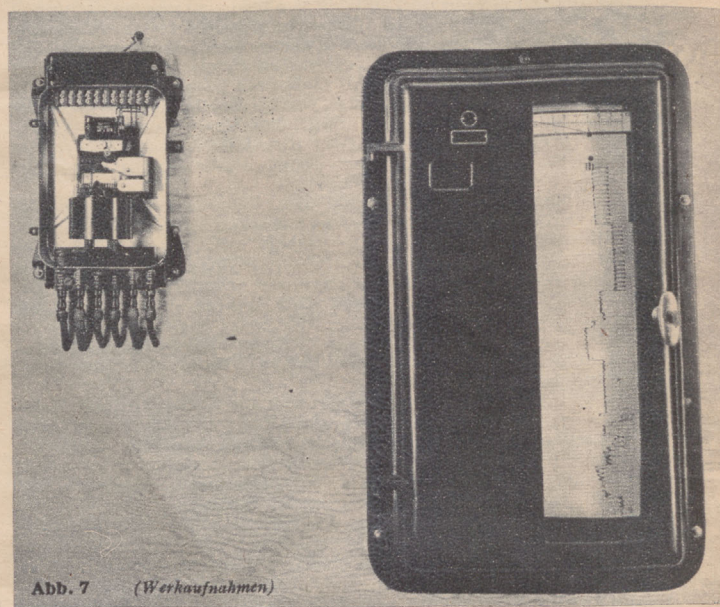
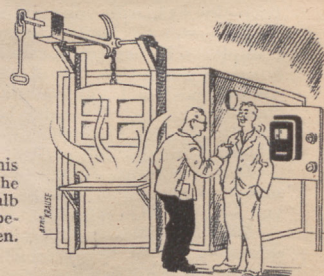


Abb. 7 (Werkaufnahmen)

Im Warmbetrieb ist Gas sehr wichtig, drum regle die Verbrennung richtig.

Gas und Luft müssen im richtigen Verhältnis zueinander stehen, um eine gute, wirtschaftliche Verbrennung zu erzielen. Beobachtet deshalb Eure Meßinstrumente. Vermeidet Übertemperaturen. Laßt die Ofentüren nicht offenstehen.



Wärmewirtschaft im Turbinenkraftwerk (Fortsetzung aus Heft 4/1943)

Infolge der Anzapfung verschiebt sich nun die Dampfmenge innerhalb der Turbine nach Maßgabe von $M = A + K$. Dabei wird A zur Krafterzeugung nicht so weit ausgenutzt wie K, und das hat auch eine Leistungsänderung der Maschine zur Folge, d. h. die Leistung wird etwas kleiner. Die Menge K macht ihre normale Leistung mit den bereits errechneten Werten für den spez. Dampfverbrauch m gemäß Tab. 1. Hingegen steht dem Anzapfdampf A jetzt nur noch ein kleineres Wärmegefälle $i_1 - i_A$ zur Verfügung. Der Einfachheit halber rechnen wir m_A für den Anzapfdampf im Verhältnis der Gefälle um und erhalten $m_A = m \cdot \text{Had}/\text{HA}$, wobei m und Had für die Einzellasten schon gegeben ist und HA als Differenz von $i_1 - i_E = 801 - i_E$ gefunden wird. Aus m_A wird die aus der Anzapfdampfmenge gewonnene Leistung $N_A = A/m_A$. Der von dem Kondensationsdampf K herrührende Leistungsanteil errechnet sich einfach aus dem Verhältnis der Mengen, also $N_K = N \cdot K/M$, wobei N die ursprünglich eingesetzte Nennleistung 5000, 10 000 usw. kW bedeutet. Das Gefälle $i_1 - i_2$ bleibt ja vorhanden, nur die Menge K ist kleiner als M, also auch die Leistung. Aus $N_A + N_K$ ergibt sich die Gesamtleistung der Turbine NT, d. h. $N_A + N_K = NT$. Aus der Differenz $N - NT = N_{AV}$ erhält man schließlich den Leistungsverlust N_{AV} , der infolge der Anzapfung entsteht. In Tab. 3 sind diese Werte in der obigen Reihenfolge berechnet. — Die so gefundene Leistung NT ist an den Klemmen des Generators verfügbar. Indessen wird im Kraftwerk selber noch Strom N_e benötigt, den man von NT abziehen muß, um die nutzbar abgebbare Leistung N_{Nutz} zu erhalten. Wir wollen hier nach der früheren Annahme nur den Strombedarf für die Pumpenarbeit der Kondensation und der Kesselspeisepumpe in Rechnung setzen, da diese den größten Bedarf haben.

Es war nach Gleichung 15) $N_p = 0,00272 Q \cdot H/\eta_p$ kW. Infolge der Widerstände in der Rohrleitung setzt man den Förderdruck der Speisepumpe etwas höher an als den Kesseleintrittsdruck, und zwar um so höher, je größer der Kesseldruck ist. Wir wollen den Eintrittsdruck des Speisewassers in den Kessel mit 66 at einsetzen (wobei wir die Rohrleitungswiderstände vernachlässigen), so daß wir den Förderdruck mit $H = 10 \cdot 66 = 660$ mWS annehmen; Q ist $M + B$. Der Pumpenwirkungsgrad sei für $1/4$ -Last $\eta_p = 66$ vH., er nimmt mit kleineren Fördermengen etwas ab. Somit erhalten wir für die Speisepumpe $N_{Sp} = 0,00272 \cdot 99,2 \cdot 660/0,66 = 270$ kW. — Die Kühlwassermenge für den Kondensator betrage die 70-fache Dampfmenge für Normallast, die Förderhöhe 20 mWS und der Wirkungsgrad 65 vH. Da die Kühlwassermenge für alle Lasten gleich bleibt, ändert sich auch der Leistungsbedarf der Pumpe nicht; er beträgt $N_{Kp} = 0,00272 \cdot 70 \cdot 73,5 \cdot 20/0,65 = 430$ kW. Die elektrische Antriebsleistung (Brennstoffförderung, Saugzug usw.) für den Kessel betrage für alle Lasten 150 kW. Dann beträgt der Eigenverbrauch $N_e = 270 + 430 + 150 = 850$ kW und die Nutzleistung, die nach außen abgegeben werden kann, wird $N_{Nutz} = NT - N_e = 23\,720 - 850 = 22\,870$ kW. — Der prozentuale Anteil des Eigenverbrauches zur Nutzleistung wird $n_e = 100 \cdot N_e/N_{Nutz}$ vH., $n_e = 100 \frac{850}{22\,870} = 3,72$ vH.

Um nun noch den Wärmeverbrauch in kcal/kWh festzustellen, muß der Wärmehaufwand gemäß Gleichung 14) bekannt sein. In diesem Zusammenhang interessieren aber weder die Brennstoffmenge noch sein Heizwert, sondern nur das Verhältnis der abgeführten zur zugeführten Wärmemenge im Kessel. Abgeführt wird $M(i_1 - t_2)$ kcal/h und zugeführt W kcal/h, so daß $W = M(i_1 - t_2)/\eta_K$ wird, wenn η_K den Wirkungsgrad des Kessels (Wirkungsgrad der Wärmeumsetzung) bedeutet. In der obigen Gleichung ist M identisch mit der Fördermenge Q der Speisepumpe. Der Kesselwirkungsgrad verändert sich mit den Lasten ebenfalls, sein Höchstwert liegt bei der Normalleistung. Nachdem nun der Dampf beim Kesselaustritt 60 at abs und 480° C haben soll, beträgt $i_1 = 805$; t_2 bleibt für alle Lasten 105° C, so daß $i_1 - t_2 = 805 - 105 = 700$ kcal/kg die abgeführte Wärmemenge je kg Dampf wird. Bei $1/4$ -Last ist demnach $W = 99\,220 \cdot 700/0,84 = 82\,700\,000 = 82,7 \cdot 10^6$ kcal/h. Nun kann auch der Wärmehaufwand je kWh bestimmt werden. Es wird

$$w = W/N_{Nutz} \quad (\text{Gl. 22})$$

und mit den obigen Werten ergeben sich $w = 82,7 \cdot 10^6/22\,870 = 3610$ kcal/kWh. Um demnach eine Arbeit von 1 kWh zu erzeugen, müssen 3610 kcal aufgewendet werden. Theoretisch sind hierzu nur 860 kcal notwendig, jedoch erhöht sich diese Zahl infolge der vielfachen Umsetzungen und Verluste auf das $3610/860 = 4,2$ -fache. Die zur Erzeugung dieser Wärmemenge aufzuwendende Brennstoffmenge Br errechnet sich zu $Br = W/H_u$ kg/h, (Gl. 23) wenn H_u die Anzahl der kcal je kg Brennstoff bedeutet (unterer Heizwert). Mit $H_u = 7000$ kcal/kg ergibt sich $Br = 82\,700 \cdot 10^6/7 \cdot 10^3 = 11\,800$ kg/h oder 11,8 t/h Kohle. Das Verhältnis Dampfmenge zu Brennstoffmenge wird $M/Br = 99,22/11,8 = 8,42$, d. h. mit 1 kg Kohle können 8,42 kg Dampf erzeugt werden. Wenn man schließlich noch den Preis für 1 t Kohle zu 18 RM frei Lagerplatz annimmt, dann kostet die gesamte Brennstoffmenge stündlich $P = 11,8 \cdot 18 = 212,5$ RM/h, und die Brennstoffkosten für eine kWh stellen sich auf

$$P_r = 100 \cdot P/N_{Nutz} \text{ Rpf/kWh}, \quad (\text{Gl. 24})$$

also $P_r = 100 \cdot 212,5/22\,870 = 0,93$ Rpf/kWh. — Diese Werte sind in Tab. 4 der hier angeführten Reihenfolge nach errechnet. Es zeigt sich aus der Tab. 4, daß sowohl der Wärmeverbrauch als auch die Brennstoffkosten je kWh bei Normallast am günstigsten liegen. Das kommt

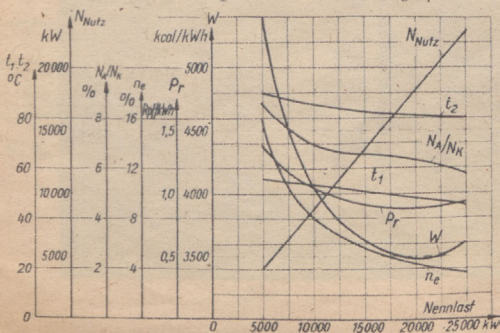


Abb. 12

hauptsächlich daher, daß bei dieser Last die Wirkungsgrade der einzelnen Anlagenteile ihren höchsten Wert erreichen und zum verschwindenden Teil liegt die Ursache dafür in dem nur wenig veränderlichen Eigenverbrauch der Anlage; bei kleineren Belastungen wird diese verhältnismäßig höher (vgl. n_e). Die wichtigsten Größen aus den Tabellen 2, 3 und 4 sind in Abbildung 12 kurvenmäßig aufgetragen.

IV. Wirtschaftlichkeit des Kondensationskraftwerkes

Das im vorigen Abschnitt durchgerechnete Beispiel hatte dieselbe Turbine, aber bei verschiedenen Belastungen zum Gegenstand. Es erhebt sich nun die Frage nach der Wirtschaftlichkeit eines Kondensationskraftwerkes ganz allgemein, d. h. in welcher Richtung sich diese bei Veränderung

A. der Frischdampfzustände, sowie bei B. der Vorwärmung des Speisewassers ändert. Diese Fragen können am besten durch schrittweise Änderung einer der genannten Einflußgrößen beantwortet werden. Um außerdem immer mit den Ergebnissen des schon durchgerechneten Beispiels vergleichen zu können, halten wir grundsätzlich dasselbe Wärmeschaltbild bei.

A. Veränderung der Frischdampfzustände

Es ergeben sich für die Frischdampfänderung zwei Reihen: a) $t = 470^\circ \text{C} = \text{const.}$ und FD-Drücke veränderlich, oder b) $p = 55 \text{ at abs} = \text{const.}$ und FD-Temperaturen veränderlich. Damit erhalten wir von beiden Reihen einen gemeinsamen Punkt mit 55 at abs und 470°C , welcher mit dem schon durchgerechneten Beispiel übereinstimmen muß. Da indessen diese beiden Reihen in der Berechnungsweise nichts Neues bringen würden, wollen wir sie zahlenmäßig auch nicht wiederholen, weil es dieselben Rechnungen wie bisher sind, nur eben mit anderen Zahlenwerten. Wir zeigen daher gleich das Ergebnis in Tab. 5 und kurvenmäßig in Abb. 13 aufgetragen.

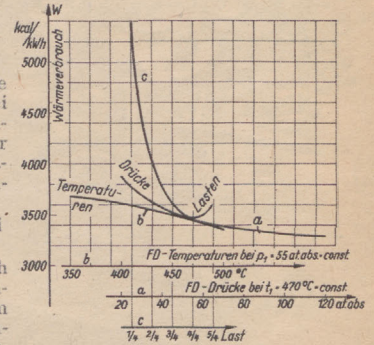


Abb. 13

Tabelle 3

	$1/4$ -L	$1/2$ -L	$3/4$ -L	$4/4$ -L	$5/4$ -L	Last
HA	147	151	144	138	122	kcal/kg
m_A	6,80	6,22	6,36	6,58	7,34	kg/kWh
A	2 590	3 840	5 640	7 450	9 600	kg/h
N_A	380	620	880	1 130	1 300	kw
K	21 210	36 160	51 160	66 050	84 900	kg/h
M	23 800	40 000	56 800	73 500	94 500	kg/h
N_K	4 460	9 050	13 500	18 000	22 420	kW
NT	4 840	9 670	14 380	19 130	23 720	kW
N_{AV}	160	330	620	870	1 280	kW
N_A/N_K	8,5	6,9	6,5	6,3	5,8	vH.

Tabelle 4

	$1/4$ -L	$1/2$ -L	$3/4$ -L	$4/4$ -L	$5/4$ -L	Last
Q	24 990	42 000	59 640	77 180	99 220	m^3/h
H	620	630	640	650	660	mWS
η_p	50	53	57	62	66	vH.
N_{Sp}	85	135	185	220	270	kW
N_{Kp}	430	430	430	430	430	kW
N_{Kessel}	150	150	150	150	150	kW
N_e	665	715	765	800	850	kW
N_{Nutz}	4 175	8 955	13 615	18 330	22 870	kW
n_e	15,9	8,0	5,6	4,36	3,72	vH.
η_K	78	82	84	85	84	vH.
W	22,4	35,9	49,8	63,5	82,7	10^6 kcal/h
w	5 370	4 000	3 650	3 460	3 610	kcal/kWh
Br	3,2	5,13	7,12	9,07	11,8	t/h
M/Br	7,82	8,18	8,38	8,51	8,42	kg/kg
P	57,6	92,4	125,00	163,00	212,5	RM./h
Pr	1,38	1,03	0,94	0,89	0,93	Rpf./kWh

Tabelle 5

a) FD-Temperatur = $470^\circ \text{C} = \text{const.}$							
FD-Druck =	20	40	60	80	100	120	at abs
Wärmeverbr.	3870	3570	3430	3360	3320	3290	kcal/kWh
b) FD-Druck = 55 at abs = const.							
FD-Temp. =	350	375	400	425	450	475	$^\circ \text{C}$
Wärmeverbr.	3680	3660	3620	3560	3500	3430	kcal/kWh

(Fortsetzung folgt)

Die Werkzeuge für die spangebende Formung (Fortsetzung aus Heft 5/6 1943)

Ein besonders vielseitiges Anwendungsgebiet hat der in Abb. 259 gezeigte Bohrkopf. Er kann zum Feinbohren, für Plan- und Außendreharbeiten, für Ein- und Hinterstechen sowie Ansenken in einer Aufspannung benutzt werden. Die Bohrmesser bzw. die anderen Bohrwerkzeuge sitzen auf einem Schlitten, der mit einer Grobstellspindel oder mit einer Feinstellspindel verstellt werden kann. Für das Einstecken führt der Schlitten eine selbsttätige Vorschubbewegung aus. Das Maß der Bewegungen des Schlittens läßt sich durch einen Anschlag einstellen. Bei unzulässig großem Schnittdruck, beispielsweise bei dem Einhaken des Bohrmessers, wird die Mitnahme dann selbsttätig ausgeschaltet.

Senker

Zum Einsenken der Aussparungen für Schraubenköpfe, zum Aufsenken vorgebohrter oder vorgegossener Löcher, zum Ansenken von Nabenflächen und zum Einsenken von Vertiefungen verschiedenartiger Formen werden die Senker benutzt. Nach der Vielheit ihrer Anwendungen werden die Senker auch in recht verschiedenen Ausführungen hergestellt.

Wie Abb. 260 zeigt, werden Zylinderkopfschrauben häufig versenkt angeordnet. Zur Einsenkung der Aussparung für den Schraubenkopf dienen die Kopfsenker mit Führungszapfen, auch kurz Zapfsenker genannt, deren Gebrauch Abb. 261 veranschaulicht. Zum Aussenken der Aussparung für den Schraubenhals dient der Halssenk nach Abb. 262. Dadurch wird erreicht, daß Kopf und Hals der Schraube freiliegen und nicht klemmen. Die Zapfsenker werden nur an den Hinterschleifflächen nachgeschliffen. Dieses Nachschleifen soll nicht freihändig, sondern auf Hinterschleifgeräten nach Abb. 263 vorgenommen werden. Die Senker mit einem festen Führungszapfen haben den Nachteil, daß besonders beim freihändigen Nachschleifen der Zapfen, wie es Abb. 264 veranschaulicht, stark verschliffen wird. Derartige verschliffene Zapfen geben bei geringer Lochtiefe eine schlechte oder gar keine Führung. Diesen Nachteil vermeiden die Kopfsenker mit austauschbarem Führungszapfen nach Abb. 265. Die

Senker können beide Naben ohne Werkzeugwechsel und ohne Änderung der Drehrichtung der Bohrspindel bearbeitet werden.

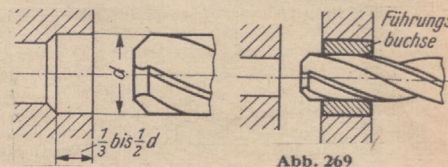


Abb. 268

Haben die vorgebohrten oder vorgegossenen Löcher einen größeren Durchmesser, etwa von 25—100 mm, so kommen zum Aufbohren die vierschneidigen Aufstecksenker nach Abb. 270 zur Anwendung. Diese Senker verlangen ein besonders sorgfältiges Nachschleifen, da alle vier Schneiden genau übereinstimmen müssen. Zum Nachschleifen der Aufstecksenker dienen Schleifgeräte nach Abb. 271.

Das Anschneiden der Stirnflächen von zwei gegenüberliegenden inneren Naben geschieht zweckmäßig mit doppelseitigen Aufstecksenkern nach Abb. 272. Mit diesen

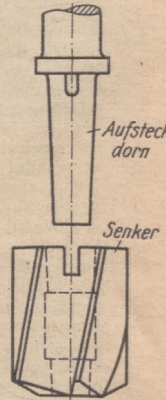


Abb. 270

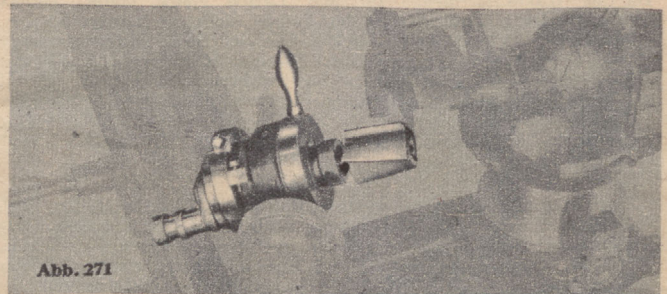


Abb. 271

Senkern können beide Naben ohne Werkzeugwechsel und ohne Änderung der Drehrichtung der Bohrspindel bearbeitet werden.

(Werkaufnahme)

(Fortsetzung folgt)

Abb. 272

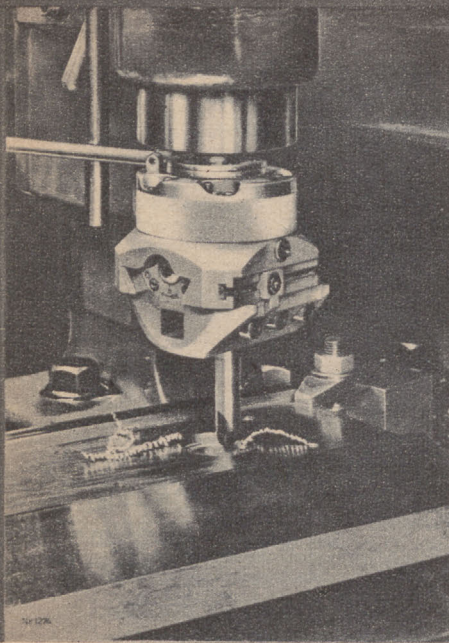
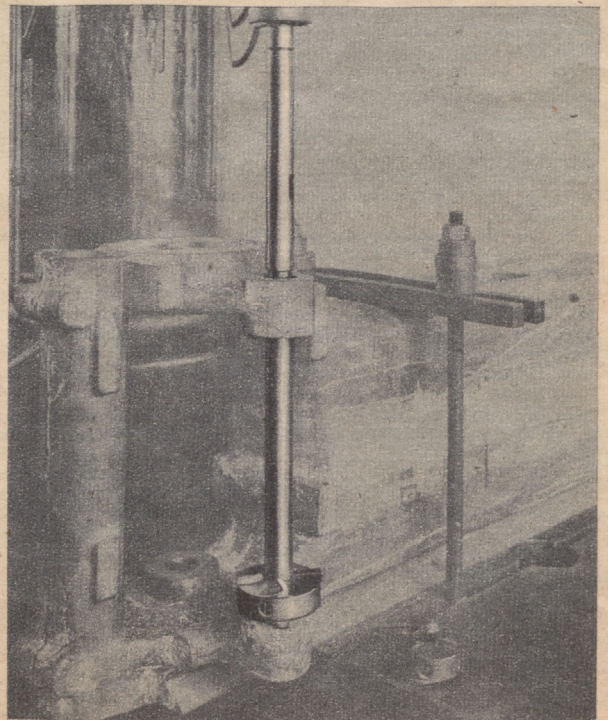


Abb. 259

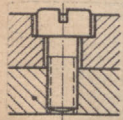
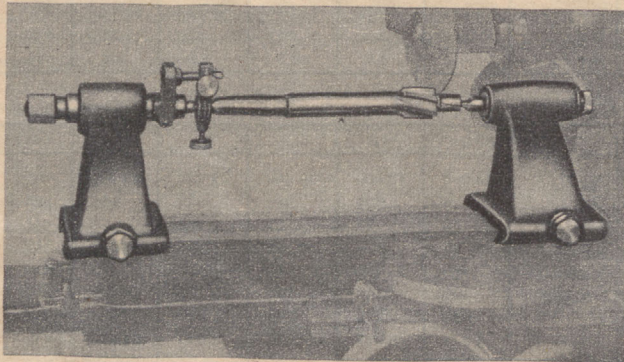
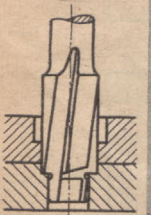


Abb. 260



Abb. 261



links: Abb. 262

rechts: Abb. 263

Führungszapfen können verschiedene Durchmesser haben und werden beim Nachschleifen des Senkers entfernt.

Für größere Einsenkungen und besonders zum Ansenken der Auflagefläche von Muttern, Schraubenbolzenköpfen, Bündeln und Stellingern dient der in Abb. 266 gezeigte Zapfsenker mit Messer und Führungsbuchse; da sowohl Messer als auch Führungsbuchse austauschbar sind, haben diese Senker einen großen Anwen-



Abb. 264

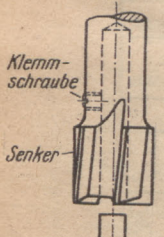
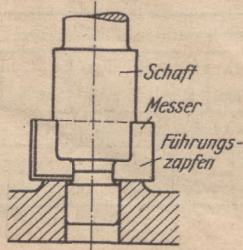
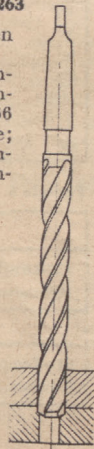


Abb. 266

links: Abb. 265



rechts: Abb. 267



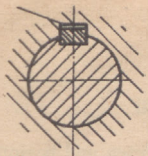


Abb. 38

Die Maschinenelemente (Fortsetzung aus Heft 4/1943)

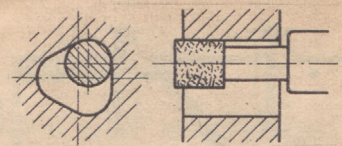
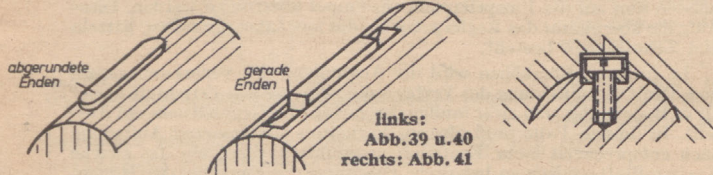


Abb. 49

Federn. Die Federn werden in zwei grundsätzlichen Ausführungen, und zwar als **Paßfedern** und **Gleitfedern** oder als **Scheibefedern** verwendet. Die Federn haben niemals eine Neigung. Sie tragen an den Seitenflächen und haben, wie Abb. 38 zeigt, im Grunde der Nabennut ein kleines Spiel. Die Abmessungen der Paßfedern sind in DIN 496 festgelegt. Sie werden meist mit abgerundeten Enden nach Abb. 39,



seltener mit geraden Enden nach Abb. 40 ausgeführt. Die Paßfedern mit geraden Enden müssen durch Verschrauben gegen ein Verschieben in der Nut gesichert werden.

Sollen die mitzunehmenden Teile in Richtung der Wellenachse verschoben werden, so werden die Gleitfedern nach DIN 496 benutzt. Sie haben ähnliche Formen wie die Paßfedern. Kleinere Gleitfedern werden mit der Welle einfach verstemmt oder fest eingepaßt, größere in der Art der Abb. 41 durch eine oder zwei Schrauben gesichert.

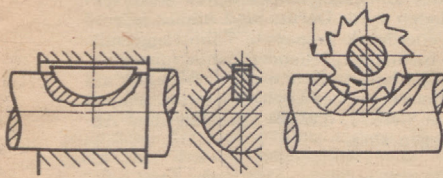


Abb. 42

Abb. 43

Die Scheibefedern nach DIN 304 werden ihrer billigen Herstellung wegen häufig im Werkzeugmaschinenbau verwendet. Wie Abb. 42 zeigt, haben sie die Form eines Kreisabschnitts. Sie werden in eine Nut eingepaßt, die, wie Abb. 43 erläutert, durch Einfräsen durch einen Scheibenfräser ausgearbeitet wird.

Die Federn werden auf Flächenpressung und Abscheren beansprucht. Eine genaue Berechnung wird jedoch meist nicht durchgeführt, sondern die Abmessungen werden aus der Erfahrung unter Berücksichtigung der entsprechenden Normen gewählt. Die Abmessungen in Abhängigkeit vom Wellendurchmesser für gewöhnliche Federn gehen aus DIN 269, für Federn für Werkzeuge und Werkzeugmaschinen aus DIN 144, für Federn zur Fräsebefestigung aus DIN 138 und für Federn für Kreiselventile und Kreiselgebläse aus DIN 270 hervor.

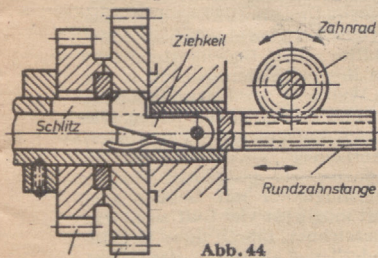
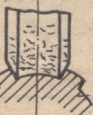


Abb. 44

An Drehzahlwechselgetrieben bei nicht allzu hohen Beanspruchungen, meist für Vorschubgetriebe an älteren Werkzeugmaschinen, sind die **Ziehkeile** zu finden. Die Wirkungsweise des Ziehkeiles zeigt Abb. 44. Der in dem Schlitz einer durchbohrten Welle liegende Ziehkeil befindet sich drehbar an einer verschiebbaren Stange. Die Stange kann durch eine Rundzahnstange oder eine ähnliche Einrichtung in der Längsrichtung verschoben werden. Zwischen den einzelnen Zahnrädern befinden sich innen abgerundete Scheiben, die den an den beiden Seiten der Keilnase abgeschrägten Ziehkeil zurückdrängen, wenn er von einem Rad zum anderen verschoben wird. Durch eine Blatt- oder Schraubenfeder wird das Einschnappen der Keilnase in die Nute des jeweils einzuschaltenden Zahnrades bewirkt. Da der Ziehkeil keinen Anzug hat, ist die Bezeichnung Keil sinnwidrig. Es ist aber die Bezeichnung Ziehkeil in der Werkstattsprache allgemein eingeführt.

Getriebezahnrad

Form-Schleifscheibe



Keilwelle
Abb. 46

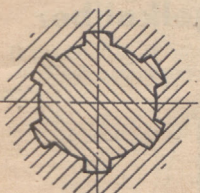


Abb. 45

gende Ziehkeil befindet sich drehbar an einer verschiebbaren Stange. Die Stange kann durch eine Rundzahnstange oder eine ähnliche Einrichtung in der Längsrichtung verschoben werden. Zwischen den einzelnen Zahnrädern befinden sich innen abgerundete Scheiben, die den an den beiden Seiten der Keilnase abgeschrägten Ziehkeil zurückdrängen, wenn er von einem Rad zum anderen verschoben wird. Durch eine Blatt- oder Schraubenfeder wird das Einschnappen der Keilnase in die Nute des jeweils einzuschaltenden Zahnrades bewirkt. Da der Ziehkeil keinen Anzug hat, ist die Bezeichnung Keil sinnwidrig. Es ist aber die Bezeichnung Ziehkeil in der Werkstattsprache allgemein eingeführt.

An Stelle von Gleitfedern werden im Getriebebau für Werkzeugmaschinen und Kraftfahrzeuge oft die Keilwellen und Keilnaben nach Abb. 45 benutzt. Bei ihnen wird die Welle nicht durch Nuten geschwächt, und das Gleiten der zu verschiebenden Zahnräder, Kupplungen und dergleichen ist ohne Ecken möglich. Die Keilwellenprofile mit sechs, acht und zehn Keilen sind in den Normblättern DIN 5461 bis DIN 5465 festgelegt. Die Bezeichnung Keil ist hier ebenfalls unrichtig, aber auch allgemein gebräuchlich. Die Keilwellen werden ähnlich wie eine Verzahnung durch Abwälzfräsen hergestellt und dann durch Nachschleifen

mit der Welle einfach verstemmt oder fest eingepaßt, größere in der Art der Abb. 41 durch eine oder zwei Schrauben gesichert.

An Stelle der Keilwellen und der Federn werden neuerdings recht häufig, besonders im Getriebebau für Werkzeugmaschinen, Kraftfahrzeuge und Luftfahrzeuge, die sogenannten **K-Profile**, verwendet. Das K-Profil hat wie Abb. 47 zeigt, die Form eines Dreiecks mit unter einem bestimmten Halbmesser abgerundeten Ecken. Das K-Profil der Welle wird nach entsprechender Vorbereitung durch Außenschleifen und das in der Bohrung durch Innenschleifen auf Sonderschleifmaschinen hergestellt. Diese Sonderschleifmaschinen ähneln Rundschleifmaschinen, nur besitzen sie einen schwingenden Schleifspindelstock, dessen Bewegung zu der Drehung des Werkstücks in zwangsläufiger Abhängigkeit steht. Das Schleifen des K-Profils an der Welle erläutert die Abb. 48, das in der Bohrung die Abb. 49.

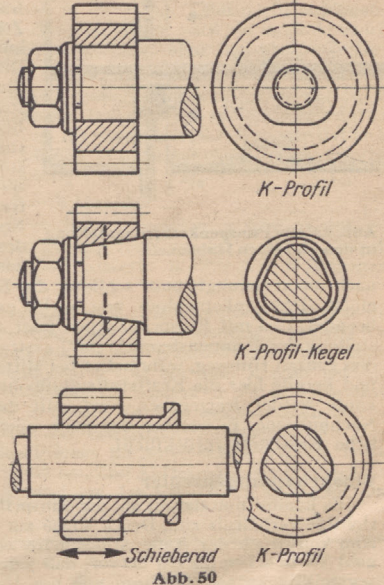


Abb. 50

Dadurch, daß sowohl Welle als auch Bohrung beim K-Profil geschliffen werden können, ergibt sich ein sehr genauer und mittlerer Sitz. Weiter besteht die Möglichkeit, auch gehärtete Bohrungen, die nach dem Härten geschliffen werden, anzuwenden zu können.

Ein besonderer Vorteil des K-Profils gegenüber den Keilwellen ist der größte Widerstand gegen Verdrehung und Verbiegung. Versuche an Sechsheilwellen und K-Profilmwellen mit gleichen Außendurchmessern haben bei den K-Profilen wesentlich geringere bleibende und federnde Formänderungen erwiesen. Es ergeben sich daher bei den gleichen Beanspruchungen durch Anwendung der K-Profile kleinere Abmessungen der Bauteile. Durch das Fehlen von Kanten und Ecken am K-Profil werden die Gefahren von Härterissen und Ermüdungsbrüchen beträchtlich herabgesetzt.

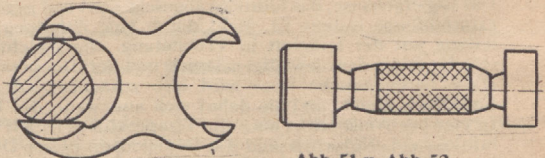


Abb. 51 u. Abb. 52

Das K-Profil kann auch für Verjüngungen als K-Profilkegel zur Befestigung von Werkzeugen und Naben ausgeführt werden. Einige Anwendungsbeispiele für K-Profile sind in Abb. 50 zusammengestellt.

Das werkstattmäßige Messen und Prüfen der K-Profile kann mit verhältnismäßig einfachen Geräten geschehen. Zum Außenmessen der Wellen kommen gewöhnliche Feinmeßschrauben oder Rachenlehren mit einem verlängerten Meßschenkel nach Abb. 51 in Betracht. Für das Messen der Bohrungen lassen sich Kaliberdorne nach Abb. 52 gebrauchen. Ein Sondermeßgerät für die Innenmessung des K-Profils zeigt Abb. 53. Bei diesem Gerät erfolgt die Messung der abgerundeten Ecken des Dreiecks durch drei Kugeln, die ihre Meßbewegung auf eine Meßuhr übertragen. Das Messen des K-Profils auf der Welle mit Hilfe einer Meßuhr oder eines Feintasters und einer entsprechenden Hebelübertragung, wobei die Welle in einer Prismenauflage liegt, veranschaulicht die Abb. 54. (Fortsetzung folgt)

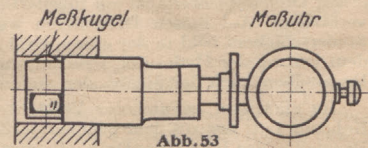


Abb. 53

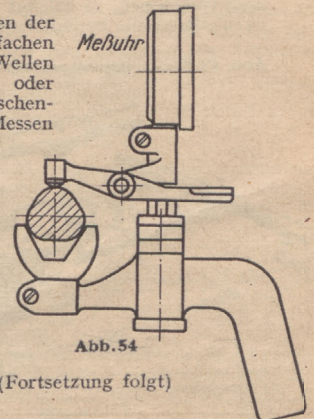
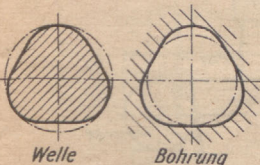
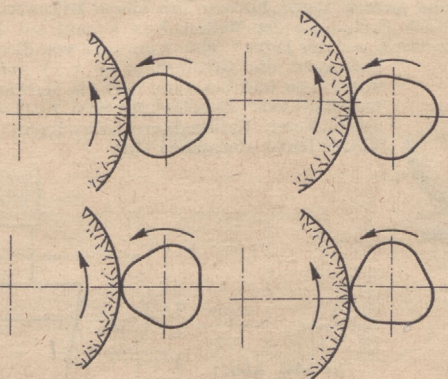


Abb. 54

links: Abb. 47

rechts: Abb. 48



Welle

Bohrung

Neuzeitliche Flugmotoren (Fortsetzung aus Heft 4/1943)

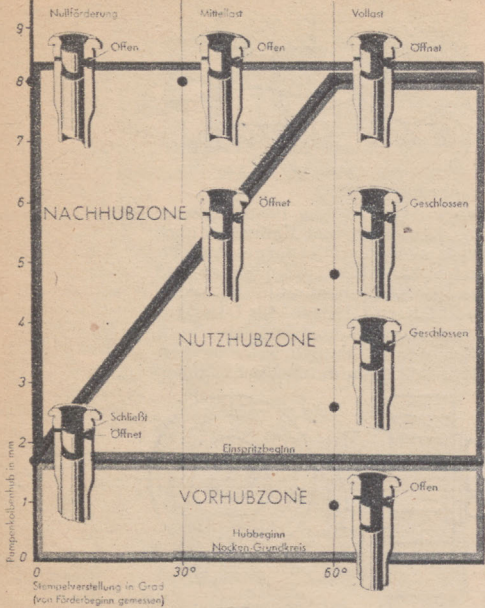


Abb. 42 Die Pumpenkolbenverstellung in den einzelnen Hubzonen

nach oben bewegt und schließt die Kraftstoffzuflußbohrung. Nach einem Pumpenkolbenhub von nicht ganz 2 mm ist die Vorhubzone beendet, und mit Einspritzbeginn folgt die Nutzhubzone. Bei Vollaststellung des Pumpenstempels (60°) erstreckt sich dieser Nutzhub über den ganzen Hubweg, während er bei Mittellast nur bis zur Hälfte reicht und bereits hier die Kraftstoffzuflußbohrung von der schrägen Steuerkante wieder freigegeben wird. Mit dem Einspritzende beginnt die Nachhubzone, in welcher der noch über dem Pumpenstempel befindliche Kraftstoff zurückfließt.

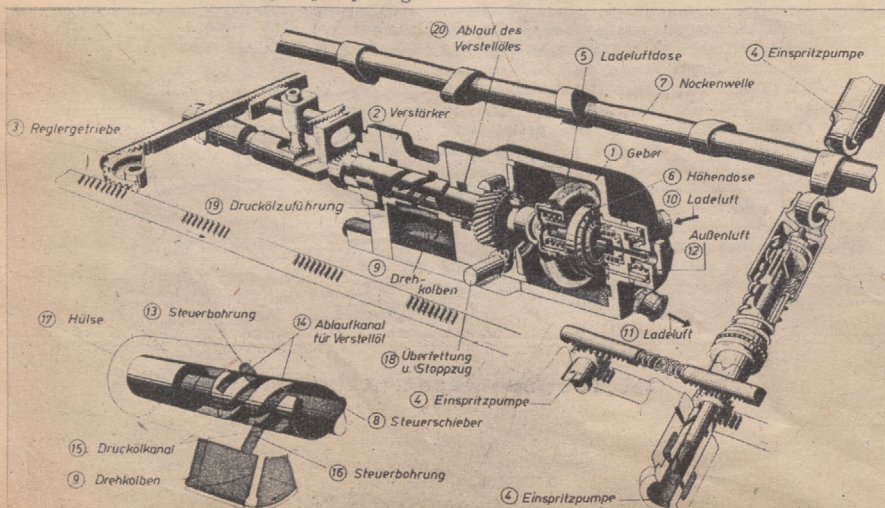
Einspritzpumpenregler

Es kommt nun darauf an, die Einspritzmenge für jeden Zylinder ins richtige Verhältnis zum Druck sowie zur Temperatur der Ladeluft und zum Luftdruck der Außenatmosphäre zu bringen. Was das bedeutet, geht allein schon daraus hervor, daß jede Einspritzpumpe in einem unvorstellbar kurzen Zeitraum von nur $\frac{1}{1000}$ sec eine genau bemessene Kraftstoffmenge von nur 0,25 g unter hohem Druck in den Verbrennungsraum einspritzen muß. Nur außerordentlich sorgfältig konstruierte, dabei aber betriebssichere und widerstandsfähig gebaute Zusatzgeräte können eine solche Feinregelbarkeit aufweisen.

Das zu diesem Zweck von Junkers entwickelte Gerät ist der Einspritzpumpenregler mit dem Reglergetriebe (Abb. 43). Der Einspritzpumpenregler besteht aus dem Geber mit der Ladeluft- und Höhen-dose sowie dem Verstärker mit dem Steuerschieber und dem Drehkolben. Das Gebergehäuse, das luftdicht abgeschlossen und gegen äußere Temperatureinflüsse isoliert ist, steht durch eine Zuleitung und eine Rückleitung mit der Ladeluft in Verbindung. Die Ladeluftdose steht also ständig unter dem jeweiligen Druck und der Temperatur der Ladeluft. Diese barometrische Dose wird also zusammengedrückt, sobald der Ladedruck steigt, und sie dehnt sich aus, wenn der Ladedruck sinkt. In gleicher Weise wirkt auch die Temperatur der Ladeluft auf die Ladeluftdose ein. Natürlich sind die Bewegungen dieser Dose sehr schwach und würden nicht ausreichen, um eine Verdrehung der Einspritzpumpenstempel zu bewirken. Zu diesem Zweck ist ein Verstärker eingeschaltet, der aus einem spiralförmigen Steuerschieber besteht, der sich in einer mit Bohrungen versehenen Drehkolbenwelle bewegt. Mit dieser Drehkolbenwelle ist ein flügelartig ausgebildeter Drehkolben fest verbunden. Auf diesen Drehkolben wirkt nun je nach Stellung des Steuerschiebers bald in der einen, bald in der anderen Richtung, nach dem Prinzip der Hydraulik, Drucköl, unter dessen Einwirkung sich der Drehkolben nach der einen oder anderen Richtung bewegt.

Im einzelnen arbeitet der Verstärker folgendermaßen: Durch eine Bohrung tritt das aus dem Schmierstoffkreislauf des Motors kommende Drucköl in das Innere der Drehkolbenwelle und füllt den in dem Steuerschieber befindlichen Kanal. Wird der Steuerschieber von der Ladeluftdose verschoben, so gelangt dieser Kanal in den Bereich einer in der Drehkolbenwelle befindlichen Bohrung. Jetzt kann das Öl durch diese

Abb. 43 Einspritzpumpenregler



Bohrung aus dem Kanal in das Drehkolbengehäuse treten und beginnt den Drehkolben zu bewegen. Gleichzeitig mit dem Auftreffen des Öldrucks auf den Drehkolben kann durch eine weitere, ebenfalls freiverdende Bohrung in der Drehkolbenwelle die auf der anderen Seite des Drehkolbens noch vorhandene Ölmenge zurückzufließen. Da sich mit dem Drehkolben gleichzeitig auch die Drehkolbenwelle bewegt, schließt sie nach einer gewissen Zeit die beiden Bohrungen wieder, und der Drehkolben bleibt stehen. Diese Bewegungen des Drehkolbens müssen nun auf die Einspritzpumpenstempel übertragen werden. Diese Aufgabe übernimmt das Reglergetriebe, das aus Zahnsegmenten, Ritzeln und Zahnstangen besteht.

In größeren Flughöhen wird die Ausspülung der Verbrennungs-gase und damit die Aufladung des Verbrennungsraumes mit Frischluft besser als in Bodennähe, und zwar infolge des geringeren Gegendrucks am Auspuff. In diesem Falle muß also im Verhältnis zur besseren Aufladung auch entsprechend mehr Kraftstoff zugeführt werden, um das gleiche Kraftstoffluftgemisch zu erhalten. Hier setzt die Funktion der Höhen-dose ein, die hinter der Ladeluftdose im Geber angeordnet ist. Das Innere dieser Dose ist ständig mit der Außenluft in Verbindung. In gleicher Weise wie die Ladeluftdose alle Veränderungen der Ladeluft überträgt, so überträgt die Höhen-dose alle Veränderungen des Außenluftdrucks über den Verstärker und das Reglergetriebe auf die Einspritzpumpenstempel.

Die genaue Wirkungsweise des Einspritzpumpenreglers setzt voraus, daß jeder tote Gang vermieden wird. Darum sind immer je zwei Antriebsritzel durch eine mit Federdruck gespannte Zahnstange miteinander verbunden, so daß die ineinandergreifenden Zähne immer anliegen. Eine Veränderung der Gemischeinstellung wirkt unmittelbar auf den Steuerschieber. Kanal und Bohrungen der Drehkolbenwelle können so genau aufeinander abgestimmt werden, daß die Öffnungs- und Abschlußzeiten einwandfrei festzulegen sind.

Ladeluftförderung

Für die Leistung des Flugmotors ist ausreichende Versorgung mit Verbrennungsluft von besonderer Wichtigkeit. Im Gegensatz zum Automobilmotor, der im allgemeinen unter gleichbleibenden atmosphärischen Verhältnissen arbeitet und nur den veränderten Bedingungen der Witterung und der Jahreszeiten ausgesetzt ist, müssen die Flugmotoren unter schnell wechselnden Luftdruck- und Temperaturbedingungen in den verschiedenen Flughöhen arbeiten. In welchem Umfang die Veränderung der Atmosphäre auf die Leistung des Flugmotors einwirkt, geht daraus hervor, daß ein Flugmotor in 7000 m Höhe bei gleichbleibender Luftzufuhr wie am Boden nur noch die Hälfte seiner Bodenleistung aufzuweisen hat. Es kommt also darauf an, diesem Leistungsverlust in der Höhe entgegenzutreten. Schon im ersten Weltkrieg wurden die Probleme der zusätzlichen Ladeluftzufuhr erkannt und in Angriff genommen. Die Ausnutzung der Fluggeschwindigkeit durch Aufstauen des Flugwindes, also die sogenannte „aerodynamische Aufladung“, schafft aber nur bei großen Fluggeschwindigkeiten einen nennenswerten zusätzlichen Vorverdichtung. Heute ist jeder Hochleistungsflugmotor mit Gebläse ausgerüstet, um die Verbrennungs-räume mit möglichst viel Luft zu füllen. Da man diesen Vorgang als „Laden“ bezeichnet, führen diese Gebläse oder Kompressoren die Bezeichnung „Lader“, und alle dazu notwendigen Teile den Sammelbegriff „Ladeeinrichtungen“. (Fortsetzung folgt)

(Werkaufnahmen: J.F.M.)

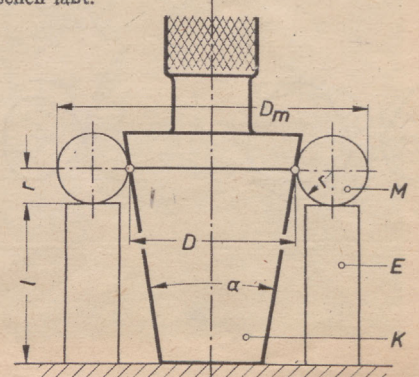
Einritzen des Kontrollrisses in Kegelkaliber

Um den Kontrollriß für den Kegeldurchmesser D (Abbildung 1) einzuritzen, kann man wie folgt verfahren. Nach Berechnung des Prüfmaßes D_m nach der Gleichung:

$$D_m = D + 2 \cdot \left(r + \frac{r}{\cos \frac{\alpha}{2}} \right)$$

werden beide Meßscheiben M gleichmäßig mit Endmaßen E unterlegt, und zwar so lange, bis man mit einem Mikrometer das Maß D_m mißt. Nach Fortnahme der Meßscheiben kommt auf die Endmaße noch ein weiteres von der Höhe r . Nun kann man von dieser Stelle aus mit einer Reißnadel die Gesamthöhe $(l + r)$ auf den Kaliberdorn K übertragen und bekommt dort die Markierung des gewünschten Durchmessers. Zweckmäßig wird man zuerst eine Stelle des geschliffenen Kaliberdornes schwärzen, welche sich nachher wieder leicht abwischen läßt.

(rechts) Abb. 1



Konstruktion und Lehre der wichtigsten ebenen Kurven (Fortsetzung aus Heft 9/1942)

Wir bringen hierunter die Fortsetzung einer Aufsatzreihe, die wir mit dem Septemberheft 1942 abbrechen mußten.

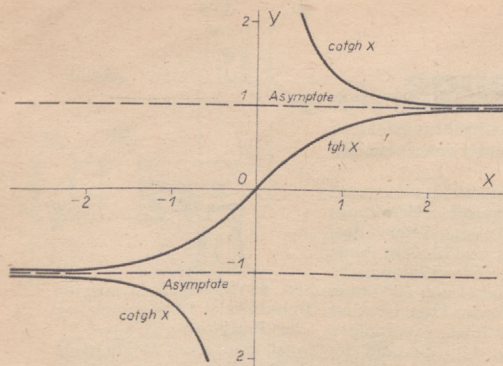


Abb. 49 Die hyperbolischen Funktionen $y = \text{tgh } x$ und $y = \text{cotgh } x$

Die Form der Kurven $y = \text{tgh } x$ und $y = \text{cotgh } x$ zeigt Abb. 49. Man zeichnet diese vier hyperbolischen Kurven am bequemsten an Hand von Tabellen auf,

die nahezu jedes Taschenbuch für Maschinenbau u. ä. enthält. Umkehrung (auch Inversion genannt). Man versteht darunter jene Funktion, die entsteht, wenn in einer bekannten Funktion die beiden Veränderlichen x und y gegenseitig den Platz wechseln. Beispiel:

Ausgangsfunktion	Umkehrung	Umkehrung
$\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 = 1$	$\left(\frac{y}{a}\right)^2 + \left(\frac{x}{b}\right)^2 = 1$	aufgelöst nach y
$y = x^n$	$x = y^n$	$y = x^{1/n} = \sqrt[n]{x}$
$y = e^x$	$x = e^y$	$y = \frac{\log x}{\log e} = \ln x$

In der Abbildung würde sich die Umkehrung gleichfalls nur als Umbenennung der Koordinaten äußern. Es gehört aber gewissermaßen zum guten Ton, daß im Zweiachsensystem die x -Achse nach rechts und die y -Achse nach oben geht. Durch einen einfachen Kunstgriff läßt sich das auch hier erreichen, indem man entweder das Bild von hinten betrachtet oder — was dem gleichkommt — an einer Geraden spiegelt, die durch den Achsenschnittpunkt geht und den ersten Quadranten halbiert. Wir haben diesen Kniff bereits in den Abb. 33 bis 36 kennengelernt und dazu benutzt, rasch Parabeln und Hyperbeln aufzuzeichnen, deren Exponenten kleiner als 1 waren.

Abb. 50. Durch Umkehrung der Exponentialfunktion $y = e^x$ lernen wir die sehr wichtige logarithmische Funktion $y = \ln x$ kennen. Sollte man es von früher her vergessen haben, so kann man an ihr sehr schön folgendes ablesen:

$$\begin{aligned} \text{für } x = 1 \text{ wird } y &= \ln 1 = 0 \\ x = e \quad y &= \ln e = 1 \\ x = 0 \quad y &= \ln 0 = \infty \end{aligned}$$

dagegen gibt es, wie man sieht, keinen Logarithmus aus negativen Zahlen.

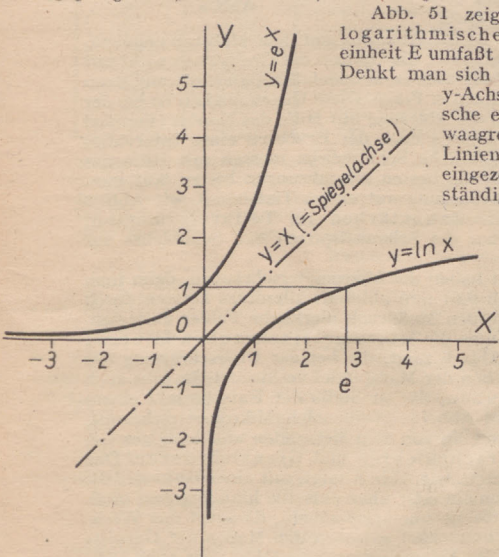
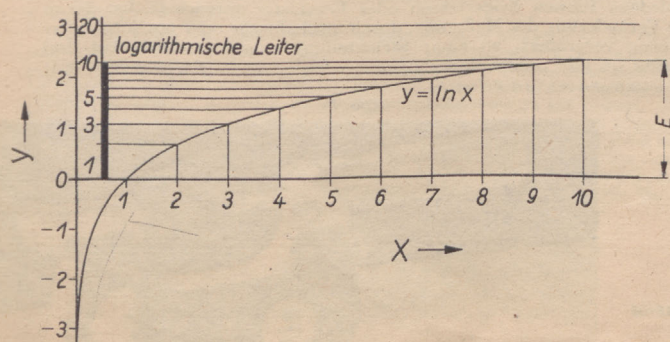


Abb. 50 Die log. Funktion $y = \ln x$ als Umkehrung von $y = e^x$

Abb. 51 zeigt die Entstehung der logarithmischen Leiter. Die Längeneinheit E umfaßt gerade eine 10er Potenz. Denkt man sich die lineare Leiter an der y -Achse durch die logarithmische ersetzt und das Netz der waagrecht und senkrecht Linien ohne Rücksicht auf die eingezeichnete Kurve vervollständigt, so hat man einen Ausschnitt — gewissermaßen eine „Bandbreite“ — aus dem einfach-logarithmischen Papier der Abb. 47 vor sich.

Abb. 52. Die logarithmische Leiter ist zugleich die Grundlage des Rechenschiebers. Er besteht in seiner einfachsten Form aus zwei gleichen, übereinander verschiebbaren Maßstäben mit logarithmischer Teilung von der Länge $2E$ und

Abb. 51 Entstehung der log. Leiter aus $y = \ln x$



hat die Besonderheit, Multiplikation in Addition, Division in Subtraktion umzuwandeln.

Beispiel: $4 \cdot 6 = 24$ wird umgewandelt in $\log 4 + \log 6 = \log 24$.

Statt die Zahlenwerte $\log 4$ usw. in einer log. Tafel nachzuschlagen und die Rechnung weiter schriftlich durchzuführen, wird sie nach Abb. 52 auf dem Rechenschieber mechanisch ausgeführt. Man beachte, daß die log. Teilung mit 1 beginnt; der Wert Null würde links im Unendlichen liegen!

Prof. Alwin Walther führt in einem sehr empfehlenswerten Buch „Einführung in die mathematische Behandlung naturwissenschaftlicher Fragen“, Verlag Springer, Berlin, als Beispiel einer Exponentialfunktion das in der Naturwissenschaft häufige Wachstums- und Ertragsgesetz an. Es tritt sehr oft in der Verbindung

$$y = b(1 - ax)$$

auf, wobei a ein echter Bruch ist. Bei wachsendem x wird ax unbegrenzt kleiner und fällt gegen 1 immer weniger ins Gewicht. y nähert sich daher bei Vergrößerung von x dem „Höchstwert“ b . Für $x = 0$ hingegen ist $y = 0$.

Ein derartiges Gesetz beherrscht z. B. die Einmolekülreaktion in der Chemie (etwa die Zuckerinversion) oder die Beziehung zwischen Druck und Volumen eines Kilogramms gesättigten Wasserdampfes oder das Ansteigen der elektrischen Stromstärke y mit der Zeit x zum Endwert b gegenüber der Selbstinduktion. Schließlich kommt sie als Arbeitshypothese für viele biologische Vorgänge in Frage. In dem besprochenen Buch von Walther wird als Beispiel dafür das Wachstum des isländischen Herings angeführt. y ist die Länge des Fisches im Alter von x Jahren. b ist die wahrscheinliche Höchstlänge = 37 cm. Die Auftragung der Beobachtungen von y und x ergaben eine Kurve, aus der a zu 0,725 bestimmt wurde.

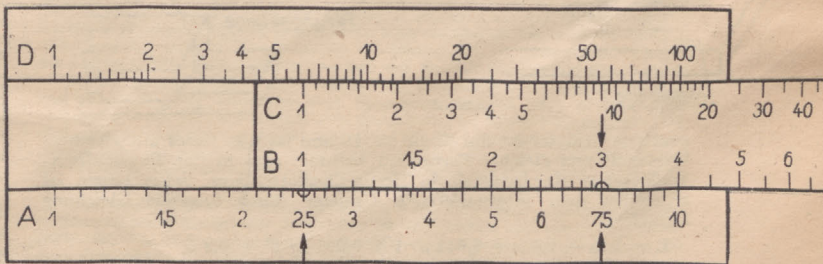
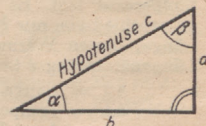


Abb. 52 Rechenschieber

Einige Winkelbeziehungen. Aus den drei Seiten a, b, c eines rechtwinkligen Dreiecks lassen sich drei Seitenverhältnisse $a : b, a : c, b : c$ bilden. Sie ändern sich, wenn sich die spitzen Winkel α und β ändern (im rechtwinkligen Dreieck gilt immer $\alpha + \beta = 90^\circ$), deshalb kann man auch sagen: die Seitenverhältnisse sind Funktionen von α und β . Die Mathematiker haben dafür folgende Benennungen eingeführt:

$$\begin{aligned} a/c &= \sin \alpha \\ b/c &= \cos \alpha \\ a/b &= \text{tg } \alpha \end{aligned}$$

Abb. 53



dabei liegt die größte Seite c dem größten Winkel ($= 90^\circ$) gegenüber und heißt Hypotenuse. Die kleineren Seiten a und b heißen Katheten. a liegt dem Winkel α gegenüber und heißt deshalb Gegenkathete von α ; b liegt β gegenüber und heißt Gegenkathete von β . Andererseits kann man auch wegen des Anliegens von a an β und von b an α sagen: a ist Ankathete von β und b ist Ankathete von α ; sinus, cosinus, tangens (abgekürzt \sin, \cos, tg) sind keine selbständigen Größen, mit denen man Multiplizieren, Addieren usw. kann, sondern nur Namen für das Seitenverhältnis, es ist

$$\begin{aligned} \text{sinus} &= \text{Gegenkathete/Hypotenuse} \\ \text{cosinus} &= \text{Ankathete/Hypotenuse} \\ \text{tangens} &= \text{Gegenkathete/Ankathete.} \end{aligned}$$

Der umgestürzte Wert von tangens hat einen eigenen Namen, cotangens.

Es ist

$$\text{ctg } \alpha = \frac{1}{\text{tg } \alpha} = b/a$$

Aus $a : b = (a/c) : (b/c)$ ergibt sich ferner $\text{tg } \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ und auf ähnliche

$$\text{Weise } \text{ctg } \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

Im Folgenden nehmen wir α als selbständig veränderlich an, nennen es deshalb x und suchen für $\sin x, \cos x$ usw. den Wert y der entsprechenden Seitenverhältnisse. (Fortsetzung folgt)

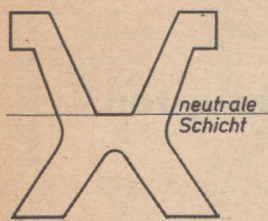


Abb. 1

Eine immer höher gestiegerte Genauigkeit wird an die heutigen Fertigungsverfahren gestellt. Auch in der Massenfertigung werden die Teile eines Gerätes meistens in verschiedenen Abteilungen eines Werkes hergestellt. Sollen dann wirtschaftliche und betriebstechnische Vorteile entstehen, so müssen die Abmessungen der einzelnen Teile so übereinstimmen, daß ein einwandfreier Zusammenbau ohne Nacharbeit gewährt ist. Hauptsächlich bei der Austauschbarkeit von Ersatzteilen wird höchste Genauigkeit verlangt und damit auch genaue Meßwerkzeuge.

Unter Messen versteht man allgemein ein Vergleichen der gegebenen Größe mit der zu messenden Größe. Für die in der Fertigung am häufigsten auftretende Längenmessung ist das Vergleichsmaß das Meter mit seinen Unterteilungen. Am häufigsten wird der tausendste Teil, das Millimeter (mm), oder davon der tausendste Teil, das Mikron (μ), benutzt. Ursprünglich war man bemüht, als fundamentale Längeneinheit den 10^7 Teil des vom Pol zum Äquator gemessenen Erdmeridianquadranten festzulegen (rd. 10 000 km²). Eine internationale Kommission legte im Jahre 1875 die Längeneinheit „Das Meter“ fest, und zwar als den Abstand der beiden Striche auf dem im Internationalen Büro für Maße und Gewichte in Sèvres bei Paris aufbewahrten Urmetermaßstab (Prototyp) bei der Temperatur des schmelzenden Eises (0° C). Dieses Urmeter besteht aus einer Platin-Iridium-Legierung, und zwar 90 vH. Platin und 10 vH. Iridium. Diese Legierung ist hart und elastisch, wenig deformierbar, widerstandsfähig, und die Wärmeausdehnung ist verhältnismäßig gering. Der Querschnitt und die Teilstriche des Urmeters sind in Abb. 1 dargestellt. Die einzelnen Staaten besitzen Kopien vom Urmeter; das

Neuzeitliche Meßwerkzeuge

Die Größe von Beobachtungsfehlern infolge Ables- und Einstellungsgenauigkeiten ist abhängig

- von der Übung des Messenden und von seiner meßtechnischen Schulung;
- von der Größe des Teilungsintervalles, d. h. bei Ablesung mit bloßem Auge dürfen zwei Punkte oder Linien nicht unter einem Schwinkel von 50° erscheinen, da die Netzhaut unseres Auges nicht mehr in der Lage ist, diese Punkte oder Linien getrennt wahrzunehmen (Auflösungsvermögen oder Punktsehschärfe);
- von der Stärke und dem Zustand der Teilstriche; nach Möglichkeit diese nicht stärker als ein Zehntel des Teilungsintervalles und die kürzeste Strichlänge, das ein- bis zweifache der Intervallgröße;
- von der Beobachtungsrichtung, denn durch Änderung derselben kann der sogenannte Parallaxfehler entstehen, wenn Meße Ebene und Teilungsebene nicht koinzidiert;

In Abb. 2 und 3 ist dieser auftretende Parallaxfehler schematisch dargestellt; e) von der Beleuchtung, da sich bei Änderung der Beleuchtungsrichtung die Teilstriche scheinbar, wie Abb. 4 zeigt, verlagern können.

Um diese unvermeidlichen Fehler möglichst auszuschalten, wiederholt man die Messung mehrere Male oder läßt die Messung von verschiedenen Beobachtern mit demselben Instrument vornehmen. Aus diesen erhaltenen Beobachtungen nimmt man den Mittelwert, der dann dem wahren Wert wohl am nächsten kommt. Der Fehler der Messung ist die Abweichung der einzelnen Beobachtungen vom Mittelwert, und wenn man von diesen Abweichungen wieder den Mittelwert bestimmt, so erhält man den durchschnittlichen Fehler, der ein Maß für die Genauigkeit der Messung angibt. Eine solche aufgestellte Meßreihe ergab bei sechs Messungen, die mindestens erforderlich sind:

Messung:	Fehler:
1. 15,175	- 0,005
2. 15,184	+ 0,004
3. 15,186	+ 0,006
4. 15,175	- 0,005
5. 15,178	- 0,002
6. 15,182	+ 0,002
Mittelwert 15,180	$\pm 0,004$ mm
	durchschnittl. Fehler

Die einfachsten Längenmeßwerkzeuge sind Maßstab, Taster, Greifzirkel und Schublehre. Der Taster und Greifzirkel werden zum Übertragen des Maßes vom Werkstück auf den Maßstab benutzt oder auch umgekehrt, sind aber für genaue Messungen ungeeignet, da z. B. beim Tasten durch starkes Andrücken die Schenkel sich durchbiegen können; außerdem ist die Ablesung auf dem Maßstab ungenau, wenn die Flächen des Tasters oder die Spitzen des Greifzirkels nicht mit den Teilungsstrichen des Maßstabes zusammenfallen (koinzidieren), denn dann kommt nur ein Schätzen in Frage. Diese Ungenauigkeit ist bei der Schublehre aufgehoben, da die Ablesung mit Hilfe des Nonius (Vernier) vorgenommen wird und dadurch noch der Bruchteil eines Intervalles genau abzulesen ist. Gewöhnliche Schublehren messen mit Hilfe des Nonius 0,1 mm genau und die besten Ausführungen bis zu 0,02 mm. Mit der Schublehre, in Verbindung mit einem Tiefenmaß, wie Abb. 5 zeigt, lassen sich auch die Zahnstärken im Teilkreis messen; mit dem Tiefenmaß werden die Schenkelspitzen der Schublehre auf dem Teilkreis eingestellt.

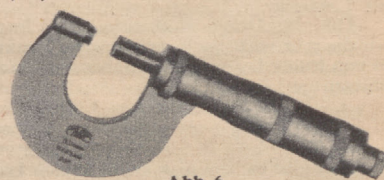


Abb. 6

Eine hohe Genauigkeit haben die Mikrometerschrauben, denn man kann bei ihnen meist noch 0,01 mm ablesen; allerdings können durch die Handwärme und zu großen Meßdruck merkbare Fehler auftreten. Gegen den Meßdruck hat man die Mikrometerschrauben mit einer Ratsche versehen, wie Abb. 6 zeigt, die bei der Überschreitung des Meßdruckes das Weiterdrehen der Meßspindel verhindert. Es gibt auch noch Mikrometerschrauben, die an Stelle der Ratsche mit einem Fühlhebel ausgerüstet sind. Abb. 7 zeigt eine solche Mikrometerschraube.

Ein schnelles Messen und ein von dem Messenden unabhängiges Gefühl gestatten die Grenzrachenlehren und Grenzlehrdorne. Das sind sogenannte Doppellehren, wie Abb. 8 zeigt, mit einer Gutseite, die gerade in das Werkstück hinein oder über dasselbe hinübergehen muß. Dagegen darf die Ausschubseite nur anschnäbeln, da sonst das Werkstück Ausschub ist. Der Unterschied zwischen den Maßen der Gutseite und der Ausschubseite ist die Toleranz nach dem DIN- oder auch ISAPassungssystem. Deshalb braucht man bei den festen Grenzlehren von einem Nenndurchmesser verschiedene Lehren, und zwar für jeden Sitz eines Gütegrades eine Lehre. Diesen Umstand zu beseitigen, haben verschiedene Firmen Zeigerlehren oder Feintaster entwickelt, bei denen die Veränderung der Meßgröße, durch mechanische oder optische Übersetzung vergrößert, an einer Strichteilung angezeigt wird. Auf drei Geräte sei hier näher eingegangen.

(Fortsetzung folgt)
(Werkaufnahmen: Carl Zeiss)

Abb. 7

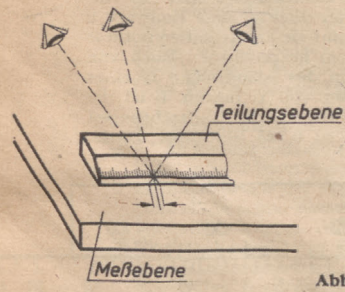
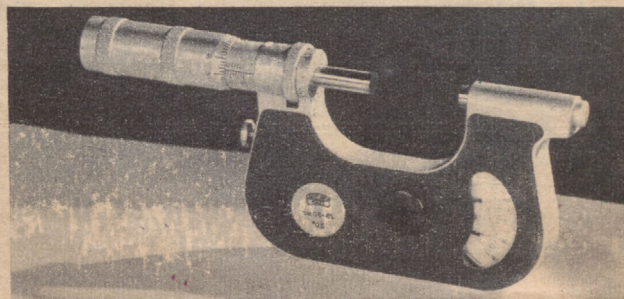


Abb. 3

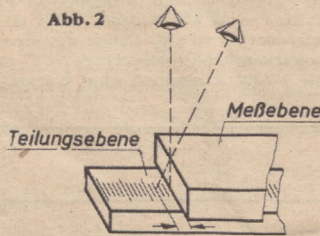


Abb. 2

deutsche Urmeter ist die Kopie Nr. 18 und ist wie dieses aus gleichem Werkstoff und gleicher Form und befindet sich in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin-Charlottenburg. Seine Länge ist gegenüber dem internationalen Urmeter durch folgende Gleichung festgelegt:

$$L = 1 \text{ m} - 1,0 \mu - 8,642 \mu \cdot t + 0,001 \mu \cdot t^2 \pm 0,2 \mu$$

worin t die Temperatur der internationalen Wasserstoffskala und $\mu = 1/1000$ mm ist. Heute ist man auch in der Lage, die Meterlänge in Lichtwellenlängen auszudrücken, und zwar hat ein Meter gleich 1 553 163,7 Wellenlängen der roten Kadmiumlinie.

Bei technischen Messungen ist eine Bezugstemperatur von 20° C zugrunde gelegt worden gegenüber dem Urmeter von 0° C. Es muß auch genau bei Messungen darauf geachtet werden, daß Meßwerkzeug und Werkstück die gleiche Temperatur haben; man kann es erreichen, wenn man beides längere Zeit auf große Metallplatten von Raumtemperatur legt. Es ist nämlich zu bedenken, daß ein Temperaturunterschied von nur 2° C bei der Messung eines Stahlmaßes von 150 mm Länge, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient $11,5 \cdot 10^{-6}$ beträgt, eine Längenänderung $\delta l = l \cdot \alpha \cdot \delta t$, worin

$$\begin{aligned} \delta l &= \text{Länge des Körpers,} \\ \delta t &= \text{Temperaturänderung,} \\ \alpha &= \text{Ausdehnungskoeffizient ist.} \\ l &= 150 \cdot 11,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \\ &= 3 \cdot 11,5 \cdot 10^{-4} \\ &= 0,00345 \text{ mm} = 3,45 \mu \text{ beträgt.} \end{aligned}$$

Man sieht also an diesem kleinen Beispiel, daß bei genauen Messungen die Einhaltung der Bezugstemperatur unbedingt zu beachten ist.

Auch spielen beim Messen die Fehler, ihre Erkennung bzw. ihre Beseitigung eine große Rolle. Wegen der Unvollkommenheit unserer Meßwerkzeuge und Sinnesorgane ist jede gemessene Größe von vornherein mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Man kann die Fehler einteilen in:

1. Beobachtungsfehler, d. h. Fehler, die während der Messung selbst entstehen und begründet sind in unvermeidbaren Ables- und Einstellungsgenauigkeiten, störenden Einflüssen von außen, Temperaturschwankungen u. a.
2. Systematische Fehler, d. h. Fehler, die in der Methode des Messens oder in dem Meßwerkzeug liegen, z. B. fehlerhafte Teilung, toten Gang, Nullpunktfehler usw.

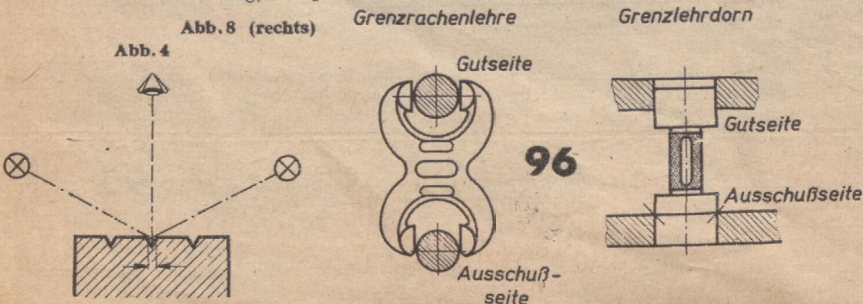


Abb. 8 (rechts)

Abb. 4

96

Grundlagen der Elektrotechnik

(Fortsetzung aus Heft 4/1943)

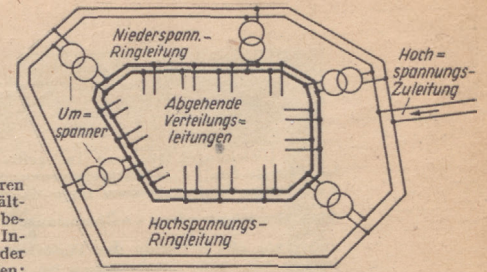


Abb. 237 Ringleitungen mit parallelgeschalteten Umspannern

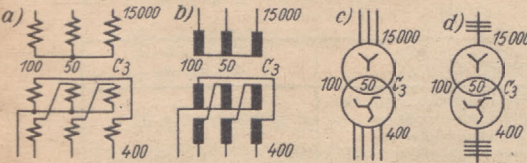


Abb. 235 Schaltzeichen für einen Drehstromumspanner in Stern-Zickzackschaltung (Schaltgruppe C₃, 100 kVA, 50 Hz, 15 000/400 Volt)

A₁, A₂, A₃, B₁, B₂ usw. sind seit einiger Zeit neue worden, die im folgenden kurz erläutert werden sollen (vorläufig behalten die alten Bezeichnungen neben den neuen Geltung):

Alte Bezeichnung		Neue Bezeichnung		Alte Bezeichnung		Neue Bezeichnung	
A	A ₁	Dd 0	C	C ₁	Dy 5		
	A ₂	Yy 0		C ₂	Yd 5		
	A ₃	Dz 0		C ₃	Yz 5		
B	B ₁	Dd 6	D	D ₁	Dy 11		
	B ₂	Yy 6		D ₂	Yd 11		
	B ₃	Dz 6		D ₃	Yz 11		

Der Leser wird aus dieser Tabelle bereits ersehen haben, daß die gewählten großen und kleinen Kennbuchstaben der jeweiligen Schaltungsart entsprechen.

Schaltungsart	Oberspannungsseite	Unterspannungsseite
Dreieck	D	d
Stern	Y	y
Zickzack	Z	z

Auf die Bedeutung der Kennzahl kann hier nicht näher eingegangen werden.

e) Wirkungsgrad und Verluste

In Umspannern treten die gleichen Verluste wie in Motoren und Generatoren auf, allerdings abzüglich der Reibungsverluste (es sind ja keine rotierenden Teile vorhanden). Die Verluste setzen sich aus den Eisenverlusten im Magnetkern und den Kupferverlusten in den Wicklungen zusammen. Im Verhältnis zu anderen Maschinen ist der Wirkungsgrad von Umspannern sehr hoch. Je nach der Leistung ist er verschieden groß; die folgende Tabelle gibt eine Reihe von Werten an.

Leistung in kVA	Wirkungsgrad η
5	0,952
10	0,957
20	0,961
30	0,964
50	0,966
75	0,97
100	0,9715
250	0,974
500	0,977
800	0,98

Die Eisenverluste setzen sich ihrerseits aus Hysteresisverlusten und Wirbelstromverlusten zusammen. Unter „Hysteresis“ versteht man bekanntlich die Umpolarisierungsarbeit. Auch bei Umspannern wird das Eisen, der Frequenz des Wechselstroms entsprechend, ständig umpolarisiert. Die Wirbelstromverluste entstehen durch die ständige Änderung des Kraftlinienflusses, wodurch im Eisenkörper Induktionsströme entstehen. Diese verlaufen ausschließlich im Eisen. Durch Lamellieren (Herstellung aus einzelnen Blechen) des Eisenkörpers kann man die Wirbelstromverluste weitgehend herabsetzen.

Die Kupferverluste treten bei den Umspannern in den Kupferdrähten sowohl der Oberspannungs- als auch der Unterspannungspule auf. Sie sind abhängig vom Widerstand der Wicklungen und von der Größe des durchfließenden Stromes. Ist R der Widerstand der Wicklung und I der Strom in den Wicklungen, dann hat der Spannungsverlust nach dem Ohmschen Gesetz den Wert I · R. Der Wärmeverlust errechnet sich dann einfach durch Multiplikation des Spannungsverlustes mit dem Strom I. Es gilt also:

$$\text{Wärmeverlust im Kupfer } W_k = I^2 \cdot R.$$

Beim Bau der Umspanner hat man die Möglichkeit in der Hand, durch entsprechendes Dimensionieren des Eisenkerns und der Kupferwicklungen entweder die Eisenverluste oder die Kupferverluste kleinzuhalten. Bei normalen Umspannern sind die Eisenverluste ungefähr gleich den Kupferverlusten. Bei einem Gesamtverlust von 3 vH. wären also 1,5 vH. Eisenverluste und 1,5 vH. Kupferverluste vorhanden.

Bei Umspannern, die dauernd belastet sind oder bei Nichtgebrauch ausgeschaltet werden, tritt der beste Jahreswirkungsgrad bei niedrigen Kupferverlusten ein. Bei Umspannern, die dauernd eingeschaltet und selten voll belastet sind, wird er dagegen ausschlaggebend von den Leerlaufverlusten beeinflusst.

Wenn man vom Jahreswirkungsgrad spricht, dann ist damit das Verhältnis gemeint, das zwischen der während eines Jahres vom Umspanner abgegebenen Nutzarbeit und der in derselben Zeit aufgenommenen Arbeit besteht. Der Jahreswirkungsgrad ist nur dann gleich dem normalen Wirkungsgrad, wenn der Umspanner ständig voll belastet ist; das ist aber im allgemeinen nicht der Fall.

f) Leistung und Leistungsfaktor

Zur Berechnung der Leistung eines Umspanners, die er abgibt, wenn ein Ortsnetz angeschlossen ist, das nur Licht- und Heizstromverbraucher hat, verfährt man nach folgendem Beispiel: Es sei angenommen, daß ein Umspanner vorliegt, der primärseitig 10 000 Volt zugeführt erhält und sekundärseitig 220 Volt abgibt; es sei weiter angenommen, daß die Gesamtanschlussleistung 22 kW beträgt. Da nur Stromverbraucher ohne Induktivitäten angeschlossen sind, nämlich Lampen und Heizkörper, so ist der $\cos \varphi = 1$. Vernachlässigt man die Verluste, dann ist die primärseitige Leistung gleich der sekundärseitigen Leistung, also 22 kW oder auch, was hier gilt, 22 kVA (die Wirkleistung ist in diesem Fall gleich der Scheinleistung, denn $\cos \varphi = 1$). Die sekundärseitige Stromstärke errechnet sich wie folgt:

$$I_2 = \frac{N}{U_2 \cdot \cos \varphi} \quad \text{also: } I_2 = \frac{22\,000}{220 \cdot 1} = 100 \text{ Ampere.}$$

Wenn aber an den Umspanner Motoren angeschlossen sind, liegen die Verhältnisse anders. Die Anschlußleistung betrage wieder 22 kW. Da Motoren Induktivitäten aufweisen, muß jetzt der Leistungsfaktor berücksichtigt werden; er betrage beispielsweise $\cos \varphi = 0,8$. N errechnet sich dann durch Division der gegebenen Leistung 22 durch den Leistungsfaktor 0,8. Man erhält 27,5 kVA. Mit anderen Worten heißt das:

$$\text{Wirkleistung} = 22 \text{ kW, Scheinleistung} = 27,5 \text{ kVA.}$$

In diesem Fall beträgt die sekundärseitig auftretende Stromstärke:

$$I_2 = \frac{22\,000}{220 \cdot 0,8} = 125 \text{ Ampere.}$$

Beim Aufstellen von Umspannern ist deshalb immer darauf zu achten, ob Verbraucher mit Induktivitäten oder solche ohne Induktivitäten angeschlossen werden sollen. Bei der Bestellung eines Umspanners müssen außer der gewünschten Leistung auch die Oberspannung, die Unterspannung und der Leistungsfaktor angegeben werden. Ist beispielsweise $\cos \varphi = 0,8$, dann wird der Umspanner entsprechend größer und teurer, weil die sekundärseitige Stromstärke entsprechend größer ist. — Im allgemeinen wird aber nicht die Wirkleistung und der Leistungsfaktor angegeben, sondern die Scheinleistung, also beispielsweise 20 kVA oder 30 kVA. Das geschieht deshalb, weil man vielfach nicht im voraus festlegen kann, wie groß der Leistungsfaktor ist.

Es läßt sich ohne weiteres ermitteln, welche Wirkleistung ein Umspanner bei verschiedenen Phasenverschiebungswinkeln abgibt (Wirkleistung = Scheinleistung multipliziert mit dem Leistungsfaktor). Ist für den Umspanner auf dem Leistungsschild beispielsweise 20 kVA angegeben, dann beträgt seine Wirkleistung bei:

$$\begin{aligned} \cos \varphi = 1,0 : N &= 20 \text{ kW} & \cos \varphi = 0,5 : N &= 10 \text{ kW} \\ \cos \varphi = 0,9 : N &= 18 \text{ kW} & \cos \varphi = 0,1 : N &= 2 \text{ kW} \\ \cos \varphi = 0,8 : N &= 16 \text{ kW} \end{aligned}$$

Die Wirkleistung eines Umspanners ist also um so geringer, je kleiner der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ ist.

g) Parallelbetrieb von Umspannern

Was unter parallelgeschalteten Umspannern zu verstehen ist, geht aus Abb. 236 hervor: Die Primärwicklungen liegen an gemeinsamen Spannungssammelschienen, z. B. Hochspannungssammelschienen. Die Sekundärwicklungen sind mit den gemeinsamen Niederspannungsschienen verbunden. Es ist natürlich nicht erforderlich, daß die parallelgeschalteten Umspanner nahe beieinander aufgestellt sind. Sie können, wie das auf Abb. 237 angedeutet ist, auch größere (kilometerweite) Abstände voneinander haben. Man schaltet übrigens gern so wie auf der genannten Abbildung angegeben: fällt einmal ein Umspanner aus, so vermögen die übrigen die Leistung mit zu übernehmen, so daß der Betrieb nicht unterbrochen wird.

Vorbereitung für den Parallelbetrieb von Umspannern ist, daß Spannungs- und Phasengleichheit vorhanden sind. Spannungsgleichheit ist z. B. dann nicht vorhanden, wenn zwei Umspanner wohl primärseitig an 10 000 Volt angeschlossen sind, aber der eine Umspanner sekundärseitig 500 Volt, der andere 510 Volt Spannung abgibt. Es würde dann nämlich ein Ausgleichsstrom von dem Umspanner mit der höheren Sekundärspannung nach dem anderen mit der niederen Sekundärspannung fließen.

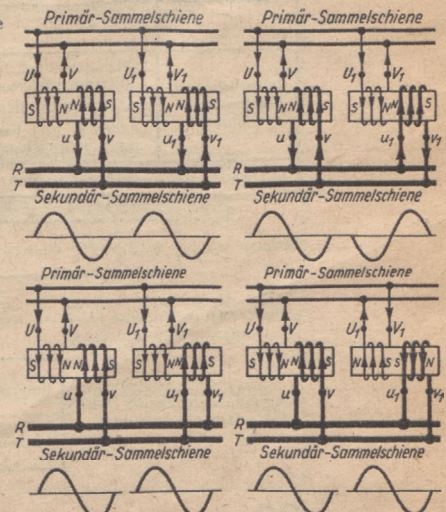
Phasengleichheit ist nur dann vorhanden, wenn die Primär- und die Sekundärwicklungen beider Umspanner im gleichen Sinne gewickelt und angeschlossen sind (Abb. 238). Die in diese Abbildung eingezeichnete Stromrichtung gilt für die Zeit eines Polwechsels, also für $\frac{1}{100}$ Sekunde. Die beiden Kurven geben den Verlauf des Stromes in den Sekundärwicklungen an. Die beiden Kurven decken sich, wenn man sie übereinanderlegt.

Auf Abb. 239 sind Verhältnisse angedeutet, bei denen keine Phasengleichheit vorhanden ist. Die Primärwicklungen UV und U₁V₁ sind wohl im gleichen Sinne, die Sekundärwicklungen jedoch im entgegengesetzten Sinne gewickelt: die Kurven decken sich nicht. Der Betrieb ist unmöglich, er würde zu Kurzschluß führen, da folgender Stromkreis entsteht: Am linken Umspanner verläßt der Strom die Sekundärwicklung bei u, gelangt zur Sammelschiene und bei u₁ in die Sekundärwicklung des rechten Umspanners. Der Strom verläßt die Wicklung bei v₁, gelangt zur zweiten Sammelschiene und bei v wieder in die Sekundärwicklung des linken Umspanners.

Werden am rechten Umspanner die Anschlüsse u₁, v₁ von der Sekundärwicklung zur Sammelschiene umgewechselt, so ist wieder Phasengleichheit vorhanden und der Parallelbetrieb möglich (Abb. 240). Aus beiden Umspannern fließt dann der Strom aus den Sekundärwicklungen auf die obere Sammelschiene zu. Man könnte natürlich die Sekundäranschlüsse ebensogut am linken Umspanner vertauschen oder aber die Primäranschlüsse eines der beiden Umspanner.

Auf Abb. 241 sind die Sekundäranschlüsse wie auf Abb. 239 vorhanden. Am rechten Umspanner wurden die Primäranschlüsse U₁V₁ an der Sammelschiene vertauscht. Die Primärwicklung wird nun in entgegengesetztem Sinne wie auf Abb. 239 durchgeflossen; dadurch entsteht auch in der Sekundärwicklung eine entgegengesetzte Stromrichtung, so daß nun wieder aus den beiden Umspannern der Strom aus den Sekundärwicklungen auf die entsprechende Sammelschiene zufließt.

(Fortsetzung folgt)



(Oben) links: Abb. 238 Richtige Parallelschaltung zweier Umspanner
rechts: Abb. 239 Falsche Parallelschaltung zweier Umspanner

(Unten) links: Abb. 240 Richtige Parallelschaltung zweier Umspanner
rechts: Abb. 241 Richtige Parallelschaltung zweier Umspanner

Lehrgang Zahnräder (Fortsetzung aus Heft 5/6/1943)

Die Gleichungen (194) und (195) gelten für das Ritzel; es bedeutet: b = nutzbare Breite (cm); d_{01} = Teilkreisdurchmesser (cm); M_d = Drehmoment (cmkg); k = zulässige Walzenpressung (kg/cm²) für eine rechnerische Lebensdauer von 5000 Betriebsstunden; i = Übersetzung = $\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$. In den Gleichungen (194) und (195) gilt weiterhin das Pluszeichen für Außenverzahnung, das Minuszeichen für Innenverzahnung.

Die zulässige Walzenpressung k in kg/cm² für eine rechnerische Lebensdauer von 5000 Betriebsstunden kann aus der Zahlentafel 16, der Umrechnungswert φ für eine andere Lebensdauer aus Zahlentafel 17 entnommen werden; in diesem Falle gilt: $k = \varphi \cdot k_{5000}$. Es sei erwähnt, daß die Wahl der rechnerischen Lebensdauer h in Betriebsstunden bei Nennlast von der Häufigkeit und Zeitdauer der Nennlast oder Überlast abhängig ist. Sie ist stets so anzusetzen, daß das Getriebe die wirkliche Lebensdauer der sonstigen Maschine erreicht. Für ausgeführte vollbelastete Dauergetriebe, wie z. B. Turbinengetriebe, beträgt die rechnerische Lebensdauer etwa $h = 40000$ bis 150000 Betriebsstunden. Für ausgeführte, nur zeitweise eingeschaltete und nur zeitweise vollbelastete Getriebe beträgt $h = 50$ bis 5000 Betriebsstunden. Hierunter fallen Schaltgetriebe von Werkzeugmaschinen und Kraftwagen, Flugzeuggetriebe, Krangetriebe usw. Für mehrfachen Flankeneingriff je Umdrehung ist h oder n entsprechend mehrfach einzusetzen. Für betriebsmäßig auftretende Überbelastungen durch Stöße, Teilfehler, Schwingungen oder durch ungleiche Kraftverteilung auf die Zahnbreite (schlechte Lagerung!) ist die Nennlast entsprechend höher einzusetzen.

Zahlentafel 16. k_{5000} -Werte in kg/cm²

Der angegebene k_{5000} -Wert gilt für Stahl oder Stahlguß als Gegenwerkstoff für eine rechnerische Lebensdauer $h = 5000$ Betriebsstunden bei voller Belastung bis zum Eintritt der Grübchenbildung unter einwandfreien Betriebsbedingungen. Bei Gußeisen als Gegenwerkstoff ist der 1,5fache Wert zu nehmen.

Die Tafel beruht auf der Beziehung $k = \frac{0,68 H^2}{E \cdot W^{1/3}}$ in kg/mm² mit der Brinell-

Härte H in kg/mm² und dem Elastizitätsmodul $E = 21000$ kg/mm² für Stahl; $W = \frac{n \cdot h \cdot 60}{1000000}$ als Zahl der Überrollungen in Millionen ($n = U/\text{min}$).

Werkstoff der Verzahnung	Brinellhärte H kg/mm ²	Drehz. hlen in U/min										
		10	25	50	100	250	500	750	1000	1500	2500	5000
St 42; Stg 52	125	35	26	20	16	12	9,5	8,3	7,5	6,6	5,6	
St 50	153	52	38	31	24	18	14	12	11	9,8	8,3	6,6
St 60	180	73	58	42	34	25	20	17	16	14	11	9,1
St 70	208	97	71	57	45	33	26	23	21	18	15	12
Si-Mn-St 75-80	230		87	69	55	41	32	28	26	22	19	15
Si-Mn-St 85-90	260			89	70	52	41	36	33	28	24	19
Legierter Einsatzstahl, gehärtet	600				374	276	219	190	174	152	128	100

Zahlentafel 17. φ -Werte zum Umrechnen der k_{5000} -Werte aus Zahlentafel 16 für eine andere Lebensdauer. $k = k_{5000} \cdot \varphi$

h in Betriebsst.	150	312	625	1200	2500	5000	10000	40000	80000	150000	300000
φ	3,2	2,5	2	1,6	1,25	1	0,8	0,5	0,4	0,32	0,256

Mit den Gleichungen (194) und (195) lassen sich die Abmessungen des Ritzels und damit auch des Rades unabhängig vom Modul festlegen. Der Modul selbst wird zweckmäßig nach der Art der Lagerung und nach der Biegebeanspruchung gewählt. Der Modul ist möglichst klein zu wählen. Er ist nach unten durch die Biegebeanspruchung des Zahnes sowie durch die Güte der Lagerung nach Zahlentafel 18, nach oben durch die Mindestzähnezahl z_{min} nach Zahlentafel 18 und 19 begrenzt. Zur Bestimmung des Moduls kann auch die Gleichung (196) dienen.

Zahlentafel 18. Kleinster Modul für verschiedene Verhältnisse

	Lagerung	Mindest- m (m_{min})
	Gute Lagerung in Getriebekästen u. ähnl. Fälle	$b/25$
	Lagerung auf Eisenkonstruktionen, Trägern und dergleichen	$b/15$
Stirnräder mit sauber gegossenen Zähnen		$b/10$

Modul
$$m \geq \frac{P \cdot q}{b \cdot \sigma} = m_{min} \leq \frac{d_{01}}{z_{1min}} \quad (196)$$

Die Biegebeanspruchung im Zahnfuß ist nachzuprüfen. Für die übliche Evolventenverzahnung gelten die Gleichungen (197) und (198).

Biegebeanspruchung bei Geradzahnstirnrädern
$$\sigma = \frac{P \cdot q}{b \cdot m} \quad (197)$$

$$\sigma = \frac{14320 \cdot N \cdot q}{n_1 \cdot d_{01} \cdot b \cdot m} \quad (198)$$

Zahlentafel 19. Kleinste Zähnezahl des Ritzels Z_{1min} für 20° Verzahnung

Betriebsart	Mindestzähnezahl des Ritzels
Räder mit großen Geschwindigkeiten bei erheblichen Kräften (Motorvorgelege) ...	16 ($\epsilon > 1,5$)
Räder mit mittleren Geschwindigkeiten ...	12
Räder mit geringen Geschwindigkeiten oder geringen Kräften (möglichst nur für ungeordnete Zwecke)	10
Mindestzähnesumme bei Außenverzahnungen	$Z_{1min} + Z_{2min} = 24$ ($\epsilon < 1$)
Mindestzähnezahl des Rades bei Innenverzahnungen	$Z_{2min} = \text{Zähnezahl des Ritzels} + 10$

In den Gleichungen (196) bis (198) bedeutet: P = größte im Betriebe auftretende Umfangskraft (kg); b = Zahnbreite (cm); m = Modul (cm); N = Leistung (PS); die q -Werte (Zahnformfaktor) sind der Zahlentafel 20, die zulässigen σ -Werte für die zulässige Biegebeanspruchung im Zahnfuß der Zahlentafel 21 zu entnehmen.

Zahlentafel 21. σ -Werte für die zulässige Biegebeanspruchung im Zahnfuß

Werkstoffe	σ in kg/cm ²	Werkstoffe	σ in kg/cm ²
Ge 18	bis 450	leg. Einsatzst. geh.	bis 3600
St 42, Stg 52	950	Rotguß	600
St 50	1100	Ph. Bronze	800
St 60	1250	Deltametall geg.	1000
St 70	1400	Weißbuche	200
Si-Mn-St 75-80	1600	Resitex	320
Si-Mn-St 85-90	1800	Lignofol Z	460

Beispiel 115. Für ein Geradzahnstirnrädergetriebe mit 20° Evolventenverzahnung ist der Modul zu berechnen. Das Getriebe erhält im Getriebekasten Wälzlagerung und ist für Dauerleistung für eine Lebensdauer von 40000 Betriebsstunden zu entwerfen. Bei 25 PS Leistung beträgt das Drehmoment für das Ritzel 1865 cmkg. Entsprechend einer Übersetzung von $i = 6$ sind die Drehzahlen $n_1 = 960$ U/min und $n_2 = 160$ U/min. Der Werkstoff für das Ritzel sei Si-Mn-St 85-90 kg/mm² Festigkeit, der Teilkreisdurchmesser entsprechend dem Wellendurchmesser 90 mm³).

Lösung: Berechnung auf Walzenpressung. Die Walzenpressung zwischen den Zahnflanken bestimmt die Ritzelabmessungen. Die zulässige Walzenpressung k für 5000 Betriebsstunden als Lebensdauer h werde der Zahlentafel 16 für die Drehzahl $n = 1000$ ($n_1 = 960$ ist nicht angeführt) und dem Werkstoff Si-Mn-St 85-90 zu $k_{Tafel} = 33$ entnommen. Da nicht 5000, sondern 40000 Betriebsstunden Lebensdauer verlangt sind, entnimmt man der Zahlentafel 17 den Umrechnungswert $\varphi = 0,5$ und erhält damit $k = \varphi \cdot k_{5000} = 0,5 \cdot 33 = 16,5$; also Walzenpressung $k = 16,5$ kg/cm². Gleichung (194):

$$b \cdot d_{01}^2 = 6,25 \cdot \frac{M_d \cdot i + 1}{k} = 6,25 \cdot \frac{1865 \cdot 6 + 1}{16,5} = \frac{6,25 \cdot 1865 \cdot 7}{16,5 \cdot 6} = 825 \text{ cm}^3$$

Den vorliegenden betrieblichen Verhältnissen entsprechend ist für das Ritzel ein Teilkreisdurchmesser von $d_0 = 90$ mm vorgeschrieben; die Radbreite des

Ritzels folgt aus der Gleichung $b \cdot d_{01}^2 = 825$ zu $b = \frac{825}{d_{01}^2} = \frac{825}{9^2} = \frac{825}{81} = 10,2$ cm;

gewählt $b = 105$ mm. Da es sich um Stirnräder mit geschnittenen Zähnen und Wälzlagerung handelt, werde nach Zahlentafel 18 der kleinste Modul zu $m_{min} = \frac{b}{30}$ gewählt; man erhält $m_{min} = \frac{105}{30} = 3,5$ mm. Nimmt man nach Zahlentafel 19 als kleinste Zähnezahl $z = 16$ an, so ergibt sich ein größter Modul von

$$m_{max} = \frac{d_{01}}{z_{min}} = \frac{90}{16} = 5,6 \text{ mm. Bezugsnehmend auf DIN 780 werde das Getriebe mit Modul } m = 4,5 \text{ mm ausgeführt. Diesem Modul entspricht die Zähnezahl } z_1 = \frac{d_{01}}{m} = \frac{90}{4,5} = 20. \text{ Für das Rad reicht nach Zahlentafel 16 für } k_{5000} = 33 \text{ und der}$$

Zähnezahl $z_2 = 160$ U/min als Werkstoff St 60 aus. Teilkreisdurchmesser und Zähnezahl des Rades folgen zu: $d_{02} = d_{01} \cdot i = 90 \cdot 6 = 540$ mm; $z_2 = z_1 \cdot i = 20 \cdot 6 = 120$.

(Fortsetzung folgt)

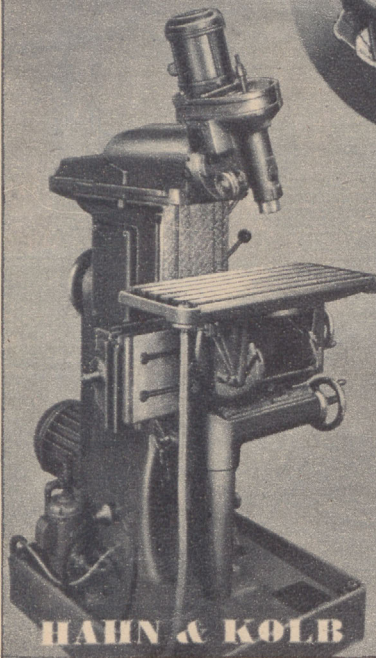
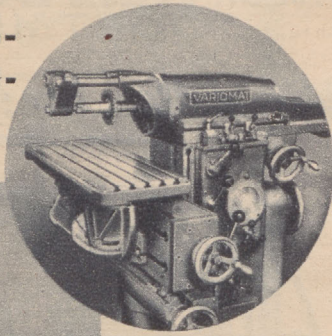
1) Wie immer, geht der Entwurf der Rechnung voraus. Man wird also zuerst Durchmesser d_0 und Zahnbreite b schätzungsweise annehmen und maßstäblich aufzeichnen. Für alle in geschlossenen Gehäusen laufenden Räder muß der Ritzeldurchmesser d_0 aus rein wirtschaftlichen Gründen klein sein; meist ist er durch die Befestigung des Ritzels auf der Welle bestimmt.

Zahlentafel 20. q -Werte zur Berechnung der Biegebeanspruchung

Zähnez. z	Zähnez. z																	
	12	13	14	15	16	17	18	21	24	28	34	40	50	65	80	100	∞	
Außenverzahnung	q für 20°	4,6	4,35	4,1	3,9	3,75	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5
	q für 15°	5,38	5,22	5,07	4,93	4,8	4,68	4,57	4,43	4,3	4,17	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,5
Innenverzahnung	Zähnez. z										24	30	38	50	70	100	200	∞
	q für 20°										1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
	q für 15°										1,77	1,86	1,94	2,1	2,22	2,32	2,5	2,8

VARIOMAT

UNIVERSAL-
WERKZEUG-
FRÄS-
MASCHINE



Kräftiger Bau, der auch bei starker Inanspruchnahme eine erschütterungsfreie genaue Arbeit verbürgt / Stufenlose Regelung der Frässpindel-drehzahl in weiten Grenzen / Stufenlose Einstellung der Vorschübe ohne Austausch von Wechselrädern / Einhebelsteuerung der Vorschubbewegungen / Vielseitige Verwendungsmöglichkeit

Druckschrift Nr. 1187 auf Wunsch

HAHN & KOLB STUTTGART



SIEMENS
ELEKTRIZITÄT
IM HAUSHALT

*Über alle Fragen
der Elektrifizierung
beraten Sie
die Geschäftsstellen der
Siemens-Schuckertwerke*

SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AG



Mod 412



Mod 422



Mod 442



Mod 200

Bulli-Spezialgeräte

Neuzeitliche
Transportkarren
Robuste Stech- und
Sackkarren (rollengelagert)
"Faßboy" bockt u. befördert
müheless fässer bis zu 450 kg



Transportgerätefabrik
Ludwig Scheidhauer & Co
Magdeburg



Thomas-, SM- u. Elektro-Stähle

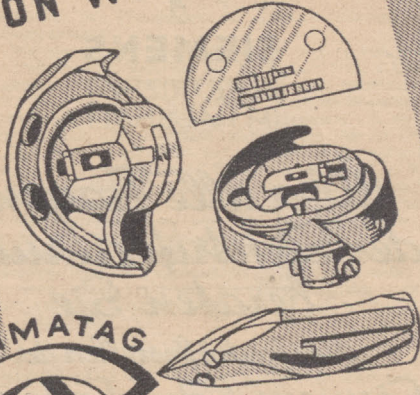
für jeden Verwendungszweck

**Erzeugnisse des Bergbaues
und der Kohlenveredelung**

**HOESCH Aktiengesellschaft
DORTMUND**

LANGEN-
FELD

PRÄZISIONSTEILE
VON WELTRUF!



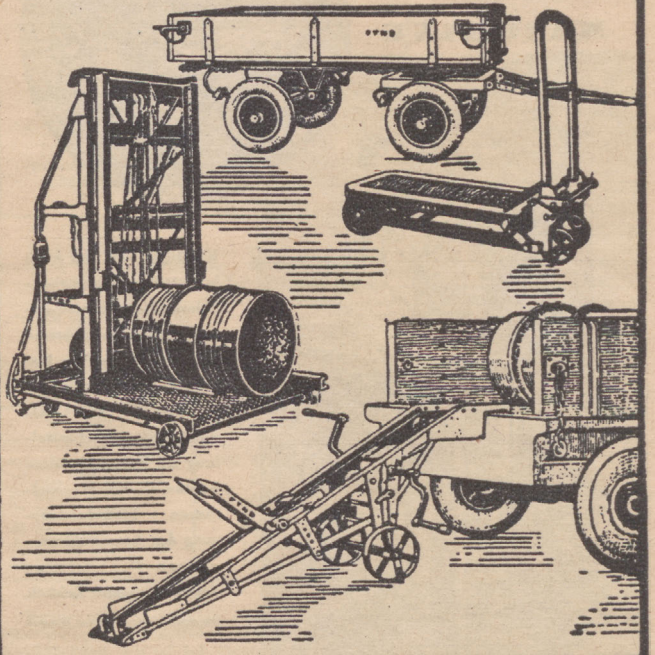
NAHMATAG



NAHMASCHINEN-TEILE-A.G.

TRANSPORTGERÄTEFABRIK
FRIEDR. **TILLMANN** NACHF.
DORTMUND

Wir stellen her:



für höchste Stückleistung
für höchste Genauigkeit

**PRODUKTIONS-
HONMASCHINEN**

2-, 4-, 6- oder 8spindelig

MASCHINENFABRIK CHR. W. GEHRING
Naumburg (Saale) Fernruf 29 14

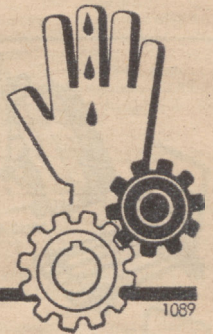
Maschinen

dürfen nicht stillstehen!

Wer sich kleine Riß- oder Quetschwunden zu-
zieht, kann nach Anlegen von Hansaplast die
Arbeit getrost fortsetzen; denn dieser Schnell-
verband ist im Nu angelegt u. schützt die Wun-
de vor Staub und Schmutz. Obendrein wirkt
Hansaplast entzündungswidrig, daher der Satz

Hansaplast heilt Wunden!

Wenige cm erfüllen den Zweck!



1089

Upat-Dübel



MAX LANGENSIEPEN
HAMBURG

KOM.
GES.
FERNRUF 25 4055

Hauptschriftleiter und verantwortlich für den Inhalt: Oberg. Walter Lehmann VDI, Berlin. Anschrift der Schriftleitung: Berlin C 2, Märkischer Platz 1, Fernruf: 67 00 14. Nachdruck nur mit Quellenangabe gestattet. Für unverlangt eingereichte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Gewähr. Verlag der Deutschen Arbeitsfront GmbH., Berlin C 2, Märkischer Platz 1 (Geschäftsführung: Verlagsleiter H. Brüggel), Fernruf: 67 00 14. Anzeigenleiter: K. O. Arndt, Berlin-Hessenwinkel; verantwortlich für den Inhalt der Anzeigen: Ewald Müller, Berlin. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste 10. Die Zeitschrift erscheint am 15. jedes zweiten Monats. Preis des Einzelheftes 25 Rpf., bei Lieferung durch die Post halbjährlich 75 Rpf., zuzüglich 6 Rpf. Bestellgeld. Bestellungen nehmen alle Postanstalten entgegen. — Druck: Rotadruck Wilhelm Meyer KG., Berlin, SW 68, Alexandrinenstr. 110.



**Ehemalige Facharbeiter
auf leitenden Posten —**

Die sogenannten „kleinen Leute“, die sich bei einfacher Volksschulbildung mit eiserner Energie aus dem Nichts in verantwortungreiche, gehobene Stellungen emporarbeiten, sind wert, Vorbilder genannt zu werden. Durch Jahre unentwegten Wollens und ungebrochenen Fleißes wachsen sie oft zu unentbehrlichen Mitarbeitern bedeutender Betriebe heran. Das technische Rüstzeug zu solchem Aufstieg bietet das ernsthaft betriebene Fernstudium.

Hören Sie z. B. Herrn Jakob Steiger aus Frankfurt (Main), Mainzer Landstraße 731, der am 10. 3. 1940 über seine Beteiligung am Christiani-Fernstudium schreibt:

Seit 1936 bin ich vom Vorarbeiter in der Dreherei bis heute über die Stellung eines Meisters und Arbeitsvorbereiters bis zum selbständigen Leiter der gesamten Arbeitsvorbereitung und stellvertretenden Betriebsleiter emporgekommen. Und das war nur möglich unter Zuhilfenahme Ihrer Lehrbriefe, aus denen ich mir das notwendige theoretische Wissen erarbeitete.

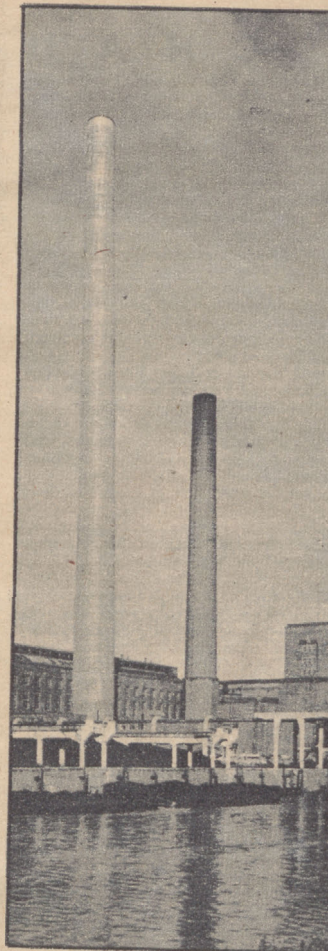
Der Bedarf an tüchtigen, technisch gebildeten Kräften war noch nie größer, als er heute und in Zukunft ist. Auch im Kriege gewährt das Christiani-Institut Beratung in allen Fragen der technischen Berufsausbildung, wenn auch die Zahl der Neuanmeldungen heute beschränkt bleiben muß. Zur Zeit Lehrgänge in Maschinenbau, Bautechnik, Elektrotechnik und anderen technischen Fächern. Studienhonorar RM 2,75 im Monat. Nähere Auskünfte kostenlos und unverbindlich bei Angabe des Berufes und der Fortbildungswünsche.

DR.-ING. HABIL. P. CHRISTIANI, KONSTANZ 30



**WAYSS &
FREYTAG**
A.G.
FRANKFURT A.M.

Stahlbetonbau, Hoch-
u. Tiefbau, Kraftwerks-
und Gaswerksbauten,
monolithische Stahl-
beton-Schornsteine,
Gründungen, insbes.
Druckluftgründungen



Monolithischer Stahlbeton-
Schornstein von 150 m Höhe

Elektrotechnik, Maschinenbau
Ingenieurschule Jilmenau
Grosse Laboratorien
Lehrfabrik für Praktikanten
Ausbildungskurse für technische Zeichnerinnen

Die Heimat hilft den
verwundeten Soldaten!

Kriegshilfswerk des
Deutschen Roten Kreuzes 1943

**SIEMENS
L'APPMASCHINE**

für
*Meßwerkzeuge
und
Fabrikationsteile*

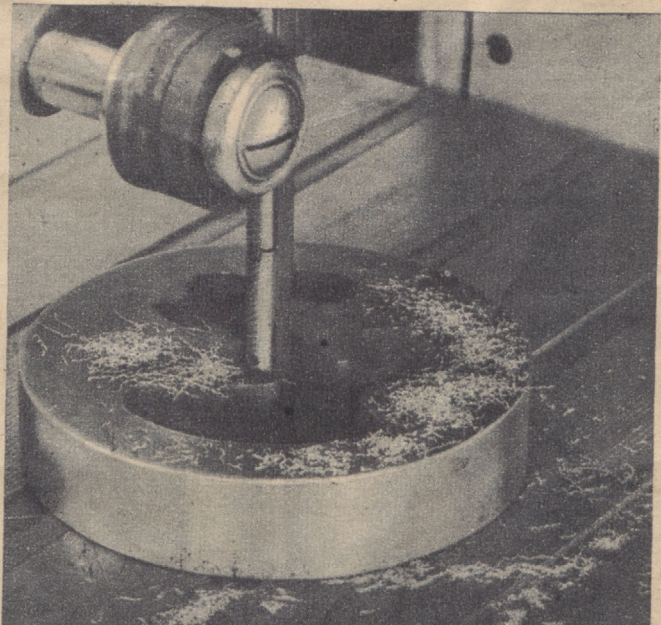
ALLEINVERTRIEB

BÜHLING & BÖKER K-G

BERLIN SW 68

WILHELMSTR. 15

FERNRUF. 19 31 81 u. 19 3477



Spanleistung entscheidet

Viele schwierige Innen- und Außenflächen — auch in der
Reihenfertigung — werden viel genauer und schneller
gefeilt, als gefräst oder gehobelt . . . auf der

GROB BANDFEILMASCHINE

Maschinenfabrik ERNST GROB, München

BÜCHERSCHAU

Christoph, „Die organische Betriebsgestaltung als Mittel zur Leistungssteigerung“, mit zahlreichen, in Abbildungen dargestellten Beispielen, zusammengestellt von Hans Prinzier. Format DIN A 4. Preis kart. 5 RM. Verlag der Deutschen Arbeitsfront.

Der Titel verspricht mehr als Text und Bilder ergeben. Von einer organischen Gestaltung des Buches ist leider nichts zu spüren. Eine klare Linie und ein klares Wollen lassen sich aus den zusammenhanglosen Einzelthemen weder im Text noch im Bild erkennen. Das Thema: „Der Mensch im Mittelpunkt des Geschehens“ ist in folgenden Unterthemen zusammengestellt: Betriebsgemeinschaft — Stecker — Kameradschaftshäuser — Aufgaben des Betriebsführers — Zentrale Führung und Steuerung. Beim Kapitel über organische Betriebsgestaltung fehlen Hinweise, wie eine Betriebsgestaltung bei einem vorbildlichen Mittel- bzw. Kleinbetrieb aussieht.

Der Titel „Betriebliche Fehlerquellen“ läßt jede organische Gestaltung vermissen. Auf Seite 85 wird dem überraschten Leser in einer Bildunterschrift mitgeteilt, daß man durch Einrichten eines Chemie-Labors Fehlschläge vermeiden könne, und wer das nicht kann, der müsse Gelegenheiten suchen, in geeigneten Instituten Prüfungen vornehmen zu lassen. Wem wird das nun eigentlich gesagt?

Im allgemeinen pflegen sich doch mit organischer Betriebsgestaltung nur Menschen zu befassen, die etwas davon verstehen. Solchen Menschen werden aber die im vorliegenden Werk niedergeschriebenen Gedanken kaum Ratgeber und Arbeitsrichtlinie sein. Das Amt für Berufserziehung und Betriebsführung, das doch ausschließlich die bahnbrechende Arbeit auf dem Gebiet der organischen Betriebsgestaltung geleistet hat, wird nur ganz nebensächlich mit dem Einsatz von Ingenieurstoßtrupps erwähnt. Die Ausführungen auf Seite 111—120 zeugen von einer selteneren Hilf- und Verständnislosigkeit und nötigen jedem Betriebsingenieur, der sich mit Frauenarbeit beschäftigen mußte, ein Lächeln ab.

In den Schlußbetrachtungen gibt der Verfasser nicht etwa eine Zusammenfassung des Vorhergesagten, sondern den Bericht eines Hamburger Betriebsbeauftragten über den Übergang von Akkordlohn zu Leistungslohn und die Umwandlung von Lohn- in Gehaltsempfänger.

Heute im totalen Krieg, wo wir uns Einschränkungen selbst bei der Auflage wichtiger Schulbücher auferlegen, sollten solche Bücher nur von Männern geschrieben und gestaltet werden, die den Stoff vollkommen beherrschen und die ihren Lesern wirklich etwas zu sagen haben. Man sollte nicht unter einem hochtönenden Titel und mit einer wahllosen Zusammenstellung von mehr oder weniger älteren Archivbildern kostbares Papier verschwenden.

„Der Gaskenerator“, Fach- und Schulungsbuch von Ing. Werner Kroll, VDI, 206 Seiten mit 146 Abbildungen nebst einem Anhang mit 24 herausklappbaren Einbauzeichnungen und 12 Bildtafeln. Erschienen 1943 im Verlag G. Kliemt, Nossen i. Sa.-Berlin. Preis kart. 10 RM.

In den bisherigen Kriegsjahren hat sich der Generator ein weites Feld erobert. Eingebaut in Last- und Personenwagen, Straßen- und Ackerschlepper sowie in Gestalt der stationären Gaserzeugungsanlagen trägt er wesentlich dazu bei, daß es möglich ist, der Front die erforderlichen Flüssigkeitsmengen zuzuführen. Die ungeheure Verbreitung, die der Gaskenerator fand, hat zur Folge, daß sich so gut wie jeder, der mit Kraftfahrzeugen zu tun hat, mit dem Generator befassen muß. Man möchte sagen: notgedrungen, denn in den Zeiten, als es noch Flüssigkeitskraftstoff in beliebigen Mengen zu kaufen gab, nahm selbst die Mehrzahl der Kraftfahrzeug-Fachmänner kaum Notiz vom Generator. Das Bedürfnis dieses Personenkreises nach Aufklärung über das Wesen des Generatorbetriebes ist naturgemäß sehr stark. Es ist deshalb zu begrüßen, daß das Buch alle mit dem Generatorbetrieb zusammenhängenden Fragen in leicht faßlicher, jedoch nicht oberflächlicher Form behandelt. Der Verfasser, ein langjährig auf dem Generatorgebiet tätiger Ingenieur, sieht alle Probleme mit den Augen des Praktikers. Im einzelnen gliedert sich das Buch in folgende Teile:

- I. Festkraftstoffe.
- II. Das Wichtigste über die Vorgänge der Gaserzeugung.
- III. Leistungsabfall von gasbetriebenen Motoren.
- IV. Die verschiedenen Bauweisen von Generatoranlagen.
- V. Beschreibung der wichtigsten Fahrzeuggeneratoranlagen.
- VI. Zubehör für Generatoranlagen und Gasmotoren.
- VII. Einbauvorbereitung.
- VIII. Anleitung über den Einbau von Generatoren.
- IX. Bedienung, Wartung und Pflege von Fahrzeuggeneratoranlagen.

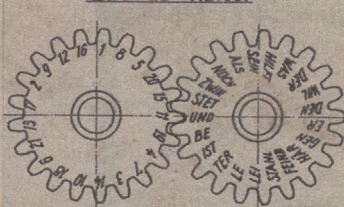
Zum wirklichen Verständnis des Buches tragen die überaus instruktiven Zeichnungen und Bilder bei. Der Aufbau von 12 verschiedenen Generatoranlagen, die im Text beschrieben werden, wird in 12 Bildtafeln vor Augen geführt. Die Einbautart der Anlagen bei den bekanntesten LKW, PKW, Schlepper- und Omnibustypen ist aus 24 Einbauzeichnungen zu entnehmen.

Durch die übersichtliche Gliederung des Stoffes ist das Buch als zur Schulung geeignet anzusprechen.

Handwritten: Handbücherei

Etwas zum Nachdenken

Zahnrad-Rästel



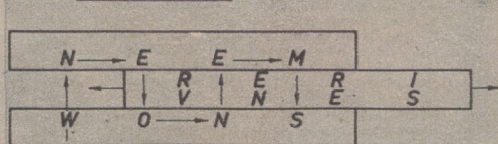
Zahnradrästel

Die richtige Reihenfolge der Silben auf dem rechten Zahnrad ergibt sich aus dem Ablauf der beiden Zahnräder und den Zahlen des linken Zahnrades. Die Silben ergeben folgerichtig aneinander gesetzt zwei Zeilen aus dem Gedicht: „Der Frontingenieur“ von Georg Zemke.

Schiebe-Rästel

Die Buchstaben der Schiebebezüge müssen jeweils so verschoben werden, bis die Buchstaben von Schieber und Zunge, in Pfeilrichtung gelesen, den Namen eines bedeutenden Technikers ergeben.

Schiebe-Rästel



Auflösungen der Rästel aus Heft 5/6 1943

Vorsträtzels

Embargo, Nitrat, Ermessen, Risotto, Gamasche, Instanz, Erweiterung, Sahara, Pruegel, Amerika, Rimesse, Morast, Alarm, Sporaden, Schwelle, Nestor, Adagio, Hederich, Matrose, Eisenerz, Nation. — **Energie-Sparmaßnahmen.**

Silbenbaukasten:

Jeder, der eine einzige Lampe oder irgendein elektrisches Instrument unnötig angeschlossen hat oder brennen läßt, der versündigt sich.

Auflösung des Silbenrästels, aus Nr. 5/6

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1. SILBER | 16. SIEGELLACK |
| 2. TAFELWAAGE | 17. ARNIKA |
| 3. RITTERKREUZ | 18. MIKROMETER |
| 4. OBSERVATORIUM | 19. VORSCHUB |
| 5. MEISSEL | 20. EDISON |
| 6. USEDOM | 21. REEDEREI |
| 7. NIGER | 22. WEGENER |
| 8. DORNIER | 23. EMBOLIE |
| 9. GIEBEL | 24. NIETVERBINDUNG |
| 10. AVIATIK | 25. DIESELMOTOR |
| 11. SICHERHEITSVENTIL | 26. EINSATZSTAHL |
| 12. SODA | 27. NADEL |
| 13. PRISMA | 28. HIEROGLYPHEN |
| 14. ANEMOMETER | 29. IGNORANT |
| 15. RISIKO | |

Strom und Gas sparsam verwenden, Hilft siegreich diesen Krieg beenden!

Berichtigungen

Beim Aufsatz „Federberechnungen“ in Heft 5/6, 1943, Seite 81, sind bei der Abbildung 12 zwei Beschriftungsfehler unterlaufen. Bei der gestreckten Bandfeder ist selbstverständlich die schmale Seite mit **b** und die breite mit **h** zu bezeichnen.

Im Heft 3/1943 unter dem Aufsatz „Fragen über die Führung von Dampfkesseln“, S. 56, rechte Spalte, Frage 43, Nr. 2 heißt es irrtümlich:

„Der Dampf durchströmt die einzelnen Kanäle hintereinander und dehnt sich dabei aus, bis er schließlich kondensiert.“

Hieraus könnte man schließen, daß der „Gestra“-Prallplatten-Kondensator wie ein Kondensator arbeitet. Das trifft natürlich nicht zu. Auf Grund der patentierten Düsen-Labyrinthwirkung in den Prallplatten paßt sich der Kondensator automatisch den Schwankungen in Druck- und Kondensatmenge an und leitet naturgemäß bei kaltem Kondensat dieses ungehindert schnell in großen Mengen ab, während bei sehr heißem Kondensat bzw. bei gänzlichem Aufhören von Kondenswasser das Düsen-Labyrinth-System eine hemmende Wirkung auf den Durchfluß ausübt (scheinbare Querschnittsverengung in den Düsen infolge Nachverdampfung von heißem Kondensat).

Lehrgangsankündigungen

Deutsche Gesellschaft für Elektroschweißung e. V., Geschäftsstelle: Berlin W35, Friedrich-Wilhelm-Straße 22. Fernruf: 25 00 17.

Abkürzungen: T = Tageslehrgang, A = Abendlehrgang, W = Wochenendlehrgang, S = Sonderlehrgang, I = 44stündiger Grundlehrgang, II = 88stündiger erster Aufbaulehrgang, III = 88stündiger zweiter Aufbaulehrgang.

Neu beginnende Elektroschweißkurse:	Kurstätte:	Lehrgangsort:	Zeit:	Gebühr:
Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt, Berlin-Charlottenburg, Spreestraße 22	S f. Arcatonschw. S f. Schweißfaching. m. Abschlußprüf. S f. Schweißtechn. Überwachung S f. Arcatonschw.	T Auf Anfrage T ab 4. 10. 1943 T ab 4. 10. 1943 A Auf Anfrage T ab 6. 9. 1943 T ab 6. 9. 1943 I + II I—III m. Abschlußprüfung	T ab 4. 10. 1943 T ab 6. 9. 1943 T ab 6. 9. 1943 T ab 6. 9.—16. 10. 1943	Auf Anfrage Auf Anfrage Auf Anfrage Auf Anfrage Auf Anfrage Auf Anfrage

Kohlenklau ist auf alles scharf!

Vergeud' kein Wasser, achte schlau, Auf den verflixten Kohlenklau!

84062 apret. LANS

Berichtigung

zum „Jahrbuch des Deutschen Metallarbeiterkalenders 1943“

Auf Seite 279, Abb. 2 Formelzusammenstellung, ist bei den Formeln 2a, 2b, 2c, für $w =$ Durchflußgeschwindigkeit in m/s, ein Fehler unterlaufen, und zwar muß es statt

$$w = \sqrt{\frac{354 \cdot Q}{d^5}}; \quad w = \frac{354 \cdot Q}{d^5}$$

$$w = \sqrt{\frac{354 \cdot G}{d^5 \cdot \gamma}}; \quad w = \frac{354 \cdot G}{d^5 \cdot \gamma}$$

$$w = \sqrt{\frac{354 \cdot G \cdot v}{d^5}}; \quad w = \frac{354 \cdot G \cdot v}{d^5}$$

heißen.

Ferner ist auf Seite 111 die Formel für das Trägheitsmoment

$$\frac{b \cdot h^3 + b_0 \cdot h_0^3}{12} \text{ falsch.}$$

Sie muß heißen:

$$\frac{b \cdot h^3 - b_0 \cdot h_0^3}{12}$$