

## Hilfsgeräte für einarmige Techniker *Beispiel 848*

**Beispiel 1.** Der Briefbeschwerer (Abb. 1) besteht aus einer Grundplatte  $65 \times 65 \times 10$  mm. Durch die in der Mitte angebrachte Öse kann er mit dem Daumen gehalten werden, während die anderen Finger das Heft, das Buch oder die Papierblätter wenden oder zurechtlegen. Hierauf setzt der Daumen den Briefbeschwerer wieder ab.

Das Lineal (Abb. 1) ist durch einen aufgeschraubten Rundstahl von 20 mm Durchmesser und 250 mm Länge beschwert, außerdem ist die Auflagefläche

des Lineals mit Gummi unterlegt. Ist das Lineal in die gewünschte Stellung gelegt, so kann auch der Einarmige die entsprechende Linie sicher ziehen.

**Beispiel 2.** Um dem Techniker das Arbeiten mit dem Zeichenwinkel (Abb. 2) zu erleichtern, ist der Winkel auf jeder Seite mit Paßlöchern versehen, in die die Paßstifte einer eisernen Beschwerplatte eingreifen. Die Platte hat die Abmessung  $160 \times 60 \times 20$  mm und ist in der Mitte durchbohrt, um sie leichter fassen zu können. Die Unterseite der Platte ist ebenfalls mit Gummi unterlegt, so daß der Winkel in jeder gewünschten Lage auf dem Zeichenbrett festgehalten wird.

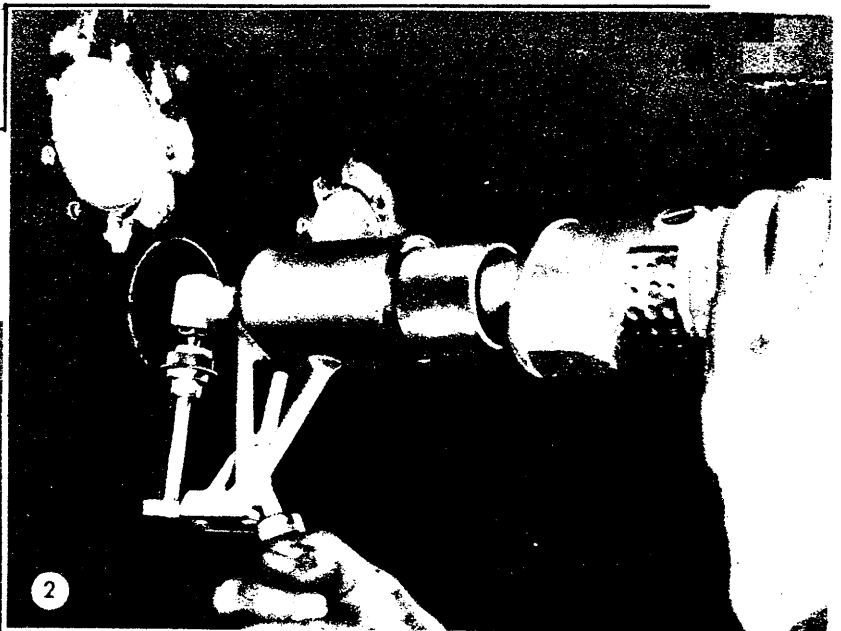
**Beispiel 3.** Der verstellbare Briefbeschwerer (Abb. 3 und 4) besteht aus dem Beschwerer mit Federdruckplatte und einer federnden Druckfußplatte, die durch einen Bodenzug miteinander verbunden sind. Der Briefbeschwerer wird mit der Hand an die Stelle gesetzt, wo er gebraucht werden soll. Durch Aufsetzen des Fußes auf die Fußplatte hebt sich die Druckplatte, gleichzeitig wird die in der Druckplatte befindliche Feder gespannt. Nachdem das Buch, das Heft oder die Schreibseiten unter die Druckplatte gelegt sind, läßt man den Fußdruck zurückgehen. Die Feder entspannt sich und drückt die Druckplatte auf das Papier, so daß es sich beim Schreiben nicht mehr verschieben kann.



*Beispiel 842*

## Leichtmetallsäge zum Löcherausschneiden

Die Löcher wurden bisher mit einem Kreisschneider nach Abb. 1 ausgeschritten. Bessere Bearbeitungszeiten erzielte man jetzt mit einer Handbohrmaschine, die über einen Winkeltrieb ein Kreissägeblatt antreibt (Abb. 2).



Beispiele aus der Zeitschrift  
 „Der Erfahrungsaustausch“



Es wird einmal die Zeit kommen, daß alle Sorge und Qual zu Ende ist. Wenn eines Tages die Waffen schweigen, werden die Völker Bilanz machen. Es gilt dann nicht mehr viel, was sie gelitten, und nur noch das, was sie erreicht haben. Heute müssen wir unser ganzes Denken und Handeln darauf abstellen, in dieser Stunde auf der Seite der Gewinner zu stehen. Damit entscheiden wir darüber, ob wir nach diesem Kriege mit einem neuen großen Leben beginnen, oder nur mit einem alten großen Leben abschließen.

Dr. Goebbels im „Reich“

## Die elektrische Dampferzeugung im Dampflokomotivbetrieb der Schweizerischen Bundesbahnen

Im Jahre 1941 wurden im Netz der Schweizerischen Bundesbahnen nur noch etwa 5 vH. des Verkehrs, gemessen in Bruttotonnen-km, von Dampflokomotiven geleistet. Diese verbrauchten immerhin noch rund 150 000 t Kohle, was einem Verbrauch von 20 vH. gegenüber dem im Jahre 1913, das die größte Leistung der Dampflokomotiven aufwies, entspricht. Abgesehen von der Steigerung der Ausgaben infolge Verteuerung des Brennmaterials bereiteten die ungenügenden Brennmaterialieingänge und das Schwinden der Vorräte der Verwaltung schwere Sorgen, die sie veranlaßten, alle Maßnahmen zur Einschränkung des Brennmaterialverbrauchs zu prüfen und selbst solche anzuwenden, die zu anderen Zeiten zu verwerfen wären.

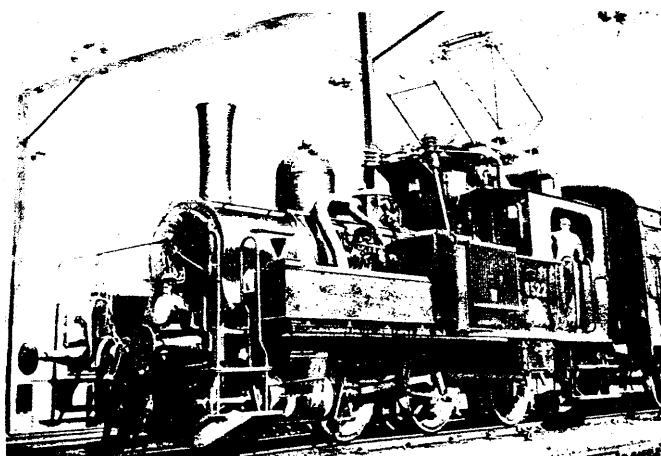
Die nächstliegende Maßnahme einer weiteren Elektrifikation verbietet sich, weil größerer Mangel an Material für die Ausrüstung der Strecken und den Bau der Triebfahrzeuge herrscht. Da gleichzeitig der Verkehr in ungeheurem Maße anstieg, mußte alles erhaltliche Material zur Verstärkung des bereits schon elektrifizierten Betriebes dienen, indem bereits die Dampflokomotive aushelfen mußte. Man griff daher erneut, wie schon im Kriege 1914/18, den Gedanken auf, die Dampflokomotiven zu elektrifizieren, d. h. die Dampferzeugung durch Verwendung der aus den Fahrleitungen entnommenen elektrischen Energie zu bewirken. Selbst wenn damit der Wirkungsgrad der Energieumsetzung sich verschlechtert, so konnte doch mit einer Einsparung von 300 t Kohle im Jahr gerechnet werden, auch glaubt man wegen der hohen Kohlenpreise, daß die Umbaukosten eine baldige Kostendeckung erfahren würden.

Im Jahre 1941 wurde der Firma A. G. Brown, Boveri & Co. der Umbau von zwei dreiaxigen Lokomotiven in Auftrag gegeben. Die Anlage umfaßt zwei elektrisch erhitzte Verdampfer, eine elektrisch angetriebene Umwälzpumpe für das Kesselwasser und die elektrische Apparatur für die Zuleitung und Transformierung des dem Fahrdrat entnommenen Einphasenwechselstromes von 15 000 V und 16 $\frac{1}{2}$  Per/s. Die beiden Verdampfer sind zu beiden Seiten des Lokomotivlangkessels angeordnet. Durch die Rohre des Verdampfers läuft das aus dem Kessel geförderte Wasser um. Die Rohre werden zugleich vom Strom durchflossen und erhitzt, wodurch das Wasser zur Verdampfung gebracht wird. Wegen des geringen Widerstandes der Rohrsysteme mußten hohe Stromstärken bei niederen Spannungen gewählt werden. Die niederen Spannungen sind um so notwendiger, weil die spannungsführenden Verdampfer gegenüber dem Fahrgestell isoliert werden mußten. Die Stromstärke beträgt 12 000 A, die Spannung 20 Volt, dabei beträgt die umlaufende Wassermenge 5 l/s. Das Wasser wird dem Kessel im tiefsten Punkt entnommen, durch die Umwälzpumpe dem Verdampfer zugeführt und mittels zweier Rückleitungen als Dampfwassergemisch in den Dampfraum des Kessels eingeführt.

Die Transformierung des Fahrleitungsstromes erfolgt wegen der räumlichen Anordnung in zwei Transformatoren, so daß jeder Verdampfer seinen eigenen Transformator hat. Eine Regulierung des Verdampfers erfolgt nur durch Zu- und Abschaltung. Zur Speisung des Motors der Umwälzpumpe dient eine Batterie, die durch einen Kolbengleichrichter aufgeladen wird, der an die Sekundärwicklung des Transformators angeschlossen ist.

Das Gesamtgewicht der elektrischen Dampferzeugungsanlage beträgt 7 t, wovon allein ein Gewicht von 4,8 t auf die Transformatoren entfällt. Die dadurch verursachte Erhöhung des Lokomotivgewichtes benötigte auch eine Verstärkung der Tragfedern.

Die Regulierung der Lokomotive erfolgt wie bei der Dampflokomotive, eine Umstellung auf Kohlebetrieb ist ohne weiteres möglich. Es kann sogar elektrisch und mit Feuerung gefahren werden, so daß die Lokomotive leicht auf Strecken mit und ohne Fahrdrat übergehen kann. Ein besonderer Vorteil der elektrischen Beheizung ist, daß die Aufheizzeit etwa die Hälfte der mit Kohlefeuerung erforderlichen ist.



## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Beispiele aus dem „Erfahrungsaustausch“ .....	Titelseite/57
Die Werkzeuge für die spangebende Formung (Fortsetzung aus Heft 5/6/1944) .....	58
Die Maschinenelemente (Fortsetzung aus Heft 3/4/1944) ...	59
Gas sparen durch Überwachung und Regelung der Ofentemperatur und des Gasverbrauchs .....	59
Netztafeln, ihr Aufbau und ihre Anwendung im Werkzeugmaschinenbau und in der Kalkulation (Fortsetzung aus Heft 7/8/1944 und Schluß) .....	60/61
Das Verhalten von Stahlketten in der Kälte .....	61
Der Wasserstoff in Aluminiumschmelzen und seine Entfernung	61
Neuzeitliche Flugmotoren (Fortsetzung aus Heft 7/8/1944)	4. Umschlagseite/62
Fragen über die Führung von Dampfkesseln (Fortsetzung aus Heft 9/10/1943 und Schluß) .....	63
Grundlagen der Elektrotechnik (Forts. aus Heft 7/8/1944)	64
Lehrgang Zahnräder (Fortsetzung aus Heft 7/8/1944) .....	65

## Umspanner rechtzeitig abschalten!

Elektrische Umspanner (Transformatoren) brauchen bekanntlich im Leerlauf eine gewisse elektrische Arbeit zur Magnetisierung des Eisenkerns. Wenn dieser Energieverbrauch auch an sich geringfügig ist, so ergeben sich daraus im Laufe eines Jahres doch ganz ansehnliche Strommengen. Man muß deshalb darauf achten, daß nicht mehr Umspanner eingeschaltet sind, als es der jeweiligen Belastung des Betriebes entspricht.

Beispielsweise wurde in einem Betrieb mit einem jährlichen Stromverbrauch von etwa 10 000 000 kWh durch zeitweiliges Abschalten von nicht benötigten Umspannern verschiedener Leistung — vorwiegend in den Zeiten von Sonnabend mittag bis Montag früh — jährlich mindestens 35 000 kWh gespart, das sind also 3 $\frac{1}{2}$  vH. des gesamten Jahresverbrauchs an Strom.

In einem anderen Werk befanden sich 3 Umspanner von je 100 kVA zum Antrieb von Pumpen. An sich hätten 2 Umspanner ausgereicht, um die Pumpenleistung aufzubringen. Der Betrieb behauptete jedoch, daß auch der dritte Umspanner benötigt würde, weil sonst Schwierigkeiten beim Einschalten der Pumpen entstanden. In der Tat trat beim betriebsüblichen Einschalten der Pumpen mit nur 2 Umspannern ein Spitzenstrom auf, der die Hauptschalter auslöste. Man half sich nun einfach dadurch, daß die Pumpenmotoren in einer anderen Reihenfolge als bisher und mit etwas größeren zeitlichen Abständen eingeschaltet wurden. Bei dieser Betriebsart reichen 2 Umspanner vollständig aus. Der Wegfall des dritten Umspanners bedeutet eine jährliche Stromersparnis von rund 6100 kWh. In ähnlicher Weise lassen sich auch bei anderen Antrieben ansehnliche Mengen von Leerlaufenergie sparen, wenn die Belastung unter Berücksichtigung der Umspannerleistungen aufgeteilt wird.

## Umstellung älterer Drehbänke auf Kettenantrieb

Aus einem Rüstungsbetrieb wird der Vorschlag gemacht, ältere Drehbänke, die bei der Bearbeitung schwerer Werkstücke nicht mehr richtig durchziehen, mit Kettenantrieben zu versehen. Dieser Vorschlag ist zwar nicht ganz unbekannt, immerhin verdient er Beachtung, weil die Umstellung von Riemenscheiben auf Kettenzahnräder im eigenen Betrieb vorgenommen werden kann und auch die dafür notwendigen Ketten kurzfristig lieferbar sind.

In einem Rüstungsbetrieb wurden auf älteren Drehbänken schwere Werkstücke (10 bis 500 kg) bearbeitet; die Stücke wurden bisher zwischen Dreibeckenfutter und Reitstock eingespannt. Es wurde mit Riemen von 110 bis 125 mm und mit Vorgelege gearbeitet. Ohne Vorgelege war eine Zerspannung (auch mit Hartmetall) nicht möglich; selbst Keilriemen genügten nicht, die Maschinen zogen nicht durch.

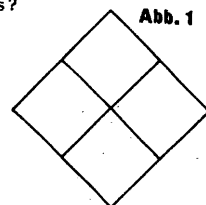
Es wurden nun Rollenketten (zwei- oder dreifach) angebracht, die Riemenscheiben erhielten Kettenradkränze, die im eigenen Betrieb gefräst wurden, ein Ritzel auf der Motorachse diente als Antrieb; der Erfolg war durchschlagend.

Ohne Vorgelege konnte man jetzt sogar einige Stufen höher gehen, so daß die Fertigung der Werkstücke auf das zwei- bis dreifache gesteigert werden konnte. Der Antrieb bewährte sich 1 $\frac{1}{2}$  Jahre ohne jede Störung an Kette oder Maschine, obwohl alle damit ausgerüsteten Maschinen täglich mehrere hundert Male ein- und ausgeschaltet werden (Schaltung durch Druckknopf über Schütze).

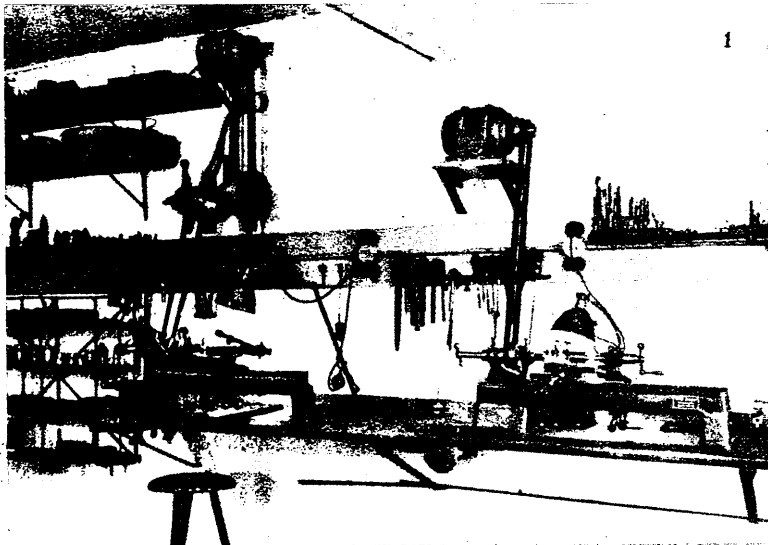
Die Ketten laufen fast geräuschlos. Solche Ketten eignen sich auch für andere Maschinen (Automaten). Es handelt sich um Ketten (1/2 bis 1 Zoll, zwei- oder dreifach).

## Etwas zum Überlegen

Wie sieht das Schrägbild eines Körpers aus, dessen Aufriß, Grundriß und Seitenriß in Abb. 1 dargestellt ist? Wie groß sind Oberfläche und Rauminhalt des Körpers? (Lösung folgt in einem späteren Heft.)



## Beispiele aus dem „Erfahrungsaustausch“ (siehe auch Titelseite)



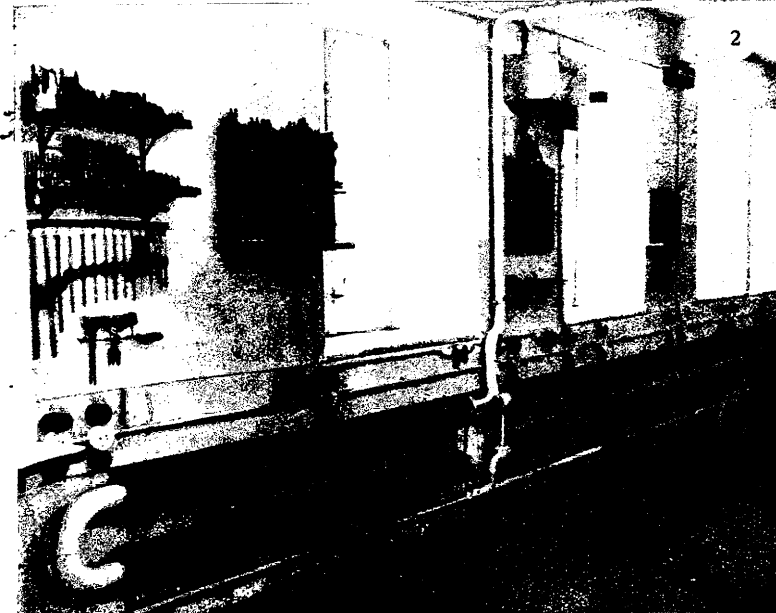
**Einfaches Verlegen** *Beispiel 808*  
**von elektrischen Leitungen in Werkstätten**

Beim Verlagern und Neueinrichten von Werkstätten ist es oft nötig, die elektrischen Leitungen schnell zu verlegen. Hierbei hat sich das folgende Verfahren bewährt.

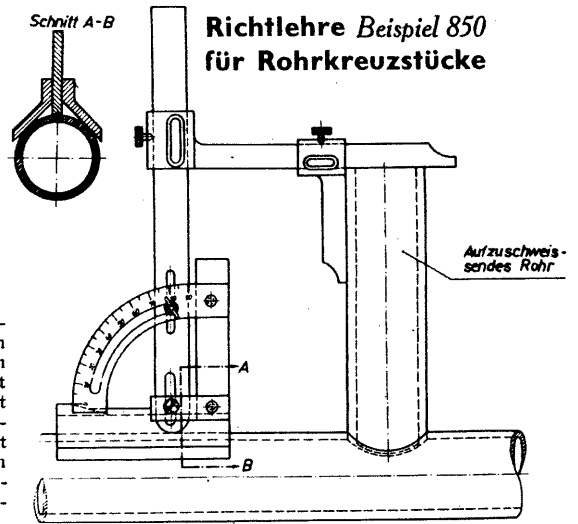
An den Wänden der Werkstatt werden in geeigneter Höhe Bretter von etwa 250 mm Breite durch Annageln befestigt. In der Mitte der Bretter wird die Leitung verlegt, sie hat etwa alle 750 mm eine Unterbrechung durch Verteilerdosen. Von den Verteilerdosen zweigen nach unten die Lichtsteckdosen und nach oben die Kraftsteckdosen ab. Die Abb. 1 und 2 zeigen diese Art der Verlegung.

Durch dieses Verfahren ergeben sich die folgenden Vorteile. Die Installateure können die Leitungen schnell verlegen, da kein Einstemmen und Anbringen von Dübeln nötig ist.

Das Aufschrauben der Dosen ist einfach, es entsteht hierbei kein Bruch, da die Holzunterlage nachgibt. Das Ausrichten der Leitungen ist einfach. Beleuchtungskörper lassen sich leicht anbringen. Die Leitungen und Dosen liegen so hoch, daß keine beim Arbeiten auf den Werkzeugmaschinen abspringenden Späne einen Kurzschluß herbeiführen können. Soll die Werkstatt wieder ausgebaut werden, so lassen sich die Leitungen und Bretter leicht entfernen, ohne daß die Wände stark beschädigt werden.



Beim Schweißen von Rohrstoßen ergaben sich beim Richten immer wieder bestimmte Schwierigkeiten. Auf Vorschlag wurde eine Lehre gebaut (siehe Abbildung), die ein einfaches maß- und winkeltreues Richten zuläßt. Ein Auflageprisma trägt ein Winkelsegment, worin der Lehrenarm geführt wird. Dieser trägt wiederum die Querlehren. Die Arbeitszeit hat sich durch den Fortfall des Nachrichtens erheblich verringert.

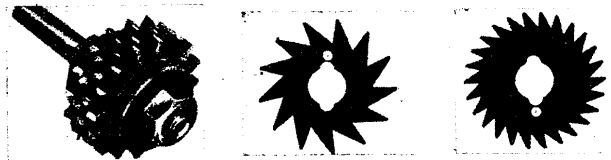


**Anfertigung** *Beispiel 766*  
**von Fräsern zur Bearbeitung von Weichmetall**

Normale Fräser „schmier“ bei der Verarbeitung von Weichmetallen. Das Arbeiten wird dadurch erschwert.

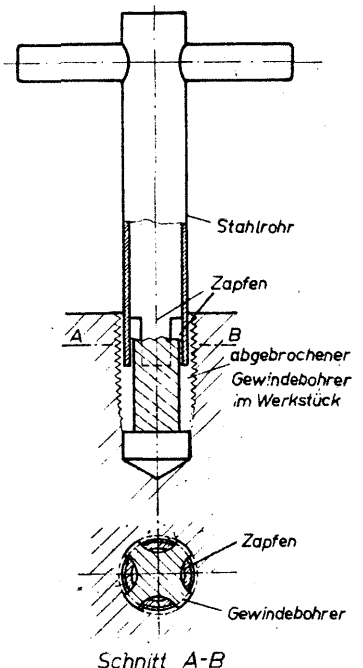
Speziell für die Bearbeitung von Weichmetall (Kupfer, Messing, Leichtmetall, Zinklegierungen usw.) ist ein neuer Fräser entwickelt worden, der aus einzelnen Scheiben zusammengesetzt ist (siehe untenstehende Abbildung).

Die Scheiben sind mit einer ungeraden Zähnezahl versehen und haben in der Bohrung zwei gegenüberliegende Mitnehmernuten. Durch die ungerade Zähnezahl wird erreicht, daß beim Drehen der zweiten, vierten usw. Scheibe um 180° die Zähne immer auf Lücke der vorhergehenden Scheibe zu sitzen kommen. Beim Schleifen werden die Scheiben wieder zurückgedreht, so daß die Schneidkanten eine geschlossene Linie bilden.



*Beispiel 773* **Einfaches Entfernen abgebrochener Gewindebohrer**

In vielen Betrieben ist es heute noch üblich, abgebrochene und im Werkstück stecken gebliebene Gewindebohrer durch Ausglühen und Ausbohren zu entfernen. Abgesehen von dem großen Zeitaufwand führt das Ausglühen nicht selten ein Verziehen der Werkstücke herbei. Diese Nachteile werden durch die einfache, in der Abbildung gezeigte Vorrichtung vermieden. Ein Stahlrohr, dessen Außendurchmesser dem Bohrloch entspricht, hat am Ende Nuten eingearbeitet, so daß Zapfen entstehen, die in die Nuten des Gewindebohrers passen. Wird dieses Rohr in die Nuten des Gewindebohrers gesteckt, so läßt sich dieser mit Hilfe eines am Rohr angebrachten Knebels verhältnismäßig leicht herausdrehen.



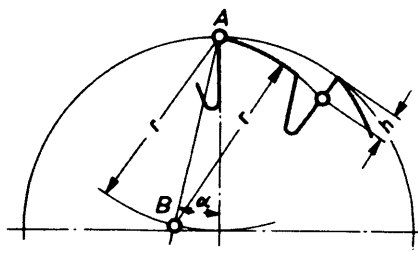


Abb. 320

zur Spanfläche eine Gerade. Dann wird ein Kreisbogen mit dem Halbmesser  $r = \frac{d}{2}$  vom Punkt A aus geschlagen. Der Schnittpunkt B des Halbmessers mit der Geraden ist der Mittelpunkt für den Halbmesser r, der die Hinterdrehkurve angenähert

# Die Werkzeuge für die spangebende Formung

(Fortsetzung aus Heft 5/6/1944)

Zeichnerisch läßt sich die Hinterdrehkurve ebenfalls mit hinreichender Genauigkeit finden. Nach Abb. 320 zieht man vom Punkt A unter dem Winkel  $\alpha$  einen Kreisbogen mit dem Halbmesser r, der die Hinterdrehkurve angenähert ersetzt und aus der nächsten Spanfläche die Hinterdrehung h herauschneidet. Bei den hinterdrehten Fräsern läßt die Form der Freifläche wenig Raum für die Späne, da außerdem der Spanwinkel meist  $\gamma = 0^\circ$  ist, erreichen im allgemeinen hinterdrehte Fräser kaum die Leistung von Fräsern mit gefrästen Zähnen. Zudem ist das Hinterdrehen und Hinterschleifen teuer und zeitraubend. Es sollen daher hinterdrehte Fräser möglichst nur da benutzt werden, wo sich Formflächen nicht anders bearbeiten lassen. Für verwickelte Formflächen kann aber der hinterdrehte Fräser oft nur das einzig wirtschaftliche Bearbeitungswerkzeug sein, da sich die Zähne an der Spanfläche so weit abschleifen lassen, wie es ihre Festigkeit gestattet.

Fräser mit kleinen Abmessungen werden meist als Vollfräser ausgeführt. Bei sehr kleinen Fräsern ist es sogar üblich, Fräser und Fräsdorn aus einem Stück herzustellen. Es ist hierfür jedoch zu empfehlen, den Fräsdorn aus billigem Maschinenstahl an den eigentlichen Fräser, wie Abb. 321 angibt, stumpf anzuschweißen. Sobald ein Fräser einen bestimmten Durchmesser überschreitet, ist es zur Einsparung hochwertigen Werkstoffs unbedingt notwendig, den Fräserkörper aus einem billigen Werkstoff, meist Maschinenstahl, bisweilen auch Grauguß oder Leichtmetall, und Schneidmesser aus Schnellstahl oder auch mit Hartmetall bestückte Schneidmesser einzusetzen. Weiter haben eingesetzte Messer den Vorteil, daß sie bei Beschädigungen sich leicht einzeln auswechseln lassen und Veränderung des Durchmessers beim Nachschleifen durch Nachstellen der Messer ausgeglichen werden kann. Für höhere Beanspruchungen werden die Messer, wie Abb. 322 wiedergibt, durch Schrauben festgeklemmt. Bei geringeren Beanspruchungen genügt ein Festklemmen durch abgeschrägte Stifte nach Abb. 323 oder auch nach Abb. 324 durch Kegelfstifte. Einen einfachen Messerkopf mit breiten Messern zeigt die Abb. 325.

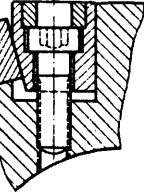
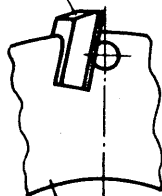
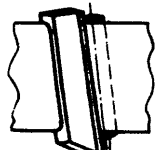


Abb. 322

Messer



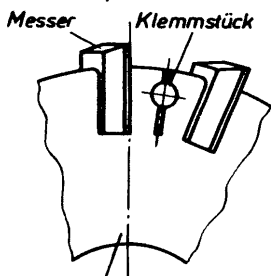
Messerkopfkörper



Klemmstift

Abb. 323

In Abb. 326 ist ein Messerkopf mit verstellbaren Messern aus Schnellstahl oder mit Hartmetallbestückung wiedergegeben. Die einzelnen Messer sind längs verschiebbar und seitlich drehbar, so daß der Messerkopf nicht nur am Umfang, sondern auch an beiden Seiten nach entsprechender Einstellung arbeiten kann. Zum Fräsen von Leichtmetallen dient der Messerkopf nach Abb. 327. Er hat am Umfang drei Messer zum Schrumpfen und ein Messer, das zum Schlichten schnell verstellbar werden kann. Dieses Schlichtmesser läßt sich durch Wetzen und Ab-



Messer Klemmstück

Messerkopfkörper

Abb. 324

(rechts) Abb. 329

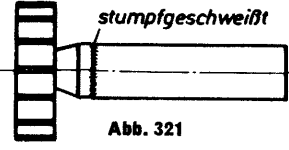
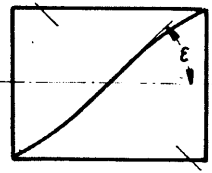


Abb. 321

stumpfgeschweißt



Schnitt A-B

Abb. 331

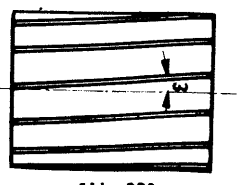
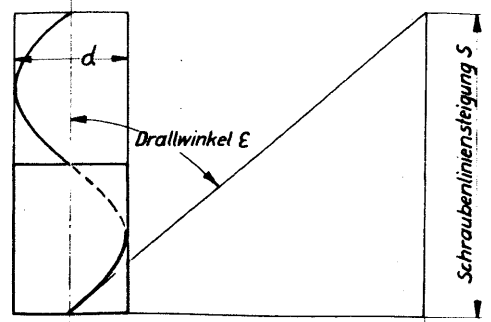


Abb. 330

Werkstücke mit verwickelten breiten Formflächen werden am besten durch zusammengesetzte Fräser, auch Satzfräser genannt, bearbeitet. Einen derartigen Satzfräser zeigt Abb. 328. Er ist aus Messerköpfen zusammengesetzt und dient zum Bearbeiten der Führungsflächen von Drehbankbetten in einem einzigen Arbeitsgange. Je nach der Eignung für verschiedene Fräsarbeiten können die nachstehend beschriebenen Fräserarten unterschieden werden. Zum Planfräsen dienen die Walzenfräser, sie sind wohl die am häufigsten gebrauchten Fräserwerkzeuge. Bei einfachen Walzenfräsern verlaufen bisweilen die Zähne parallel der Fräserachse wie in Abb. 329 und werden dann als gerade Zähne bezeichnet. Um ein gleichförmiges Arbeiten zu erreichen, sind, besonders bei längeren Walzenfräsern, die Zähne meist schraubenförmig nach Abb. 330 ausgeführt. Dadurch wird erreicht, daß selbst bei größeren Zahnteilungen mehrere Zähne gleichzeitig schneiden. Die Zahnschneiden greifen allmählich an und laufen dann vollschneidend über die ganze zu fräsende Breite. Der Span wird schraubenförmig nach der Seite abgeführt. Ist der Drallwinkel  $\epsilon$  der Schraubenlinie gegen die Fräserachse nach Abb. 331 größer als  $30^\circ$ , so hat sich für die Zähne die Bezeichnung Schälzähne eingeführt. Bei dem sogenannten Schälfräser mit Schälzähnen ist der Spanablauf besonders günstig. Diesen Spanablauf veranschaulicht die Abb. 332.



Fräserumfang =  $d \cdot \pi$

Abb. 333

Zum Fräsen der schraubenförmigen Zähne muß die Steigungslänge der Schraubenlinie bekannt sein; sie berechnet sich unter Hinweis auf Abb. 333 nach folgender Formel  $S = \frac{d \cdot \pi}{\text{tg } \epsilon}$  (Fortsetzung folgt.) (Werkaufn.: Loewe-Fabriken AG.)

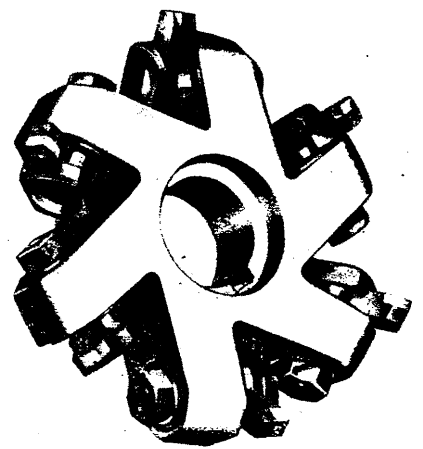


Abb. 326

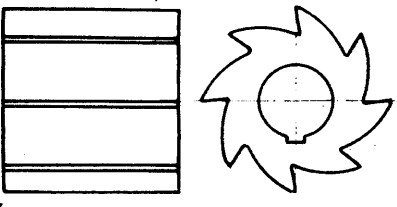


Abb. 328

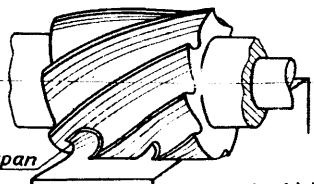
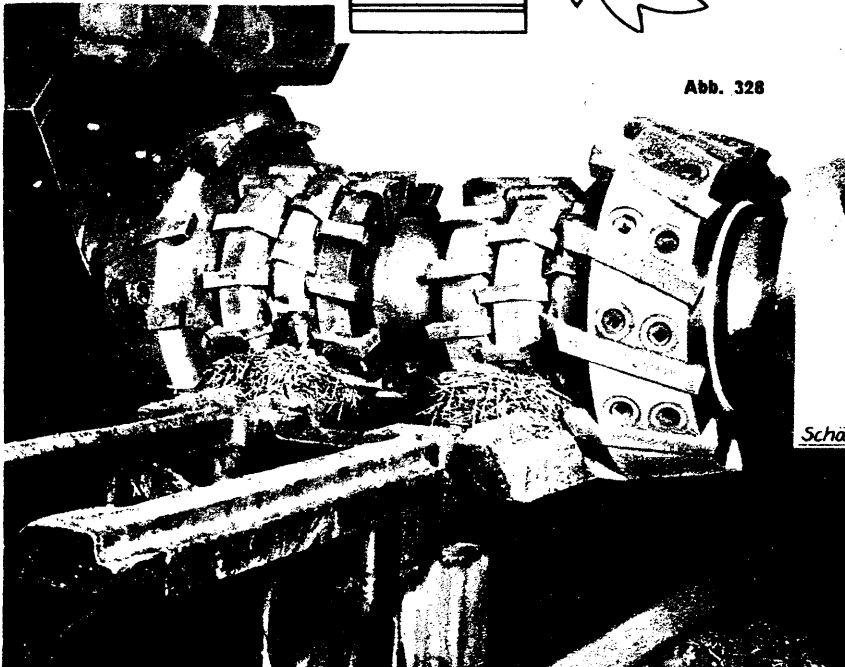
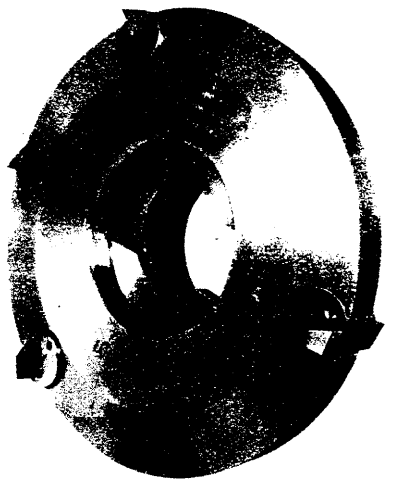


Abb. 332

(rechts) Abb. 327



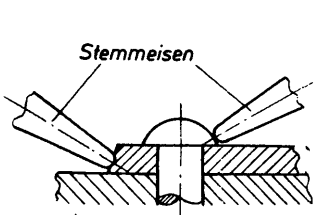


Abb. 96

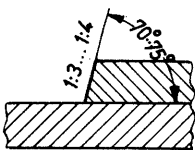


Abb. 97

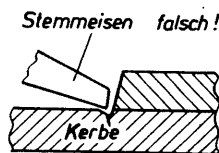


Abb. 98

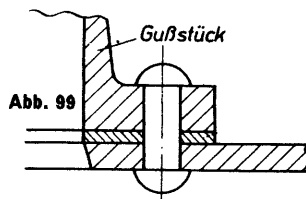
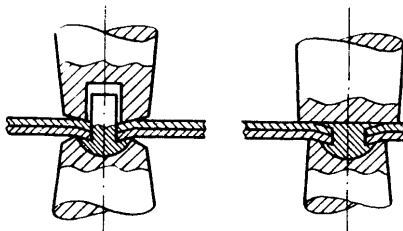


Abb. 99

## Die Maschinenelemente (Fortsetzung aus Heft 3/4/1944)

Je nach dem Verwendungszweck werden an die Nietverbindungen verschiedene Anforderungen gestellt. Im Stahlbau, Flugzeugbau und Fahrzeugbau müssen die Verbindungen der Träger und Bleche fest sein. Im Behälterbau werden dichte Verbindungen verlangt, während beispielsweise bei Dampfkesseln die Nietungen gleichzeitig feste und dichte Verbindungen ergeben sollen.

Bei dichten Verbindungen sowie festen und dichten Verbindungen müssen die Blechkanten und Nietköpfe nach Abb. 96 mit einem Stemmeisen von Hand oder durch Druckluftwerkzeuge verstemmt werden. Hierzu haben die Blechkanten eine Abrisierung, deren Form aus Abb. 97 hervorgeht. Beim Verstemmen ist darauf zu achten, daß die Bleche nicht wie in Abb. 98 durch das Stemmeisen verletzt werden, da die Verletzungen eine gefährliche Kerbwirkung hervorrufen. Gußeiserne Anschlußteile und Stützen werden durch Zwischenlegen eines Stemmblechtes aus weichem Eisen nach Abb. 99, das nach dem Vernieten verstemmt wird, abgedichtet.



Pilzkopfniet  
eingezogen geschlagen  
Abb. 100

Eine überaus weitgehende Anwendung finden die Nietverbindungen im Metallflugzeugbau. So kann beispielsweise die Zahl der an einem Großflugzeug in Metallbauweise verwendeten Niete eine Million erreichen. Die im Metallflugzeugbau verwendeten Niete haben überwiegend einen Schaftdurchmesser von etwa 3—6 mm, die zu verbindenden Bleche meist Dicken von 0,5—1 mm. Die hier verwendeten Niete bestehen hauptsächlich aus aushärtbaren Aluminiumlegierungen. Der Schließkopf wird kalt geschlagen. Da bei aushärtbaren Aluminiumlegierungen die gute Verformbarkeit des Nietwerkstoffes nach dem Aushärten nachläßt, müssen die nach vorheriger Erwärmung abgeschreckten Niete vor dem Aushärten geschlagen werden. Die Aushärtezeit kann je nach der Legierung 2—12 Stunden dauern.

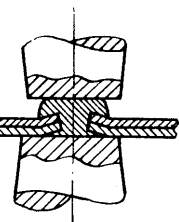
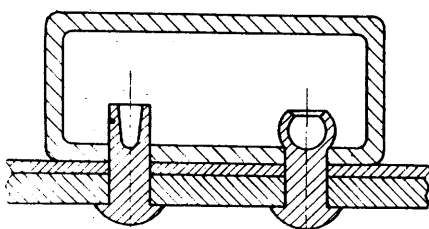


Abb. 101



rechts:  
Abb. 102 ungesprengtes Niet gesprengtes Niet

Neuerdings wird eine Aluminiumlegierung Duralumin 681 H als Nietwerkstoff benutzt, die auch nach dem Aushärten gut vernietbar ist.

Gebäuchlich sind die Pilzkopfniete für die sogenannte P-Nietung, deren Herstellung Abb. 100 veranschaulicht, und die Flachsenkopfniete für die FS<sub>m</sub>-Nietung nach Abb. 101.

Die gewöhnlich üblichen Verfahren zum Schlagen der Niete verlangen, daß die Nietverbindung für das Anlegen des Gegenhalters und zur Bildung des Schließkopfes von beiden Seiten zugänglich ist. Bei großen Bauteilen im Stahlbau, Schiffsbau und Kesselbau ist das auch immer verhältnismäßig leicht möglich. Die Bauteile der Metallflugzeuge weisen jedoch oft Stellen auf, die aus Gründen der Einfachheit und des leichten Gewichtes wegen räumlich so beengt sind, daß die Nietverbindungen nur an der Setzkopfseite zugänglich sind. Für diese Zwecke ist eine neue Nietart, das Sprengniet, bei den Ernst-Heinkel-Flugzeugwerken entwickelt worden und hat sich gut bewährt.



Abb. 103

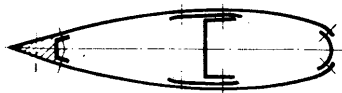


Abb. 104

102 links zeigt, im Schaftende mit einer Bohrung versehen, deren Tiefe etwa der aus den zu verbindenden Teilen hervorstehenden Schaftlänge entspricht. Dadurch wird erreicht, daß der beanspruchte Teil des Schaftes durch die Bohrung nicht geschwächt wird. Die Schaftbohrung dient zur Aufnahme einer kleinen Sprengladung, die nach Einführung des Schaftes in das Nietloch entzündet wird.

Abb. 106 Durch die Sprengung wird das hohle Schaftende, wie in Abb. 102 rechts dargestellt, ausgebaucht und so ein Schließkopf gebildet.

Die Entzündung der Sprengladung geschieht durch Einführen eines elektrisch auf 300° erwärmten Zündkolbens bei etwa 130°. Die Zündzeit vom Aufsetzen des Zündkolbens bis zur Explosion der Sprengladung beträgt im Mittel 2 Sekunden. Die Spitze des Zündkolbens kann verschieden geformt ausgebildet werden.

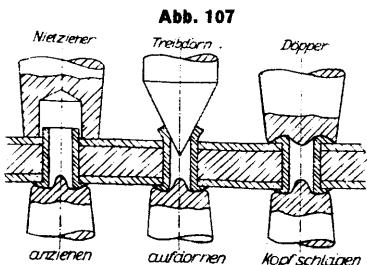


Abb. 107

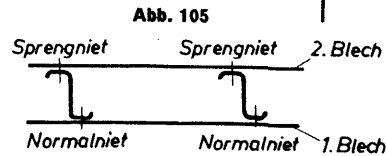


Abb. 105

den, so daß sich auch in Ecken und sehr unzugänglichen Stellen Sprengnietungen anwenden lassen. Behelfsmäßig kann auch die Sprengladung durch ein glühendes Eisen entzündet werden.

Als Werkstoff für Sprengniete können alle vernietbaren Metalle in Betracht kommen. Im Metallflugzeugbau werden hauptsächlich Sprengniete aus Aluminiumlegierungen wie Dural und Hydroalium benutzt. Sprengniete aus Stahl werden für besonders hochbeanspruchte Teile genommen. Damit durch die Sprengladung keine Korrosion eintritt, werden Sprengniete aus Leichtmetalllegierungen vor Einfüllen des Sprengstoffes eloxiert. Durch die Eloxalschicht wird zudem eine zu starke Wärmeableitung bei der Zündung in den das Niet umgebenden Werkstoff verhindert. Die gefüllten Sprengniete können unbeschränkt lange aufbewahrt werden und sind bei sachgemäßer Behandlung auch ungefährlich.

Die Anwendung der Sprengniete ist recht vielseitig. Es sind deshalb auch verschiedene Arten der Sprengniete entwickelt worden. Einige Sprengnietarten sind in Abb. 103 zusammengestellt.

In Abb. 104 ist ein Beispiel aus dem Metallflugzeugbau für eine ausschließliche Anwendung der Sprengnietung gezeigt. Die Abb. 105 zeigt die teilweise Anwendung von Normalnieten und von Sprengnieten.

Sind in der Blechverarbeitung bei hohlen Bauteilen sehr lange und teilweise in der Mitte freiliegende Niete anzubringen, so können hierzu die Rohrniete nach Abb. 106 gewählt werden. Das Rohrniet läßt sich nicht nur leichter vernieten als ein volles Niet, sondern es wiegt auch weniger. Die Herstellung einer Verbindung mit einem Rohrniet zeigt Abb. 107.

Grundsätzlich können Überlappungs-nietungen und Laschennietungen unterschieden werden. Die Abb. 108 stellt eine Überlappungs-nietung dar. Infolge der Überlappung ergibt sich bei dieser Nietverbindung ein Biegemoment. Bei der Laschennietung liegen die zu vernietenden Bleche nicht übereinander, sondern nebeneinander und werden entweder auf einer Seite oder auf beiden Seiten durch Laschen verbunden. Dementsprechend werden einseitige oder einfache Laschennietungen nach Abb. 109 und zweiseitige oder Doppelaschennietungen nach Abb. 110 unterschieden.

Zeigt die Nietverbindung eine Reihe Nieten, so wird sie als einreihige Verbindung bezeichnet. Sitten mehrere Nietreihen nebeneinander, so spricht man von mehrreihigen Nietverbindungen.

(Fortsetzung folgt)

## Gas sparen durch Überwachung und Regelung der Ofentemperatur und des Gasverbrauches

Jeder Industrieofen sollte mit einem geeigneten Temperaturmeßgerät ausgerüstet sein, denn die Beurteilung der Ofentemperatur lediglich mit Hilfe des Auges führt zu Trugschlüssen. Ist einerseits die Ofentemperatur höher als notwendig, dann wird zuviel Gas verbraucht, ist andererseits die Temperaturspanne zwischen Ofen und Arbeitstemperatur zu gering, dann sind längere Wärmzeiten und somit ebenfalls erhöhter Gasverbrauch erforderlich. Hier den richtigen Weg zu finden, ist nur mit einem entsprechenden Temperaturmeßgerät möglich.

Wo an die Genauigkeit der Temperatur hohe Anforderungen gestellt werden, oder wo man sich der Ofenwartung unabhängig machen will, ist der Einbau von selbsttätigen Temperaturmeßreglern am Platze. Der Einbau der Temperaturmeßgeräte und -regler macht sich durch die erzielte Gasersparnis bald bezahlt.

Ob sich der Gasverbrauch im richtigen Verhältnis zum Durchsatz bewegt, kann jederzeit festgestellt werden, wenn der Gasverbrauch ständig gemessen und der Durchsatz mengenmäßig durch Wiegen erfaßt wird. Abweichungen von dem über einen Zeitabschnitt ermittelten Durchschnittswert (spezifischer Gasverbrauch) zeigen an, ob Gasverluste auftreten, deren Ursachen festgestellt und behoben werden müssen.

**Kohlenklau ist abgemeldet!**

**Spar Gas, laß' Kohle nicht verderben — Bei uns darf Kohlenklau nichts erben!**

# Netztafeln, ihr Aufbau und ihre Anwendung im Werkzeugmaschinenbau und in der Kalkulation

(Fortsetzung aus Heft 7/8/1944 und Schluß)

Für die Gleichung  $v = \pi \cdot d \cdot n$  soll eine doppellogarithmische Netztafel entworfen werden. Das Produkt  $v \cdot n$  muß entsprechend der Ausgangsgleichung  $x \cdot y = C$  als gerade Linie im Netz — man nennt diese Geraden eine Geradenschar —

man nennt diese Geraden eine Geradenschar — in dem gewählten Bereich aufgetragen werden. Man könnte die Aufstellung dieser Tafel wieder mit Hilfe der früher besprochenen Auftragslinien durchführen. Um eine andere Möglichkeit zu zeigen, ist jedoch der Anfang der Durchmesserreihe erst bei  $d = 100$  mm festgelegt worden. Man berechnet bei der zweckmäßig gewählten Ausgangsgeschwindigkeit  $v = 1$  m/min, bei einem angenommenen  $n$ -Wert den zugehörigen Durchmesser  $d$ . z. B. bei  $n = 1$  wird  $d = 0,318$  m = 318 mm und bei  $n = 3$  wird  $d = 0,107$  m = 107 mm. Diese beiden Punkte werden geradlinig verbunden, die Gerade stellt dann die Schnittgeschwindigkeitslinie  $v = 1$  m/min dar. Die übrigen Schnittgeschwindigkeitslinien findet man in folgender bequemer Weise: Soll z. B. der Wert  $v = 1,5$  m/min. aufgetragen werden, so ist bei  $n = 3,18$  U/min. und  $v = 1,5$  m/min. nach Rechnung  $d = 0,15$  m = 150 mm. Man zieht deshalb in der Netztafel bei  $n = 3,18$  eine Waagerechte — in Abb. 9 strichpunktiert — und markiert dann auf dieser Waagerechten entsprechend den zugehörigen Durchmessern die Schnittgeschwindigkeitswerte. Betrachtet man diese Tafel auf ihre Übersichtlichkeit, so ist auch hier wieder zu sagen, daß sie sehr unübersichtlich ist und daß bei der Benutzung infolge der vielen Geschwindigkeitsgeraden leicht Ablesefehler entstehen können.

Um die Tafel zweckmäßiger zu gestalten, muß die Drehzahl  $n$  als Geradenschar aufgetragen werden; dies ist aber nur möglich, wenn unter Beibehaltung der bisherigen Richtung für  $n$  nach der umgeformten Gleichung  $n = \frac{v}{\pi \cdot d}$  die Richtung der Teilung für den Durchmesser  $d$ , der unter dem Bruchstrich steht, entgegengesetzt verläuft. Man nennt eine solche Netztafel eine Tafel mit gegenläufiger Teilung im Gegensatz zur Abb. 9, die eine gleichläufige Teilung aufweist.

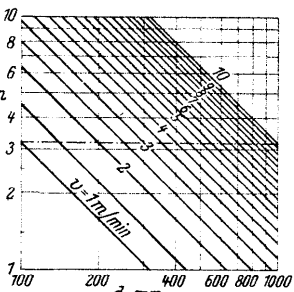


Abb. 9

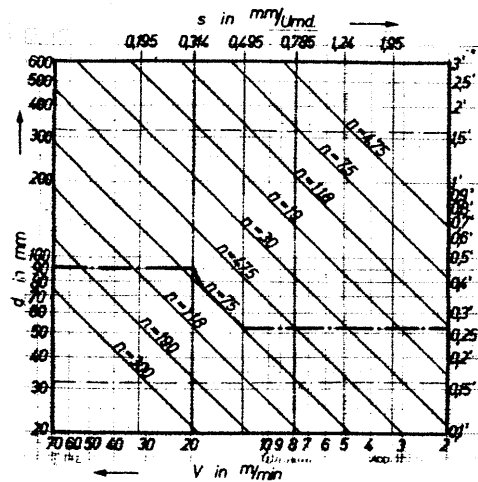


Abb. 10

Abb. 10 zeigt diese Tafel, die Aufstellung geschieht in bekannter Weise mit Hilfe der Auftragslinien. Die eingezeichneten Drehzahlen entsprechen den Richtwerten mit dem genormten Stufensprung 1,58, der Geschwindigkeitsverlust ist überall gleich.

Eine praktische Anwendung in der Kalkulation finden die doppellogarithmischen Netztafeln auf der Rückseite der Maschinenkarte des AWF (Auswurf für wirtschaftliche Fertigung). In dieser Maschinenkarte sind zwei Netztafeln vereinigt; sie ist aufgestellt für die Zeitgleichung bei spanabhebender Bearbeitung für einen Schaltweg von 10 mm. Die Gleichungen hierfür lauten  $t_{10} = \frac{10}{n \cdot s}$  und  $n = \frac{v}{\pi \cdot d}$  oder zusammengefaßt  $t_{10} = \frac{10 \cdot \pi \cdot d}{v \cdot s}$ .

Abb. 11

Die Auftragung der Drehzahlen erfolgt in der gleichen Weise, wie bisher mit Hilfe der Auftragslinien. Auf der rechten Seite der Tafel ist  $t_{10}$  aufgetragen; es ist dieselbe Teilung wie links beibehalten worden, nur ist die Bezifferung mit Rücksicht auf die geringe Zeit bei einem Schaltweg von 10 mm auf den zweihundertsten Teil der Bezifferung für den Durchmesser festgesetzt worden. Das Auftragen der Teilung für die Vorschübe, deren Teilung bei der Richtung der Drehzahl gegenläufig zu  $t_{10}$  verlaufen muß, kann man in der Weise durchführen, daß man bei einem gegebenen Vorschub und einer gegebenen Drehzahl die zugehörige Zeit für 10 mm Schaltweg ermittelt. Man geht also von der berechneten Zeit aus bis zu der angenommenen Drehzahl, biegt im rechten Winkel ab und hat damit die erst zur Berechnung angenommene Vorschublinie erhalten. An diese Linie legt man denselben Maßstab, den man bisher benutzt hat und markiert in der bereits angegebenen Richtung die gegebenen Vorschübe.

Die Benutzung dieser Netztafel ist sehr einfach. Man geht von dem abzuhählenden Durchmesser bis zur gewählten Schnittgeschwindigkeit; von dem Schnittpunkt aus wählt man die zunächst gelegene Drehzahl und verfolgt diese bis zum gewählten Vorschub, biegt dann waagrecht ab und erhält so die Zeit für 10 mm Schaltweg.

Um die Anwendung zu zeigen, diene das nachstehende Beispiel: Eine Welle aus Stahl von 90 mm Durchmesser und 900 mm Länge einschließlich Anlauf, Zugabe und Überlauf ist mit Schnellstahl in einem Schnitt abzuschruppen. Die gewählte Schnittgeschwindigkeit sei  $v = 20$  m/min. und der Vorschub  $s = 0,8$  mm/U. Gesucht sind Drehzahl und Drehzeit. Es ergibt sich in Verfolg der strichpunktierten Linie eine Drehzahl  $n = 75$  — die geringfügige Überschreitung der theoretischen Drehzahl erscheint zulässig — und die Zeit für 10 mm Länge von etwa 0,27 min. Die Gesamtzeit für 900 mm Schaltweg ist dann  $0,27 \cdot 90 = 24,3$  min.

Die Netztafel der Maschinenkarte ist nur ein Rechenhilfsmittel, ohne über die Leistung der Werkzeugmaschine etwas anzugeben. Soll auch die Leistung und der abzuhählende Spanquerschnitt berücksichtigt werden, bedient man sich der Richtwerttafeln des Refa (Reichsausschuß für Arbeitsstudien), die ebenfalls auf doppellogarithmischen Netztafeln dargestellt sind.

Abb. 13

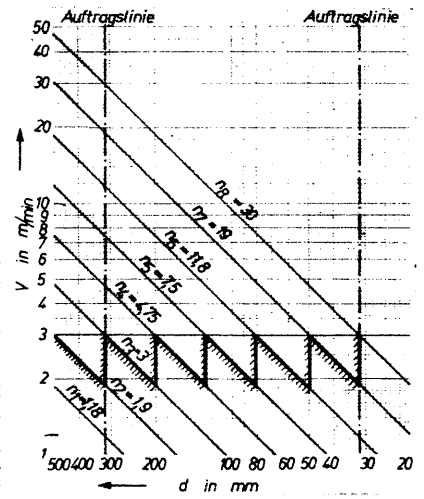


Abb. 11

Eine solche Richtwerttafel zeigt Abbildung 12. Die abgebildete Tafel ist aufgestellt für Stahl von 50...60 kg/mm<sup>2</sup> Festigkeit. Werkzeug: Schnellstahl. Maschinenwirkungsgrad  $\eta = 0,75$ . Der Aufbau dieser Tafel ist gegeben durch die Linie der Multiplikation der Schnittgeschwindigkeit mit dem Spanquerschnitt, kurz  $v \cdot F$ -Linie genannt. Die Schnittgeschwindigkeitswerte entsprechen den AWF-Richtwerten, z. B. bei  $F = 1$  mm<sup>2</sup>

ist  $v = \frac{35}{\sqrt{1}} = 35$  m/min. bei  $F = 10$  mm<sup>2</sup> wird  $v = \frac{35}{\sqrt{10}} = 13,65$  m/min. Verbindet man diese beiden Punkte und verlängert, dann ist diese Linie die  $v \cdot F$ -Linie, die rechts die Zerspanungsleistungswerte in cm<sup>2</sup>/min. angibt. Auf Grund der Leistungsplanung an der Schneide wird die PS-Leiter aufgetragen, z. B. bei  $f = 3$  mm<sup>2</sup> wird  $N = 2,05 \cdot \sqrt[3]{3} = 3,14$  PS und bei  $F = 20$  mm<sup>2</sup> ist  $N = 2,05 \cdot \sqrt[3]{20} = 6,65$  PS. (Die

Werte 35 und 2,44 in der vorigen Gleichung und 2,05 und 2,55 in der letzten Gleichung sind entsprechenden Tabellen entnommen.) Mit 3,14 PS und 6,65 PS sind Werte der PS-Leiter gegeben. Die Teilung selbst erhält man entweder mittels der projektiven Teilung oder man mißt die Entfernung von 3,14 bis 6,65 und dividiert diese durch die Differenz der Logarithmen. Der Quotient ist dann die Maßstabszahl, mit der die Logarithmen zu multiplizieren sind. Beträgt z. B. die Entfernung 33 mm und ist die Differenz  $\log 6,65 - \log 3,14 = 0,823 - 0,497 = 0,326$ , dann ist die Maßstabszahl =  $33 : 0,326 = 101$ . Man multipliziert dann der Reihe nach die Logarithmen mit 101, legt den so gewonnenen Maßstab bei 3,14 PS =  $\log 3,14 = 0,497 \cdot 101 = 50,2$  mm an und trägt nun die Teilung auf. Dasselbe Verfahren kann man auch bei der Teilung für die Zerspanungsleistung anwenden. Zum Auftragen der Linien für die Riemenbreiten verwendet man die Gleichung

$$vR = \frac{75 \cdot N}{b \cdot p}$$

hierin bedeutet  $vR$  die Riemenleistung in m/sek.,  $b$  die Riemenbreite,  $N$  die Leistung und  $p$  die spezifische Riemenbeanspruchung. Man trägt  $vR$  in irgendeinem beliebigen logarithmischen Maßstab auf und berechnet bei einer bestimmten Riemenbreite und einer angenommenen Leistung die zugehörige Riemenleistung, wobei die Werte für die spezifische Riemenbeanspruchung  $p$  entsprechenden Tabellen entnommen werden. Soll z. B.  $b = 50$  mm aufgetragen werden, so ist bei  $N = 3$  PS und bei  $p = 1$  kg je mm Riemenbreite  $vR = 4,5$  m/sek.; bei  $N = 4$  PS wird  $vR = 6,0$  m/sek. Von diesen beiden Riemenleistungswerten geht man bis zur Waagerechten durch die beiden PS-Werte und markiert die beiden Punkte, die geradlinig verbunden und verlängert werden. Die übrigen Riemenbreiten werden in derselben Weise aufgetragen. Die Anwendung der Richtwerttafel erfolgt nach der strichpunktierten Linie. Beträgt z. B. die Riemenleistung  $vR = 4$  m/sek. und die Riemenbreite 85 mm, so geht man von  $vR = 4$  m/sek. bis zu  $b = 85$  mm, biegt im rechten Winkel ab und liest die zulässige Schnittgeschwindigkeit  $v = 12$  m/min., die Zerspanungsleistung = 180 cm<sup>2</sup>/min. bei einer Leistung von 5,9 PS ab. Von dem Schnittpunkt der Waagerechten mit der  $v \cdot F$ -Linie geht man senkrecht nach unten und liest den zulässigen Spanquerschnitt  $F = 15$  mm<sup>2</sup> ab. Bemerk sei, daß die Richtwerttafel nur für stabile Werkstücke gilt. Ist das Werkstück nicht stabil, geht man von einem kleineren Spanquerschnitt bis zur  $v \cdot F$ -Linie und liest dann links die zugehörige Schnittgeschwindigkeit und rechts die entsprechende Zerspanungsleistung ab. Ist die Werkzeugmaschine mit elektrischem Einzelantrieb ausgestattet, so ist die Leistung aus der Maschinenkarte bekannt; man geht dann gleich von der Leistung aus bis zur  $v \cdot F$ -Linie und bekommt den zulässigen Spanquerschnitt und die zugehörige Schnittgeschwindigkeit.

Bei der halblogarithmischen Netztafel ist die Ordinate mit logarithmischer Teilung und die Abszisse mit Gleichschrittteilung versehen. Trägt man die Gleichung  $y = ax + b$  in einem Koordinatensystem mit Gleichschrittteilung auf, so stellt diese Gleichung eine Gerade dar, wobei mit  $b$  der Achsenabschnitt bezeichnet wird; ist  $b = 0$ , so geht die Gerade durch den Ursprung. Ist die  $y$ -Achse bei der halblogarithmischen Netztafel mit logarithmischer Teilung und die  $x$ -Achse mit Gleichschrittteilung versehen und benennt man die  $x$ -Achse z. B. mit  $m$  und die  $y$ -Achse mit  $\log n$ , dann wird die Gleichung einer Geraden im halblogarithmischen Netz

$$\log n = a m + b$$

$$\text{oder}$$

$$n = (10a)m + 10b.$$

Bezeichnet man jetzt  $10b$  mit  $o$  und  $10a$  mit  $p$ , dann ergibt sich die Gleichung  $n = pm + o$ .

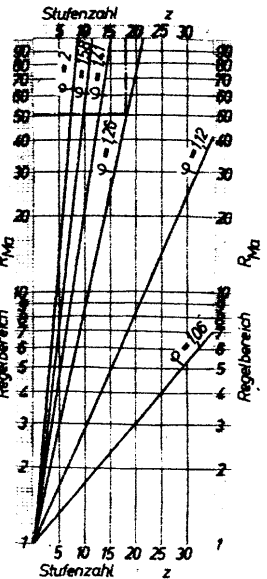


Abb. 14

Diese Gleichung ergibt im gewöhnlichen Koordinatensystem eine Exponentialkurve.

In Abb. 13 ist für die Gleichung  $n = 2m$  — der Achsenabschnitt  $o$  ist mit  $O$  angenommen — im gewöhnlichen Koordinatensystem die Exponentialkurve gezeichnet. Überzieht man die Ordinate mit logarithmischer Teilung, so wird die Exponentialkurve zu einer Geraden gestreckt.

Eine praktische Anwendung zeigt die halblogarithmische Netztafel über den Regelbereich, Stufensprung und Stufenzahl von Werkzeugmaschinen (Abb. 14).

Die Tafel ist aufgestellt für die Gleichung  $RMa = \varphi z^{-1}$ . Hierin bedeutet  $RMa$  den Regelbereich der Maschine, d. h. das Verhältnis der größten zur niedrigsten Drehzahl im Antrieb der Werkzeugmaschine,  $\varphi$  der Stufensprung und  $z$  die Stufenzahl. Wie bereits früher angegeben, sind die Stufensprünge genormt. Wenn also der Regelbereich der Maschine bekannt ist, so kann daraus für jeden genormten Stufensprung die zugeordnete Stufenzahl abgelesen werden. Ist z. B. der Regelbereich einer Drehbank mittlerer Größe = 50, so beträgt bei dem genormten Stufensprung 1,26 die Stufenzahl 18; vgl. die strichpunktierte Linie in der Abb. 14.

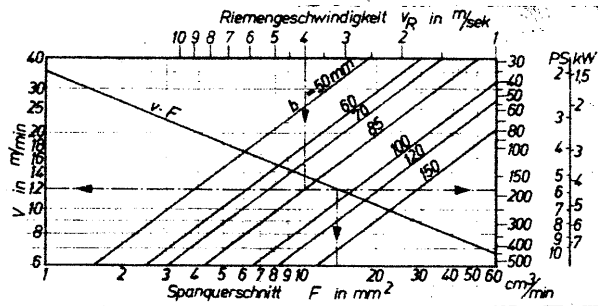


Abb. 12

Zusammenfassend kann auf Grund der wenigen, aus der großen Zahl herausgegriffenen Beispiele nochmals gesagt werden, daß auch die Netztafeln im Werkzeugmaschinenbau und in der Kalkulation eine besondere Bedeutung erlangt haben.

## Das Verhalten von Stahlketten in der Kälte

Ketten aus Stahlgliedern verwendet man zum Fördern von Gütern und Gegenständen der verschiedensten Arten, wie in Gestalt von Schiffsketten im Schiffbau, von Förderketten im Kohlenbergbau, von Kranketten in Verbindung mit Krananlagen, in der Wehrmacht u. a. m. In überaus vielen Fällen sind die Ketten dem Einflusse der Witterung ausgesetzt, vor allem der Kälte. Wenn man sich für die Herstellung der Ketten auch solcher Stähle zu bedienen pflegt, die bei gewöhnlicher Temperatur eine genügend hohe Festigkeit aufweisen, so steht fest, daß Stahl in der Kälte spröde wird, besonders wenn die Stahlstücke (also in diesem Falle die Kettenglieder) stoßweisen oder schlagartigen Beanspruchungen ausgesetzt werden. Für die Förderung von Gut gleichwelcher Art ist dies von allergrößter Bedeutung, nicht allein wegen des rechtzeitigen Förderns an sich, sondern auch wegen der mit einem etwaigen Reißen der Kette verbundenen Unfallgefahr. Die Gründe sind demnach wichtig genug, warum man sich bei der Stahl- und Kettenerzeugung auch mit der wichtigen Frage der Verbesserung der Stahleigenschaften für Ketten befassen mußte.

Da die Beanspruchungen, denen die Ketten unterworfen sind, je nach den Verwendungsbedingungen verschieden sein können, hat man zunächst eine Einteilung der Ketten in „Güteketten“ und in „Handelketten“ vorgenommen. Zu den Güteketten rechnet man diejenigen Ketten, von denen aus betrieblichen oder unfalltechnischen Gründen eine besondere Sicherheit verlangt wird; dazu gehören Schiffsketten, Förderketten, Kranketten, während bei den Handelketten diese Voraussetzungen fehlen (z. B. Viehketten usw.). Für das günstige Verhalten der hochbeanspruchten Ketten in der Kälte ist zwar auch die Zusammensetzung des Stahles wichtig; außerdem konnte aber nachgewiesen werden, daß die Vergütung hierbei eine große Rolle spielt. Dies konnte zuerst von Pomp nachgewiesen werden<sup>1)</sup>, der vergleichende Untersuchungen an Schweißisen, Flußeisen und Weichisen verschiedener Vorbehandlung (gewalzt, gegläht, überhitzt, kalt, gereckt, vergütet) auf Korbzähigkeit im Temperaturbereich von  $-70$  bis  $+100^\circ\text{C}$  anstellte. Dabei ergab sich zunächst eine Überlegenheit des Weichisens gegenüber dem Flußeisen und Schweißisen. Dann wurde festgestellt, daß der Widerstand des Eisens gegen stoßweise Beanspruchung in der Kälte in hohem Maße von dem Zustande abhängig ist, in dem sich der Werkstoff befindet. Nach dem gleichen Forscher wirken alle Kornvergrößerung verursachenden Behandlungen schädlich, dagegen alle ein feines Korn bewirkenden Maßnahmen, insbesondere das Vergüten des Werkstoffes, günstig ein. Damit wurde ein Weg bei der Herstellung von Ketten beschritten, der geeignet erschien, die Eigenschaften der Kette in der Kälte merklich zu heben.

Nach E. H. Schulz und W. Püngel<sup>2)</sup> werden durch Vergüten die Festigkeitseigenschaften der Ketten verbessert, und zwar wird nicht nur die Festigkeit gesteigert, sondern der Werkstoff wird auch unempfindlicher gegen Schlagbeanspruchung, vor allem in der Kälte. Die an Flußstahlketten von 10 mm Durchmesser vorgenommenen Schlagversuche bei  $-60$  bis  $+20^\circ\text{C}$  ergaben folgende Werte:

Temperatur Grad C	Arbeitsvermögen in mkg	
	im Anlieferungszustand	vergütet
-60	25	175
-50	33	170
-40	43	166
-30	51	170
-20	58	172
-10	65	175
0	73	178
+10	130	175
+20	175	175

Diese Werte besagen demnach folgendes: bei  $20^\circ\text{C}$  besitzen die Ketten im Anlieferungszustand und vergütet das gleiche Arbeitsvermögen, ausgedrückt in mkg. Beim Sinken der Temperatur bis auf  $0^\circ\text{C}$  stürzt auch der Wert für das Arbeitsvermögen der Kette im Anlieferungszustand ganz schroff, um beim weiteren Sinken der Temperatur auf  $-60^\circ\text{C}$ , wenn auch nicht mehr so schroff, so doch weiter zu fallen. Der vergütete Stahl dagegen behält seinen Wert für das Arbeitsvermögen auch bei den Kälte Temperaturen im großen und ganzen bei.

Neueste Untersuchungen von W. Püngel und W. Schmidt<sup>3)</sup>, die im Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke durchgeführt wurden, bestätigen den günstigen Einfluß der Vergütung auf die Eigenschaften von Ketten. Demnach ermöglicht die vergütete Kette nicht nur eine höhere Nutzlast, sondern sie besitzt auch bei dieser höheren Beanspruchbarkeit eine noch größere Sicherheit gegen bleibende Verformungen, die zu einer Maßungenaugkeit der Ketten führen könnten. Auch bei diesen Untersuchungen wurde erneut bestätigt, daß die vergütete Kette einen höheren Widerstand bei

## Der Wasserstoff in Aluminiumschmelzen und seine Entfernung

Die Bildung von Blasen, Poren und sonstigen Hohlräumen in Metallstücken wird durch Gase begünstigt. Der Hauptbestandteil der gasförmigen Verunreinigungen in Aluminiumschmelzen ist jedoch nicht Sauerstoff, sondern Wasserstoff. Zur Entgasung der Aluminiumschmelzen hatte man vor fast 40 Jahren wasserfreies Chlorzink vorgeschlagen, dessen Wirkung darin besteht, daß es sich mit Aluminium zu Zink und Aluminiumchlorid umsetzt. Das erstere geht in die Schmelze über, das letztere verdampft und spült den gelösten Wasserstoff rein mechanisch aus. Von Nachteil ist, daß der gesamte Zinkgehalt in der Legierung geht und dadurch deren Eigenschaften unliebsam beeinflussen kann. Weiter neigt Zinkchlorid zur Aufnahme von Wasser (es ist stark hygroscopisch) und vermag unter diesen Umständen die Schmelze nicht nur zu entgasen, sondern im Gegenteil sie sogar zu vergasen. Auch die Unfallgefahr durch Verbrennungen infolge ausgespritzten Metalles ist nicht zu unterschätzen. Dann hat man außer Zinkchlorid auch Siliziumtetrachlorid, Titan-tetrachlorid und anderes mehr verwendet, die aber ebenfalls hygroscopisch sind und demnach die gleichen Nachteile haben wie Zinkchlorid.

Einen wesentlichen Fortschritt brachte die Verwendung von Tetrachlorkohlenstoff als Entgasungsmittel. Dieses Agens kann keinerlei Gase in das Aluminium hineinbringen und ist diesem selbst gegenüber vollkommen neutral. Allerdings verdampft Tetrachlorkohlenstoff schnell, so daß seine Einwirkungsdauer möglicherweise nur kurz ist. Auch können bei der raschen Verdampfung nicht unerhebliche Metallanteile aus dem Ofen herausgeschleudert werden. Dies aber würde einen Metallverlust und gleichzeitig eine gewisse Unfallgefahr bedeuten.

Als wirksamstes Mittel zum Entgasen von Aluminiumschmelzen hat man lange Zeit das Einleiten von freiem Chlor angesehen. Die dadurch bewirkte Entgasung selbst ist gründlich und vollständig. Nur schließt diese Arbeitsweise gewisse Nachteile ein: sie erfordert die Lagerhaltung von Chlor in Stahlflaschen sowie eine besondere Apparatur (Graphitrohre usw.). Wegen der angreifenden Eigenschaften des Chlors ist es schwer, die Apparaturen dicht zu halten. Infolge der Notwendigkeit des Arbeitens mit gewissen Überschüssen ist es unvermeidlich, daß Chlorgas in den Arbeitsraum entweicht und nicht nur die Arbeiter empfindlich belästigt, sondern auch die Maschinen und Anlagen angreift.

Bisher wurde durchweg angenommen, daß lediglich mit in Aluminium gelöstem Wasserstoff zu rechnen sei, nicht aber mit einem Hydrid. Zuzugeben ist, daß es bisher nicht möglich war, auf experimentellem Wege ein Aluminiumhydrid nachzuweisen. Trotzdem erscheint es nicht berechtigt, sein Bestehen zu verneinen, vielmehr muß die Anschauung vertreten werden, daß Wasserstoff im Aluminium in zwei verschiedenen Formen vorhanden sein kann, nämlich gelöst und chemisch als Hydrid gebunden. Diese Anschauung wird ganz besonders durch die Erfahrung der Technik gestützt und auch von den Sachbearbeitern der Industriewerke bekräftigt. Es ist festgestellt worden, daß sich ein gewisser Anteil des Wasserstoffs auf verhältnismäßig einfachem Wege mit rein mechanisch wirkenden Ausspülmitteln entfernen läßt, während ein weiterer, wenn auch gegebenenfalls geringerer Anteil so hartnäckig festgehalten wird, daß die bekannten Ausspülvverfahren versagen. Man kann also nicht umhin annehmen, daß dieser letztere Anteil in Form einer chemischen Verbindung vorliegt, die ihrerseits nur ein Hydrid sein kann.

Diese Erkenntnisse führten zu dem Wunsch, ein Verfahren zu finden, das in seiner vollen entgasenden Wirkung dem Chlorverfahren zumindest gleich, in seiner Anwendungsweise aber einfacher sein mußte, um die mit der Verwendung von freiem Chlor verbundenen Unannehmlichkeiten zu vermeiden. Der Grundgedanke des unter dem Namen „Flussum-Al“ bekanntgewordenen Verfahrens beruht auf der Erfahrung, daß es nicht genügt, die Schmelze lediglich durchzuspülen, sondern daß es notwendig ist, den Wasserstoff auch chemisch zu erfassen. Das verwendete Mittel besteht aus mehreren zweckmäßig gewählten neutralen und schlackenbildenden Bestandteilen, gemischt mit Sauerstoffträgern, aus denen der Sauerstoff möglichst leicht abspaltbar sein muß. Damit wird erreicht, daß der gesamte vorhandene Wasserstoff schnellstens zu Wasserdampf oxydiert wird. Da indessen diese Reaktion insofern unkehrtbar ist, als Wasserdampf und Aluminium wieder Aluminiumoxyd und Wasserstoff geben, so ist es notwendig, den Wasserdampf sofort bei seiner Entstehung zu entfernen, d. h. auszuspülen. Zu diesem Zweck enthält das Reinigungsmittel unter anderem ein festes Halogenid des Kohlenstoffs oder mehrere von diesen, und zwar in einer derartigen Bemessung, daß die Verdampfung mindestens solange dauert, bis der gesamte gebildete oder sich während der Entgasungszeit wieder bildende Wasserdampf restlos entfernt ist. Die Ergebnisse nach diesem Verfahren haben die oben vertretene Anschauung, daß Wasserstoff in zwei Formen vorhanden ist oder vorhanden sein kann, vollkommen bekräftigt. Das neue Mittel kann im Tiegelofen oder anderen Ofenarten Anwendung finden, indem es nach beendeter Niederschmelzen mit einer Tauchglocke in die Schmelze eingehührt wird. Die ganze Reinigung dauert höchstens 2 Minuten. Aus der Industrie liegen bereits genügend Erfahrungen mit diesem Reinigungsmittel vor, die dahin lauten, daß in Aluminiumschmelzen ohne unangenehme Nebenerscheinungen und ohne besondere Einrichtungen nicht nur eine restlose Entgasung, sondern auch eine weitgehende Metalleinsparnis in einem Arbeitsgang gesichert werden kann.

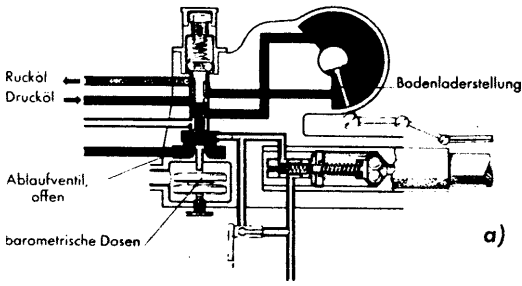
Schlagbeanspruchungen besitzt, vor allem in der Kälte; durch Erfahrungen konnte dies mit im Betrieb befindlichen Ketten bestätigt werden.

Schrifttum:

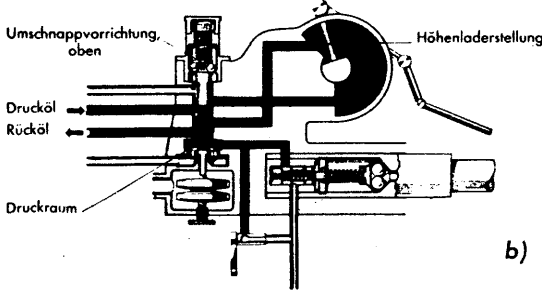
- 1) Stahl und Eisen 45 (1925), Heft 28, S. 1180/84.
- 2) Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, 2. Aufl., Q 25.
- 3) VDI-Zeitschrift 86 (1942), Nr. 37/38, S. 565/69.



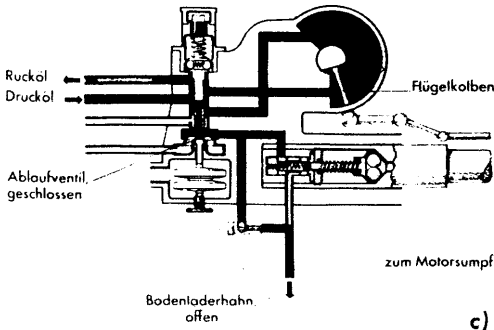
**Bodenlader normal**



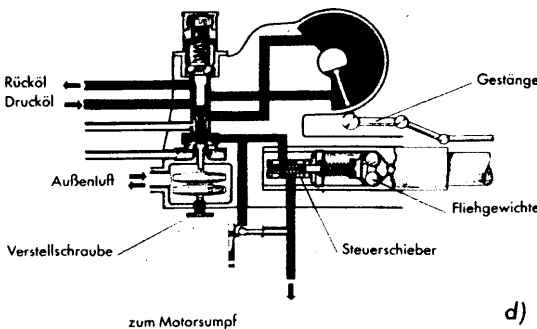
**Höhenlader automatisch**



**Bodenlader in der Höhe (Sparflug)**



**Bodenlader durch Überdrehzahl**



**Abb. 53 a-d Automatisches Schaltgetriebe des Jumo 211 (Wirkungsweise)**

**Neuzeitliche Flugmotoren**

(Fortsetzung aus Heft 7/8/1944) (siehe auch 4. Umschlagseite)

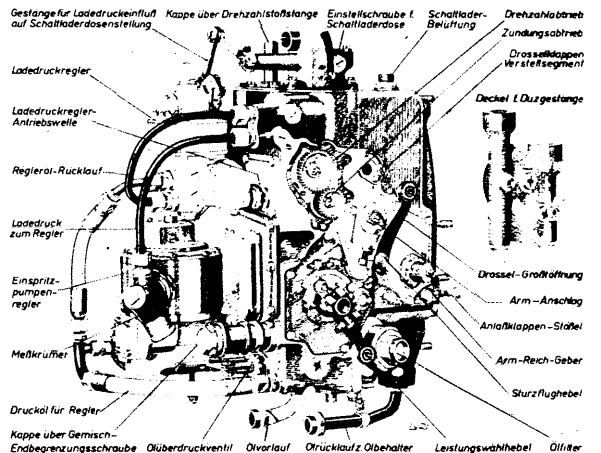
Die Umschnappvorrichtung soll dabei lediglich bezwecken, daß der Steuerkolben nur in einer der beiden Endlagen stehenbleibt. Es könnte sonst ein zu langsames Schalten stattfinden, was eine unzulässige Erwärmung der Kupplungsstufen des Schaltgetriebes zur Folge hätte. Die Umschnappvorrichtung besteht aus einer Steuerkolbenfeder und zwei Kugeln, die wiederum von einer kleineren Feder gegen die Gehäusewandung gedrückt werden. Diese Wandung besitzt eine ringförmige Wulst, die die beiden Kugeln in Bodenladerstellung am Hochgleiten hindern. Wenn also das Drucköl im Druckraum den Steuerkolben hochschiebt, dann muß er einmal die Vorspannung der großen Steuerkolbenfeder überwinden, zum anderen muß er die beiden Kugeln so weit zusammendrücken, daß sie durch die ringförmige Verengung hindurchschlüpfen.

**Bodenladerhahn:**

Beim Flug mit Höhenlader verbraucht der Motor infolge des höheren Eigenkraftbedarfs des schnelllaufenden Höhenladers mehr Kraftstoff als im Flug mit dem langsamlaufenden Bodenlader. Wird in der Höhe die volle Motorleistung nicht benötigt, so kann zwecks Kraftstoffersparnis auf Bodenlader geschaltet werden (Sparflug). Aus diesem Grunde ist der Druckraum mit einem Bodenladerhahn versehen. Wird dieser Hahn vom Führersitz aus geöffnet, dann kann trotz des geschlossenen Ventils das im Druckraum befindliche Öl in den Motorölsumpf entweichen. Der Steuerkolben schnappt zurück und schaltet unabhängig von der Flughöhe auf Bodenladerstufe.

**Fliehkraftschalter:**

Um bei Motor-Überdrehzahlen, wie sie etwa während des Sturzfluges eintreten können, den Lader vor Überbeanspruchungen zu schützen, ist ein Fliehkraftschalter vorgesehen. Sobald die Nabe die ihr gemäße Drehzahlstufe überschreitet, beginnen die Fliehkörper nach außen zu streben, wobei sie den Reglerkonus unter Überwindung



**Abb. 56 Kommandogerät BMW 801 A Duzgestänge, Deckel abgenommen**

der Federvorspannung nach links verschoben. Dieser Konus verschiebt seinerseits wiederum mit Hilfe des durchgehenden Zapfens einen kleinen Steuerschieber, wodurch der Druckraum mit dem Motorölsumpf verbunden und der Öldruck aufgehoben wird. Das gefährdete Laderlaufrad ist wieder auf Bodenladerstufe geschaltet.

**Fliehkraftkupplung:**

Damit bei plötzlichem Abstoppen des Motors oder Gasgeben die Laderlaufradwelle nicht übermäßig beansprucht wird, ist eine Fliehkraftkupplung zwischen Schaltgetriebe und Laderlaufrad eingebaut, die in einem derartigen Fall automatisch ausschaltet.

Die Wirkungsweise des Geberteils zeigt Abb. 53 in den vier charakteristischen Stellungen:

**Bodenlader normal (Abb. a):**

Unter der Einwirkung des äußeren Luftdruckes sind die Geberdosen zusammengedrückt, das Ablaufventil ist geöffnet. Das durch die Düse des Steuerkolbens strömende Drucköl kann zum Motor abfließen. Der Steuerkolben leitet den Hauptstrom des Drucköls in die obere Hälfte des Flügelkolbengehäuses und drückt den Flügelkolben nach unten in Bodenladerstellung.

**Höhenlader automatisch (Abb. b):**

Der äußere Luftdruck wird schwächer, die Geberdosen dehnen sich aus und schließen das Ablaufventil. Der Öldruck im Druckraum steigt an und schiebt den Steuerkolben hoch. Die beiden Kugeln in der Umschnappvorrichtung werden durch die Verengung gezwängt. Der Steuerkolben leitet das Drucköl in die untere Hälfte des Flügelkolbengehäuses und drückt den Flügelkolben nach oben in Höhenladerstellung.

**Bodenlader in der Höhe (Abb. c):**

Es ist hier der Fall dargestellt, in welchem die Luftverhältnisse eigentlich Höhenlader bedingen, was aus dem geschlossenen Ablaufventil hervorgeht. Aber aus Gründen der Kraftstoffersparnis wird Bodenladerbetrieb gewünscht. Zu diesem Zweck ist der Bodenladerhahn geöffnet, das Öl im Druckraum kann in den Motor zurückfließen, der Steuerkolben schnappt nach unten, leitet das Drucköl in die obere Hälfte des Flügelkolbengehäuses und drückt den Flügelkolben in Bodenladerstellung (Sparflug).

**Bodenlader durch Überdrehzahl (Abb. d):**

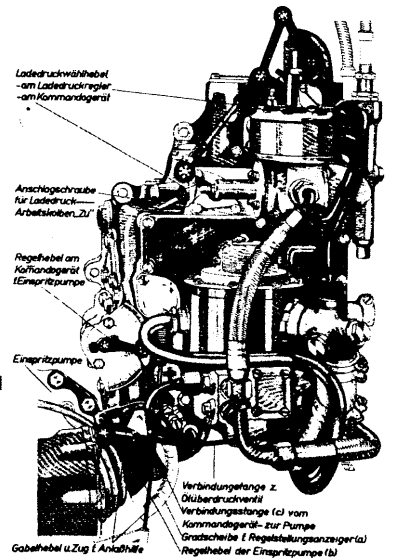
Dieses Bild zeigt einen ähnlichen Fall. Auch hier fordern die Luftverhältnisse zwar Höhenladerbetrieb, aber die augenblickliche Überdrehzahl des Motors zwingt zur Umschaltung auf Bodenlader. Diese Umschaltung erfolgt ähnlich dem vorigen Fall:

Das im Druckraum angestaute Drucköl wird entspannt und in den Motor zurückgeleitet. Die Umschaltung geschieht dieses Mal jedoch nicht durch Handbetätigung vom Führersitz aus, sondern vollkommen automatisch durch den Fliehkraftregler. Die Fliehkörper streben auseinander, drücken unter Überwindung der Federvorspannung nach links hinüber, wodurch die Verbindung von Druckraum zum Motor freigegeben wird. Der Steuerkolben schnappt nach unten und schaltet auf Bodenlader.

Die Automatisierung des modernen Flugmotors wird ständig vervollkommen. Das Endergebnis der Vollautomatisierung ist das sogenannte Kommandogerät (Abb. 54), das den Flugzeugführer von der Bedienung und gegenseitigen Abstimmung der immer zahlreicher gewordenen Reglerfunktionen des Motors befreit und so arbeitet, daß Motorschäden als Folge von Bedienungsfehlern verhindert werden (Abb. 55, 56, 57). Die Kommandogeräte umfassen alle zur Einstellung und selbsttätigen Regelung von Ladedruck, Motordrehzahl, Gemisch, Zündung und Laderschaltung notwendigen Regler und Steuergeräte. Um zu große Bedienungskräfte am Leistungs-Wählhebel zu vermeiden, sind Kraftverstärker eingebaut. Die Kommandogeräte haben sich bereits ausgezeichnet bewährt.

(Fortsetzung folgt) (Werkaufnahmen: JFM.)

**Abb. 57 Kommandogerät BMW 801 MA-1 mit Einspritzpumpe**



**Abb. 55 Kommandogerät BMW 801 MA-1 angebaut, von Leistungs-Wählhebelseite aus gesehen**



# Fragen über die Führung von Dampfkesseln (Fortsetzung aus Heft 9/10, 1943 und Schluß)

## XVI. Niederdruckdampf- und Warmwasserheizungsanlagen

### 65. Mit welcher Zahl von Kesseln wird zweckmäßigerweise die Anlage betrieben?

Die Zahl der Kessel richtet sich stets nach der Belastung der Kessel, wobei zu berücksichtigen ist, daß möglichst jede Überlastung vermieden wird. Es wird daher aus wirtschaftlichen Gründen vorteilhafter sein, einen Kessel mehr und dann alle mit normaler Belastung zu betreiben.

### 66. Wie ist die Arbeitsweise einer Warmwasserheizungsanlage?

Bei der Warmwasserheizung ist sowohl der Kessel als auch das ganze Heizungssystem (Rohrleitungen, Heizkörper) ständig vollkommen mit Wasser gefüllt. Bei den Warmwasserauftriebs- oder Schwerkraftheizungen wird das Wasser erwärmt, dehnt sich aus und wird infolgedessen, auf den Raum bezogen, leichter. Das schwere kalte Wasser verdrängt das leichte heiße Wasser durch die Vorlaufleitungen nach oben. In den Heizkörpern und sonstigen Wärmeverwendern gibt das erwärmte Wasser seine Wärme an die Umgebung des Heizkörpers ab, wird dadurch wieder spezifisch schwerer und versucht deshalb zur tiefsten Stelle der Anlage abzusinken. Dabei muß es aber das mittlerweile im Kessel erwärmte Wasser nach oben verdrängen. Dadurch entsteht bei genügendem Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauf (im Mittel etwa 10 bis 20° C) ein dauernder Umlauf des Wassers. Voraussetzung für einen einwandfreien Wasserumlauf ist, daß das ganze System vollkommen mit Wasser gefüllt ist, d. h., daß keine Luftsäcke in der Luft eingeschlossen sind, und daß alle Rohrleitungen sich nach dem über der höchsten Stelle der Heizungsanlage aufgestellten Ausdehnungsgefäße entlüften können. Ferner müssen alle Leitungen mit Gefälle verlegt sein.

### 67. Wie nennt man diese Art der Warmwasserheizungen?

Da bei diesen Anlagen das Wasser durch sein verschiedenes spezifisches Gewicht im Vor- und Rücklauf, seine eigene Schwerkraft, im Umlauf versetzt wird, bezeichnet man diese Art als Schwerkraft- oder Auftriebswarmwasserheizung.

### 68. Welche Hilfsmittel sind anwendbar, um Gebäude mit verschiedener Höhe oder großer räumlicher Ausdehnung von einer Kesselanlage aus mit Warmwasser zu beheizen?

Zur schnelleren Umwälzung des Wassers und zur Überwindung von etwa in der Leitung notwendig werdenden Gefälleänderungen (z. B. Rücklaufleitung stellenweise zum Kessel hin ansteigend) schaltet man zur Unterstützung oder als Ersatz für die Schwerkraft oder den Auftrieb des Wassers als Antriebskraft für die Heizung in die Leitungen, Umwälzpumpen, die für eine einwandfreie Wasserbewegung sorgen (in der Regel im Rücklauf, weil die Pumpe im Gebiet tieferer Temperatur besser arbeitet).

### 69. Welche Sicherheitsvorrichtungen sind an Warmwasserheizungsanlagen vorzusehen?

Der Warmwasserheizkessel muß mit einem an der höchsten Stelle der ganzen Anlage liegenden offenen Gefäß dem Ausdehnungsgefäß dauernd und unabsperrbar durch die Sicherheitsausdehnungsleitungen verbunden sein. Von diesem Ausdehnungsgefäß muß eine Überlauf- und Entlüftungsleitung (es können sowohl getrennte Leitungen als auch eine gemeinsame Leitung sein) möglichst bis in den Kesselraum geführt werden. Die Höhe des Wasserstandes in der Anlage ist im Kesselraum sichtbar zu machen. Dies geschieht meist durch einen in der Rücklauf- oder in einer besonderen Sicherheitsausdehnungsleitung eingebauten Wasserstandshöhenanzeiger (auch Hydrometer genannt).

Der Wasserstandshöhenanzeiger arbeitet auf der Grundlage der Druckmessung, er zeigt jedoch in der Regel nicht kg/cm<sup>2</sup>, sondern Meter Wassersäule an. Vor- und Rücklaufleitungen dürfen am Kessel nie vollkommen abgesperrt werden. Müssen aus betrieblichen Gründen (mehrere Kessel, von denen nicht alle in Betrieb gehalten werden) Absperrvorrichtungen an den Kesseln abgebracht werden, so ist das nur zulässig, wenn jeder Kessel entweder

- a) zwei Sicherheitsausdehnungsleitungen besitzt, die mit dem gesetzlich vorgeschriebenen Querschnitt direkt zum offenen Ausdehnungsgefäß führen und sowohl einen Vorlauf als auch Rücklauf des Kessels zwischen Kessel und Absperrmittel angeschlossen sein müssen;
- b) oder wenn die Absperrmittel Sicherheitswechselventile oder -schieber sind;
- c) oder wenn schwächere Umgehungsleitungen vorhanden sind, die um die Absperrmittel herumführen und in die Sicherheitswechselventile eingebaut sind.

### 70. Welchen Zweck hat das Ausdehnungsgefäß?

Es soll die durch die Erwärmung und damit Ausdehnung des Wassers verdrängte Wassermenge aufnehmen und den etwa sich bildenden Dampf ins Freie abführen. Es schützt damit den Warmwasserheizkessel vor Überdruck und ist als ständige nicht absperrbare Verbindung mit der freien Atmosphäre das Kennzeichen für die Warmwasserheizung.

### 71. Warum darf ein Warmwasserheizkessel nie absperrbar sein?

Ein abgesperrter Warmwasserheizkessel könnte trotz aller Vorsicht mit geschlossenen Ventilen angeheizt werden. Die Folge wäre ein Zerknall des Kessels wegen des in ihm auftretenden Druckes, infolge der Wasserausdehnung und Dampf Bildung, weil er mit dem offenen Ausdehnungsgefäß nicht mehr in Verbindung steht.

### 72. Weshalb ist am Kessel, am Vorlauf sowie am Rücklauf je ein Thermometer anzubringen?

Die Temperatur des Heizwassers im Kessel bzw. seine Vorlauftemperatur ist entsprechend der Außentemperatur einzustellen. Da für die verschiedenen Gegenden Deutschlands die niedrigste Außentemperatur verschieden ist, muß die Vorlauftemperatur nach den Zahlen der folgenden Tabelle eingestellt werden. Für jede vorliegende Schwerkraftwarmwasserheizung ist also eine der vier waagerechten Doppelspalten maßgebend, die von dem Erbauer der Anlage anzugeben ist. Sie richtet sich nach der ursprünglichen Berechnung der Heizungsanlage, insbesondere nach der Größenbestimmung der Heizkessel und Heizkörper. Die Zahlentafel gilt nur für Schwerkraftwarmwasserheizungen. Für Pumpenwarmwasser- und Heißwarmwasserheizungen sind  $t_v$  = Vorlauftemperatur und  $t_r$  = Rücklauftemperatur in Abhängigkeit von  $t_a$  = Außentemperatur und der niedrigsten Außentemperatur am Standort, vom Ersteller, bei der Ingebrauchnahme, dem Benutzer in einer Zahlentafel oder einem Schaubild bekannt zu geben.

$t_a$  = gemessene Außentemperatur  
 $t_v$  = Vorlauftemperatur  
 $t_r$  = Rücklauftemperatur

Niedrigste Außentemperatur nach Klimatafel (siehe rechts oben).

Die in der Zahlentafel angegebenen Vorlauftemperaturen  $t_v$  sind Höchstwerte. Bei windstiller, trockener, sonniger Witterung sind diese Temperaturen um 5° zu senken.

0	$t_a$	-25	-20	-15	-10	-5	± 0	+ 5	+ 10	+ 15
- 10	$t_v$				90	82	73	63	52	40
	$t_r$				70	63	56	49	41	32
- 15	$t_v$			90	83	75	67	58	49	38
	$t_r$			70	64	58	52	45	38	30
- 20	$t_v$		90	84	77	70	63	55	46	36
	$t_r$		70	65	60	54	49	43	36	29
- 25	$t_v$	90	84	79	73	66	59	52	44	35
	$t_r$	70	66	61	56	51	46	41	35	28

Beispiel: Tiefste Außentemperatur am Standort nach der Klimatafel - 15°, abgelesene Außentemperatur laut Ablesung am Außenthermometer ± 0°, das gibt nach der Tabelle einen Vorlauf von 67° und einen Rücklauf von 52°.

Ferner darf bei den Warmwasserheizungen die Vorlauftemperatur nie mehr als 90° C bis 95° C betragen, da bei höherer Temperatur leicht Dampf Bildung eintreten kann, die wegen der damit verbundenen Betriebsstörung unbedingt zu vermeiden ist.

### 73. Wie erfolgt die Verteilung des Wärmeträgers (Dampf oder Warmwasser) zu den einzelnen Wärmeverwendern?

Entweder durch obere oder untere Verteilungsleitungen. Bei der oberen (oder Boden-) Verteilung wird der Wärmeträger in einer stets steigenden (möglichst senkrechten) Leitung bis zur höchsten Stelle der Gesamtanlage hochgeführt und von dort in stets fallender Leitung über die einzelnen Wärmeverwender zur Kesselanlage zurückgeführt. Bei der unteren (oder Keller-) Verteilung (Niederdruckdampf) verläuft eine vom Kessel aus leicht ansteigende Leitung vom Kessel kommend meist erst senkrecht bis zur Kesselraumdecke und von da fallend bis zum ersten Steigestrang. An diesem setzt die Verteilungsleitung wieder unter Kesselraumdecke an und fällt zum nächsten Steigestrang, so daß bei jedem abzweigenden Steigestrang eine Rohrverbindung in Form eines Sägezahnes (vvv) entsteht. Vom tiefsten Punkt des Sägezahnes zu den einzelnen Wärmeverwendern verläuft die Kondensatrücklaufleitung im steten Gefälle zum Kessel oder Kondensatsammelbehälter.

### 74. In welcher Weise unterscheidet sich grundsätzlich die Warmwasserheizung von der Niederdruckdampfheizung in bezug auf die Regelung der Wärmezufuhr zu den einzelnen mit Wärme zu versorgenden Räumen bei schwankender Außentemperatur (d. h. bei schwankendem Wärmeverlust)?

Bei den Warmwasserheizungen erfolgt die verstärkte (oder verminderte) Wärmezufuhr zu den einzelnen Wärmeverwendern grundsätzlich durch Erhöhung (oder Verminderung) der Vorlauftemperatur an den Heizkesseln.

Bei den Niederdruckdampfheizungen erfolgt die verstärkte Wärmezufuhr zu den einzelnen zu beheizenden Räumen in der Weise, daß die Niederdruckdampfkessel längere Zeit mit dem am Manometer erkennbaren zulässigen höchsten Überdruck betrieben werden.

Die verminderte Wärmezufuhr bei ansteigender Außentemperatur erfolgt in der Weise, daß die Niederdruckdampfkessel nur kurze Zeit mit dem am Manometer erkennbaren höchsten Druck betrieben werden und daß dann der Druck in den Heizkesseln niedriger gehalten wird. Wenn der Druck in den Niederdruckdampfkesseln fällt, dann füllen sich die einzelnen Niederdruckdampfkörper nicht mehr vollständig, sondern nur teilweise mit Dampf an und dementsprechend ist nur noch ein verringertes Teil der Heizfläche dieser Heizkörper wirksam.

Man sagt, die Niederdruckdampfheizungen werden stoßweise betrieben, d. h. die Niederdruckdampfkessel werden erst dann wieder mit dem zulässigen höchsten Druck betrieben, wenn die Temperaturen der zu beheizenden Räume abgekühlt sind und eine höhere Beheizung erforderlich ist.

### 75. Wie unterscheidet sich demgemäß die Anheizzeit der Warmwasserheizungen und der Niederdruckdampfheizungen?

Während der Anheizzeit oder Aufheizzeit bei einer Zentralheizungsanlage sind die vorher (z. B. in der Nacht, sonn- und feiertags oder während des Stillstandes bzw. des eingeschränkten Betriebes einer Zentralheizung) aufgetretenen Wärmeverluste in den zu beheizenden Räumen zu decken. Während der Aufheizzeit beträgt die Temperatursteigerung in den abgekühlten wieder aufzuheizenden Räumen etwa 3 bis 5° C je nach Güte der vorliegenden Anlage, der Außentemperatur, des Windanfalles und der sonstigen klimatischen Einflüsse.

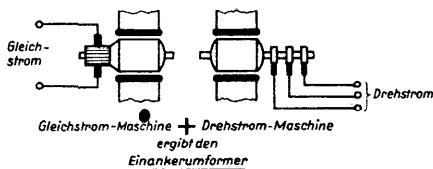
Bei den Warmwasserheizungen kann man nun die Dauer dieser Aufheizzeit in der Weise beeinflussen (abkürzen), daß man die Vorlauftemperatur vorübergehend über das aus der Tabelle ersichtliche Maß erhöht.

Bei den Niederdruckdampfheizungen ist die Dauer der Aufheizzeit lediglich durch die auszugleichenden Abkühlungsverluste bestimmt und kann nicht abgekürzt werden, d. h. wenn die Abkühlungsverluste, die zu decken sind, größer sind, dann wird auch die Aufheizzeit länger, mit anderen Worten, bei stärkerer Kälte muß die Niederdruckdampfheizung frühmorgens zeitiger angesteckt und längere Zeit auf dem zulässigen höchsten Druck betrieben werden. Die Aufheizzeit ist bei Niederdruckdampfheizungen lediglich eine Funktion der Dauer, der Betriebsweise der Niederdruckdampfkessel mit dem höchsten zulässigen Druck.

Man kann bei den Niederdruckdampfheizungen etwa die Aufheizzeit (Deckung der eingetretenen Wärmeverluste) dadurch abkürzen wollen, daß man die Kessel mit möglichst hohem Überdruck (über die rote Kennmarke am Druckmesser) betreibt, denn man würde gegebenenfalls das Gegenteil erreichen!

Die Führung von Dampfkesseln ist gerade heute von besonderer Wichtigkeit. Jetzt im sechsten Kriegsjahre, wo ein großer Teil der eingearbeiteten Facharbeiter zu den Fahnen erufen wurde, ist der Nachwuchs sowie die jetzt mit der Wartung und Bedienung von Kesselanlagen Beauftragten gut einzuweisen und auszubilden. Gilt es doch nicht nur Kohlenklau zu vertreiben, sondern vor allem auch Schäden zu verhüten. Gerade bei der augenblicklich für die Wehrmacht arbeitenden Industrie ist jeder Schaden doppelt schwer zu beseitigen. Störungen im Betrieb sind die Folge und unsere tapferen Frontsoldaten müssen unter Umständen dafür büßen.

Es ist also Pflicht eines jeden Kesselwärters, ob er in einer großen oder kleinen Anlage seinen Dienst tut, stets sein höchstes Ziel darin zu erblicken, die ihm anvertraute Anlage pfleglichst zu warten. Nur so wird er seinen anstrengenden und verantwortlichen Beruf im Sinne unseres großen Führers zum Nutzen des deutschen Vaterlandes erfüllen.



**Abb. 276** Erläuterung des Prinzips eines Einankerumformers

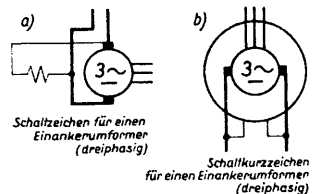
Das Prinzip der Einankerumformer wird verständlich, wenn man sich diese Maschine aus einer Gleichstrommaschine und einer Wechselstrommaschine, die ineinander übergehen (ineinander geschoben wurden) entstanden denkt; Abb. 276 veranschaulicht, wie das gemeint ist. Die Ankerwicklung hat auf der einen Seite Anzapfungen, die zu einem Kollektor auf der Gleichstromseite führen. Auf der anderen Seite hat die Ankerwicklung Anzapfungen, die zu Schleifringen auf der Wechselstromseite führen. Je nachdem, ob Wechselstrom oder Drehstrom geliefert werden soll, werden zwei oder drei Schleifringe angeordnet.

Einankerumformer können wie die Motorgeneratoren sowohl zur Umformung von Gleichstrom in Drehstrom (bzw. Wechselstrom) als auch zur Umwandlung von Drehstrom (bzw. Wechselstrom) in Gleichstrom verwendet werden. Bei der Umformung von Gleichstrom in Wechselstrom wird der Einankerumformer wie ein gewöhnlicher Gleichstrommotor mit Hilfe eines Anlaßwiderstandes in Betrieb genommen.

Wenn Wechselstrom in Gleichstrom umgeformt werden soll, dann verhält sich der Umformer wie ein Synchronmotor und muß deshalb auch entsprechend in Gang gebracht werden. Das kann z. B. von der Gleichstromseite aus unter Zuhilfenahme einer Akkumulatorenbatterie geschehen.

Bei den Einankerumformern ist die Gleichstromspannung nicht unabhängig von der Wechselstromspannung wie beim Motorgenerator. Die Spannungen stehen vielmehr in einem ganz bestimmten Verhältnis zueinander. Die Wechselstromspannung beträgt ungefähr 71 vH, und die Drehstromspannung ungefähr 61 vH, der Gleichstromspannung.

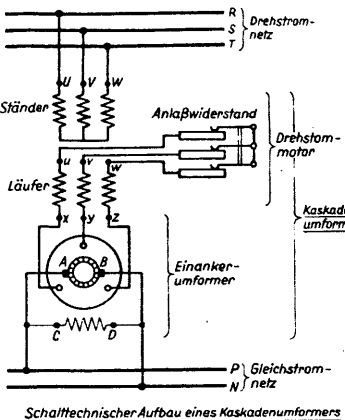
**Abb. 277 a)** Schaltzeichen für Einankerumformer (dreiphasig)  
**b)** Schaltkurzzeichen für Einankerumformer (dreiphasig)



Der Wirkungsgrad der Einankerumformer ist höher, als derjenige eines Motorgenerators gleicher Leistung, und zwar auch dann, wenn auf der Wechselstromseite ein Umspanner zur Spannungserhöhung mitbenutzt wird.

Schaltzeichen und Schaltkurzzeichen für Einankerumformer sind in den Abb. 277 a und b wiedergegeben.

Eine dritte Umformerart ist im Kaskadenumformer vorhanden. Kaskadenumformer haben nicht nur einen höheren Wirkungsgrad als Motorgeneratoren, sie weisen auch eine bessere Leistung auf. Gegenüber den Ein-

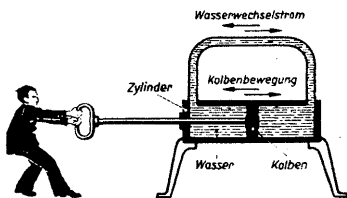


**Abb. 278** Schalttechnischer Aufbau eines Kaskadenumformers

ankerumformern haben sie den Vorzug, daß die Gleichspannung und die Wechselspannung voneinander unabhängig gehalten werden können.

Der schalttechnische Aufbau eines Kaskadenumformers ist in Abb. 278 festgehalten. Er setzt sich aus einem asynchronen Drehstrommotor und einem mit diesem gekuppelten Einankerumformer zusammen. U, V und W sind die Klemmen des Drehstrommotors (Ständerwicklung). Die Läuferwicklungen u-x, v-y und w-z sind in der üblichen Weise an Schleifringe geführt. Weiterhin ist die Läuferwicklung mit Anzapfungen der Ankerwicklung des Einankerumformers verbunden. (Die mit dem Anlaßwiderstand nicht verbundenen Wicklungsenden sind an drei Punkte der Wicklung des Gleichstromankers geführt, Punkte, die in elektrischer Hinsicht um 120 Grad auseinander liegen. (Der Gleichstrom wird an den Bürsten A und B über einen Kollektor dem Anker entnommen.) Die Erregerwicklung C-D der Gleichstrommaschine liegt im Nebenschluß zum Anker.

Im allgemeinen wird die Maschine von der Wechselstromseite her, also vermittels des Asynchronmotors angeschlossen. Im normalen Betrieb läuft dieser mit einer synchronen Drehzahl, die durch die Summe der Pole der Drehstrommaschine und des Einankerumformers bestimmt ist. Nur ein Teil der dem Wechselstrommotor zugeführten elektrischen Energie wird zum mecha-



**Abb. 279** Erzeugung eines Wasserwechselstromes

nischen Antrieb der Gleichstrommaschine benutzt. Der Rest des Wechselstromes tritt in die Gleichstrommaschine ein und wird (im Einankerumformer) in Gleichstrom verwandelt.

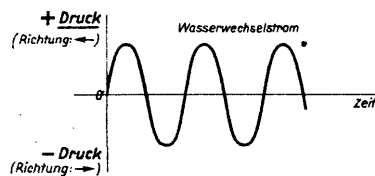
## B. Stromrichter

In der letzten Zeit kommt man mehr und mehr davon ab, die Umwandlung einer Stromart in eine andere mit Hilfe rotierender Maschinen vorzunehmen. Vielmehr verwendet man statt ihrer sogenannte Stromrichter, die ohne umlaufende Teile arbeiten. Die Stromrichter werden in drei Gruppen eingeteilt, und zwar in Gleichrichter, Wechselrichter und Umrichter.

Die Gleichrichter verwandeln Wechselstrom oder Drehstrom in Gleichstrom. Die Wechselrichter verwandeln Gleichstrom in Wechselstrom. Die Umrichter verwandeln Drehstrom oder Wechselstrom bestimmter Frequenz in Drehstrom oder Wechselstrom anderer Frequenz.

Beschäftigen wir uns zunächst mit den wichtigsten Stromrichtern, den Gleichrichtern, die schon lange bekannt sind und deshalb auch am besten durchgebildet sind.

Wieder sollen Vergleiche helfen, das Verständnis zu fördern. In Abb. 279 wird in dem oberen Rohrteil dadurch ein Wasserwechselstrom erzeugt, daß in dem unteren Zylinder ein Kolben hin- und herbewegt wird. Von dem Hauptstromkreis soll nun ein Nebenstromkreis abzweigen, wie in Abb. 280 veranschaulicht. Auch im Nebenstromkreis fließt naturgemäß ein Wasserwechsel-

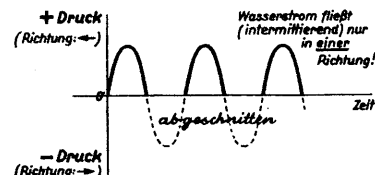


**Abb. 284** Graphische Darstellung des Wasserwechselstromverlaufes im Hauptstromkreis

strom, wenn der Kolben hin- und herbewegt wird. Jetzt wird die Aufgabe gestellt, dafür zu sorgen, daß dem Wasserwechselstrom im Nebenstromkreis der Weg in einer Richtung verlegt wird. Das läßt sich in einfachster Weise bewerkstelligen, wenn man nach Abb. 281 vorgeht: Man baut ganz einfach ein Ventil ein. In einer Ausbauchung des Rohres liegt eine Kugel, die, wie Abb. 282 zeigt, dem Wasserwechselstrom den Weg versperrt, sobald die Flußrichtung von links nach rechts verläuft. Verläuft sie in umgekehrter Richtung, also von rechts nach links (Abb. 283), dann ist dem Wasserstrom der Weg freigegeben. Die Kugel legt sich dabei vor ein Sieb, das für das Wasser kaum ein Hindernis darstellt. Wenn im nächsten Augenblick das Wasser wieder von der linken Seite herkommt, dann wird der Weg durch die Kugel versperrt.

Im Nebenstromkreis kann das Wasser also nur in einer Richtung fließen, weil das Ventil den Weg nur in einer Richtung freigibt.

Graphisch ist der Verlauf des Wasserwechselstroms im Hauptstromkreis (oder auch in einem ventillosen Nebenstromkreis) in Abb. 284 dargestellt. Eine entsprechende graphische Darstellung der Stromverhältnisse im Nebenstromkreis bei eingebautem Ventil gibt Abb. 285 wieder: Der untere Teil der Wechselstromkurve ist einfach „abgeschnitten“.



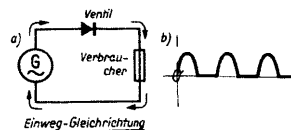
**Abb. 285** Graphische Darstellung des Stromflusses im Nebenstromkreis

In elektrischen Stromkreisen wird zur „Gleichrichtung“ eines Wechselstromes ein elektrisches Ventil benutzt, auf dessen Eigenarten später noch eingegangen werden soll. Jedenfalls läßt es den elektrischen Strom auch nur in einer bestimmten Richtung durch. Das Schaltzeichen für ein elektrisches Ventil ist in Abb. 286 angegeben. Stromflußrichtung immer in Pfeilrichtung.

In Abb. 287a ist ein elektrisches Ventil in einem Wechselstromkreis eingebaut. In dem Stromkreis kann kein Wechselstrom fließen, da der Stromfluß nur in einer Richtung, bedingt durch das Ventil, fließen kann. Der durch das Ventil „gleichgerichtete“ Strom ist hinsichtlich seiner Spannung und seiner Stärke Schwankungen unterworfen, wie das die graphische Darstellung, Abb. 287b, andeuten soll. Die dargestellte Kurve ist wiederum durch Abschneiden der unteren Kurventeile entstanden. Das Abschneiden wird praktisch von dem elektrischen Ventil besorgt.

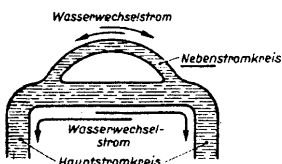
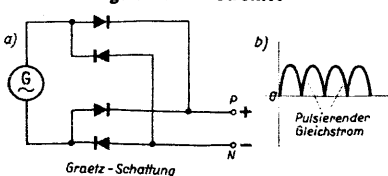
Einen Strom, der seine Stärke bzw. seine Spannung ständig ändert, dabei aber seine Richtung beibehält, wird „pulsierender Gleichstrom“ genannt.

Je gleichmäßiger der Verlauf ist, um so vorteilhafter liegen die Verhältnisse. Mit Hilfe der „Graetz-Schaltung“, die vier elektrische Ventile benutzt (Abb. 288a) kann man den gleichzurichtenden Wechselstrom wesentlich besser ausnutzen. Bei dieser Anordnung fällt bei der Gleichrichtung nämlich die untere Hälfte der Wechselstromkurve nicht fort (siehe dazu Abb. 288b), die untere Hälfte der Wechselstromkurve ist gewissermaßen nach oben umgeklappt. Vergleicht man die Kurven aus den Abbildungen 287b und 288b miteinander, dann erkennt man, daß die Graetz-Schaltung erheblich günstiger arbeitet, als die Schaltung nach Abb. 287a. Letztere nennt man „Einweg-Gleichrichterschaltung“, während die Graetz-Schaltung sinngemäß „Doppelweg-Gleichrichterschaltung“ genannt wird. (Fortsetzung folgt)

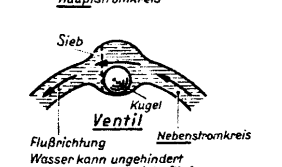


**Abb. 286** Schaltzeichen für ein elektrisches Ventil (allgemein)  
**Abb. 287 a)** Elektrisches Ventil in einem Wechselstromkreis; **b)** Graphische Darstellung des durch das elektrische Ventil in Schaltung Abb. a) gleichgerichteten Stromes

**Abb. 288 a)** Graetz'sche Gleichrichterschaltung mit 4 Ventilen; **b)** Graphische Darstellung des durch die Ventile in Abb. a) gleichgerichteten Stromes

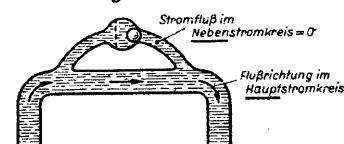


(Links) **Abb. 280** Hauptstromkreis mit abweigendem Nebenstromkreis



(Unten links) **Abb. 281** Ventil im Nebenstromkreis

(Unten rechts) **Abb. 282** Ventil geschlossen bei Flußrichtung von links nach rechts



# Lehrgang Zahnräder (Fortsetzung aus Heft 7/8/1944)

Die Eingriffslänge  $e$  (Abb. 153) ist der Weg auf der Wälzbahn, um den sich eine Flanke vom Eintritt bis zum Austritt aus dem Eingriff verschiebt. Sie kann im Längen- oder Winkelmaß auf der eigenen Wälzbahn oder bequem auf der des Bezugsprofils gemessen werden.

Die Eingriffslänge  $e$  wird durch den Wälzpunkt  $C$  in eine Kopfflanken-eingriffslänge  $e_1$  und eine Fußflanken-eingriffslänge  $e_2$  unterteilt. In Abb. 153 sind die Hypotenusen  $E_1C = e_1$  und  $E_2C = e_2$ . Die Summe dieser Hypotenusen ist die Eingriffslänge  $e$ . Der gemeinsamen Flanken-eingriffslinie  $E_1E_2$  im Profilbilde, meist Eingriffstrecke genannt, entspricht die gemeinsame Eingriffshöhe  $h_g$  des Profilbildes. Die gemeinsame Zahnhöhe ist in einem Getriebe der Abstand  $h$  der beiden Kopflinien auf der Mittellinie. Die gegenseitige Entfernung der Eingriffspunkte der Flanken auf ihrer Eingriffslinie heißt Eingriffsteilung  $t_e$ . Diese unmittelbar meßbare Eingriffsteilung ist auch gleich der Teilung des Grundkreises (Grundteilung). Man erhält bei Evolventenverzahnung die Gl. (211) bis (213).

Eingriffsverhältnisse bei Evolventenverzahnung (Abb. 153)	Eingriffsbogen	$= \frac{\text{Eingriffsstrecke } E_1CE_2}{\cos \alpha}$	(211)
	Eingriffslänge	$= e_1 + e_2 = E_1CE_2$	(212)
	Überdeckungsgrad bei Geradverzahnung	$\epsilon = \frac{\text{Eingriffsstrecke } E_1CE_2}{t \cdot \cos \alpha}$	(213)

Ist in Gl. (213) die Eingriffsstrecke  $E_1CE_2$  nicht bekannt, so kann diese aus der geometrischen Beziehung berechnet werden. Dabei ergibt sich für Nullgetriebe mit geraden Zähnen die Gl. (214):

### Überdeckungsgrad für normale Zahnhöhen aus den Durchmessern

$$\epsilon = \frac{\sqrt{(rk_1)^2 - (rg_1)^2} + \sqrt{(rk_2)^2 - (rg_2)^2} - a_0 \cdot \sin \alpha}{t \cdot \cos \alpha} \quad (214)$$

In Gleichung (214) bedeutet:

- $rk_1 = \frac{dk_1}{2} =$  Kopfkreisradius des Rades  $z_1$ ,
- $rg_1 = \frac{d_{o1} \cdot \cos \alpha}{2} =$  Grundkreisradius des Rades  $z_1$ ,
- $rk_2 = \frac{dk_2}{2} =$  Kopfkreisradius des Rades  $z_2$ ,
- $rg_2 = \frac{d_{o2} \cdot \cos \alpha}{2} =$  Grundkreisradius des Rades  $z_2$ ,
- $a_0 = \frac{d_{o1} + d_{o2}}{2} =$  Achsenabstand im Nullgetriebe,
- $\alpha =$  Eingriffswinkel der Verzahnung,
- $t = m \cdot \pi =$  Teilung.

Für den Regelfall mit  $hk_1 = hk_2 = m$  und  $t = m \cdot \pi$  ergibt sich:

$$\begin{aligned} \text{Kopfkreisradius } rk_1 &= \frac{dk_1}{2} = \frac{m \cdot (z_1 + 2)}{2} \\ \text{Grundkreisradius } rg_1 &= \frac{d_{o1} \cdot \cos \alpha}{2} = \frac{m \cdot z_1 \cdot \cos \alpha}{2} \\ \text{Kopfkreisradius } rk_2 &= \frac{dk_2}{2} = \frac{m \cdot (z_2 + 2)}{2} \\ \text{Grundkreisradius } rg_2 &= \frac{d_{o2} \cdot \cos \alpha}{2} = \frac{m \cdot z_2 \cdot \cos \alpha}{2} \\ \text{Achsenabstand } a_0 &= \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2} \end{aligned}$$

Diese Werte in Gleichung (214) eingesetzt, ergeben:

$$\begin{aligned} \epsilon &= \frac{1}{m \cdot \pi \cdot \cos \alpha} \cdot \left[ \sqrt{\frac{m^2 (z_1 + 2)^2}{4} - \frac{m^2 \cdot (z_1)^2 \cdot \cos^2 \alpha}{4}} + \sqrt{\frac{m^2 (z_2 + 2)^2}{4} - \frac{m^2 \cdot (z_2)^2 \cdot \cos^2 \alpha}{4}} - \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2} \cdot \sin \alpha \right] \\ \epsilon &= \frac{1}{m \cdot \pi \cdot \cos \alpha} \cdot \left[ \frac{1}{2} \cdot \sqrt{m^2 (z_1 + 2)^2 - m^2 \cdot (z_1)^2 \cdot \cos^2 \alpha} + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{m^2 (z_2 + 2)^2 - m^2 \cdot (z_2)^2 \cdot \cos^2 \alpha} - \frac{m (z_1 + z_2)}{2} \cdot \sin \alpha \right] \\ \epsilon &= \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left[ \sqrt{\frac{m^2 (z_1 + 2)^2}{4} - \frac{m^2 \cdot (z_1)^2 \cdot \cos^2 \alpha}{4}} + \sqrt{\frac{m^2 (z_2 + 2)^2}{4} - \frac{m^2 \cdot (z_2)^2 \cdot \cos^2 \alpha}{4}} - \frac{m \cdot (z_1 + z_2) \sin \alpha}{m \cdot \cos \alpha} \right] \end{aligned}$$

Mit  $\frac{m^2 (z_1 + 2)^2}{4} - \frac{m^2 \cdot (z_1)^2 \cdot \cos^2 \alpha}{4} = \left( \frac{z_1 + 2}{\cos \alpha} \right)^2 - (z_1)^2$  und  $\frac{m^2 (z_2 + 2)^2}{4} - \frac{m^2 \cdot (z_2)^2 \cdot \cos^2 \alpha}{4} = \left( \frac{z_2 + 2}{\cos \alpha} \right)^2 - (z_2)^2$  sowie  $\frac{m \cdot (z_1 + z_2) \sin \alpha}{m \cdot \cos \alpha} = (z_1 + z_2) \cdot \tan \alpha$  ergibt sich die Gl. (215) zur Berechnung des Überdeckungsgrades aus den Zähnezahlen:

Die Berechnung des Überdeckungsgrades nach Gl. (214) ergibt:

$$rk_1 = \frac{m \cdot (z_1 + 2)}{2} = \frac{10 \cdot (15 + 2)}{2} = 85 \text{ mm.}$$

$$rg_1 = \frac{d_{o1} \cdot \cos \alpha}{2} = \frac{15 \cdot 10 \cdot \cos 20^\circ}{2} = 75 \cdot 0,93969 = 70,48 \text{ mm.}$$

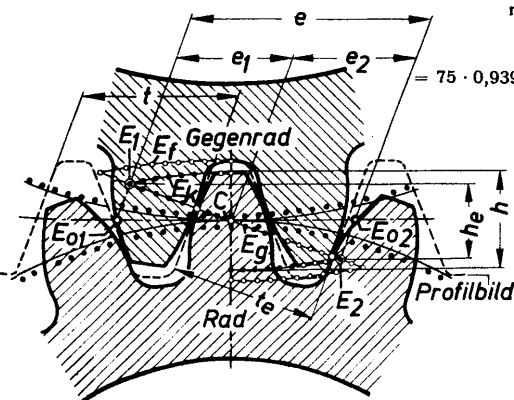


Abb. 153

$$rk_2 = \frac{m \cdot (z_2 + 2)}{2} = \frac{10 \cdot (46 + 2)}{2} = 240 \text{ mm.}$$

$$rg_2 = \frac{d_{o2} \cdot \cos \alpha}{2} = \frac{46 \cdot 10 \cdot \cos 20^\circ}{2} = 230 \cdot 0,93969.$$

$$rg_2 = 216,13 \text{ mm.}$$

$$a_0 = \frac{d_{o1} + d_{o2}}{2} = \frac{150 + 460}{2} = \frac{610}{2} = 305 \text{ mm.}$$

$$t = m \cdot \pi = 10 \cdot \pi = 31,416 \text{ mm.}$$

$$\epsilon = \frac{\sqrt{(rk_1)^2 - (rg_1)^2} + \sqrt{(rk_2)^2 - (rg_2)^2} - a_0 \cdot \sin \alpha}{t \cdot \cos \alpha}$$

$$\epsilon = \frac{\sqrt{85^2 - 70,48^2} + \sqrt{240^2 - 216,13^2} - 305 \cdot \sin 20^\circ}{31,416 \cdot \cos 20^\circ}$$

$$\epsilon = \frac{\sqrt{7225 - 4967,11} + \sqrt{57600 - 46713,33} - 305 \cdot 0,34202}{31,416 \cdot 0,93969}$$

$$\epsilon = \frac{\sqrt{2257,89} + \sqrt{10886,67} - 104,312}{31,416 \cdot 0,93969}$$

$$\epsilon = \frac{47,5166 + 104,339 - 104,312}{31,416 \cdot 0,93969} = \frac{47,534}{31,416 \cdot 0,93969}$$

$$\epsilon = 1,61$$

### Überdeckungsgrad für normale Zahnhöhen aus den Zähnezahlen.

$$\epsilon = \frac{1}{2 \pi} \left[ \sqrt{\left( \frac{z_1 + 2}{\cos \alpha} \right)^2 - (z_1)^2} + \sqrt{\left( \frac{z_2 + 2}{\cos \alpha} \right)^2 - (z_2)^2} - (z_1 + z_2) \cdot \tan \alpha \right] \quad (215)$$

**Beispiel 120.** Welcher Überdeckungsgrad ergibt sich für ein Geradzahnstirnradgetriebe Modul  $m = 10$  mm mit  $z_1 = 15$  und  $z_2 = 46$  Zähnen bei  $\alpha = 20^\circ$  Eingriffswinkel, wenn einmal nach Gl. (214) und das andere Mal nach Gl. (215) gerechnet wird?

**Lösung:** Die Auflösung der Gl. (215) ergibt mit diesen Werten:

$$\epsilon = \frac{1}{2 \pi} \left[ \sqrt{\left( \frac{15+2}{\cos 20^\circ} \right)^2 - 15^2} + \sqrt{\left( \frac{46+2}{\cos 20^\circ} \right)^2 - 46^2} - (15+46) \cdot \tan 20^\circ \right]$$

$$\epsilon = \frac{1}{2 \pi} \left[ \sqrt{\left( \frac{17}{0,93969} \right)^2 - 225} + \sqrt{\left( \frac{48}{0,93969} \right)^2 - 2116} - 61 \cdot 0,36397 \right]$$

$$\epsilon = \frac{1}{2 \pi} \left[ \sqrt{327,2 - 225} + \sqrt{2608 - 2116} - 22,202 \right]$$

$$\epsilon = \frac{1}{2 \pi} \left[ \sqrt{102,2} + \sqrt{492} - 22,202 \right] \quad \epsilon = \frac{1}{2 \pi} [10,109 + 22,181 - 22,202]$$

$$\epsilon = \frac{10,088}{2 \pi} = 5,044 \cdot 0,3183 = 1,6055; \quad \text{Überdeckungsgrad } \epsilon = 1,61.$$

Für Zahnrad gegen Zahnstange ergibt sich der Überdeckungsgrad nach Gl. (216):

### Überdeckungsgrad für Zahnstange bei normalen Zahnhöhen

$$\epsilon = \frac{1}{2 \pi} \left[ \sqrt{\left( \frac{z_1 + 2}{\cos \alpha} \right)^2 - (z_1)^2} + \frac{4}{\sin 2 \alpha} - z_1 \cdot \tan \alpha \right] \quad (216)$$

Ist der Überdeckungsgrad kleiner als 1 ( $\epsilon < 1$ ), dann erfolgt Kanteneingriff: dabei trifft der Fuß des treibenden Rades nicht im Eingriffsbereich auf die Kopfecke des getriebenen Rades. Vielmehr gleitet diese Kopfecke des getriebenen Rades zuerst ein Wegstück entgegengesetzt schabend am Fuß des treibenden Rades entlang. Große Abnutzung der schabenden Flankenteile, Stöße beim Durchlaufen des Teilungsbogens, Erzitterungen, Schwingungen usw. sind die Folgen.

### 8. Bezugsprofil für Evolventenverzahnung

Die Zahnstange ist ein Zahnrad mit unendlich großem Teilkreisradius ( $r_{k1} = \infty$ ). Die Evolventen, also die Zahnflanken werden hier zu Geraden, die senkrecht auf der Eingriffslinie stehen. Es ergeben sich also geradlinige, leicht und genau herstellbare Zahnkurven; deshalb wurde das Evolventenzahnstangenprofil als Ausgangsprofil, als Bezugsprofil für alle Werkzeuge genannt. Zwei Räder arbeiten nur dann richtig zusammen, wenn sie ein gemeinsames Bezugsprofil haben. Abb. 154 zeigt die Zahnform für Stirn- und Kegelräder, genormt nach DIN 867 durch das Bezugsprofil bzw. Gegenprofil der Zahnstange. In der Profilmittellinie  $M-M$  wird bei Flankenspiel  $S_f = 0$  die Zahndicke = Zahnlücke = halbe Teilung. Gemeinsame Zahnhöhe ist der Abstand  $h$  der beiden Kopflinien auf der Mittellinie; somit ist die Zahnhöhe = gemeinsame Zahnhöhe + Kopfspiel  $S_k$  des Gegenprofils. Die Kopfhöhe ist gleich dem Modul  $m$ , die „gemeinsame Zahnhöhe“  $h = 2 \cdot m$ . Hinzu kommt das Kopfspiel  $S_k = 0,1 \cdot m$  bis  $0,3 \cdot m$ . Somit ist die Fußhöhe  $= m + S_k$ . Für das Kopfspiel ist also kein fester Wert angegeben, es ist abhängig vom Herstellungsverfahren und von Sonderbedürfnissen. Bei genauer Herstellung durch Fräsen würde der Wert  $S_k = 0,1 \cdot m$  vollständig ausreichen. Sollen jedoch die Zahnflanken noch geschliffen werden, so ist als Auslauf für die Schleifscheibe ein reichliches Kopfspiel erwünscht. Der Betrieb R. Stock & Co. hat für einen Wälzfräser, entsprechend dem Bezugsprofil nach

DIN 867, das Kopfspiel mit  $S_k = 0,25 \cdot m = \frac{m}{4}$  festgelegt und wird damit möglichst vielen Forderungen gerecht. Für die daneben bestehenden, noch häufig im Gebrauch befindlichen Verzahnungen mit anderen Eingriffswinkeln bleibt der übliche Wert  $S_k = 0,2 \cdot m$  bestehen. Die Kopfspielrundung beginnt dort, wo das Gegenprofil aufhört; Form der Rundung ist gleichfalls abhängig vom Herstellungsverfahren. Die Flanken sind im Profil Geraden, im Raume Ebenen. Eingriffswinkel  $\alpha = 20^\circ =$  halber Flankenwinkel.

Anmerkung: Die gemeinsame Zahnhöhe  $h$  des Profilbildes wird durch die Gl. (217) auf die Durchmessererteilung  $m$  (Modul) bezogen. Dabei ist der Wert  $y = 1$  mm meistens gebräuchlich und für Evolventenverzahnung nach DIN 867 genormt. Wird der Wert für  $y$  kleiner als 1 ( $y < 1$ ), so spricht man von Stumpfzähnen, wird  $y$  größer als 1 ( $y > 1$ ), so entstehen sogenannte Hochzähne.

(Fortsetzung folgt)

$$\text{Gemeinsame Zahnhöhe (Abb. 154)} \quad h = 2 y \cdot m \quad (217)$$

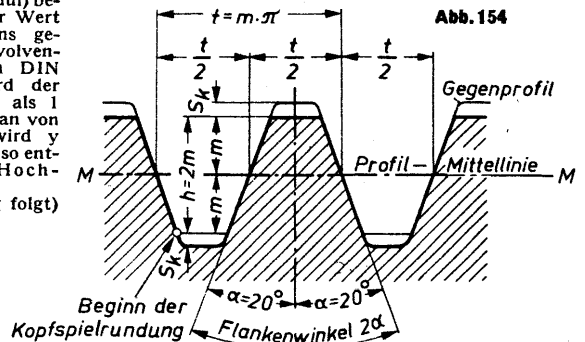
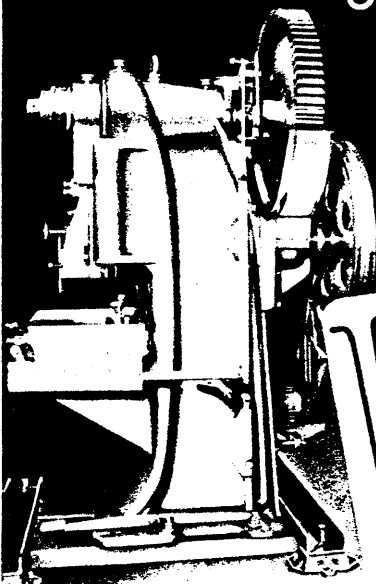


Abb. 154

# Erschütterungsfreie Aufstellung



von STANZEN, PRESSEN  
und anderen Maschinen jeder  
Art und Größe.  
Leistungssteigerung, Schonung  
der Maschinen und der Arbeits-  
kraft, Gebäudeschutz durch  
schwingungstechnische Be-  
handlung der Fundamente.

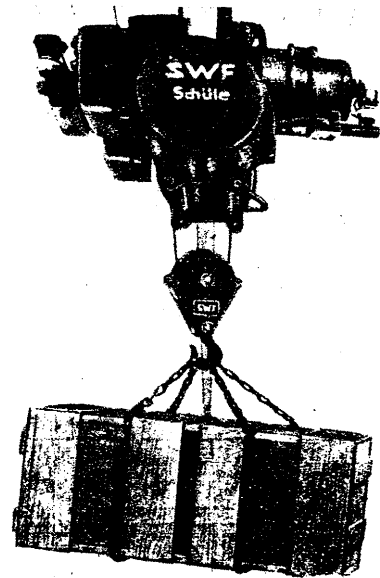
Beratung und technische Erläuterungen  
auf Anfrage kostenlos und unverbindlich.



WERNER **GENEST** G.M.B.H.

B E R L I N

DER SCHWINGUNGSTECHNISCHE FACHBETRIEB



## SWF-Elektrozüge „Original Schüle“

stationär, fahrbar und mit Führersitz – 150 bis 10 000 kg Tragfähigkeit  
**Elektrische Laufkrane**

Süddeutsche Waggon- und Förderanlagenfabrik  
von Bechtolsheim & Stein Kom.-Ges.

MÜNCHEN

# Elastische

durch  
Gründung  
und Lagerung  
**Gummimetall-  
Formkörper**

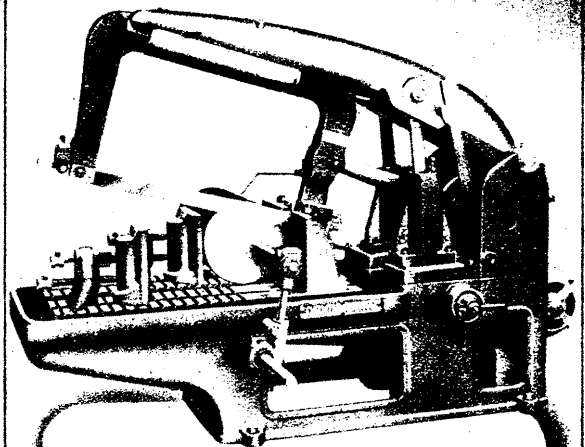
*bei  
stationären  
Anlagen*

**GENEST  
ELASTO**

*in  
Fahrzeugen*

GENEST-ELASTO K.G. BERLIN

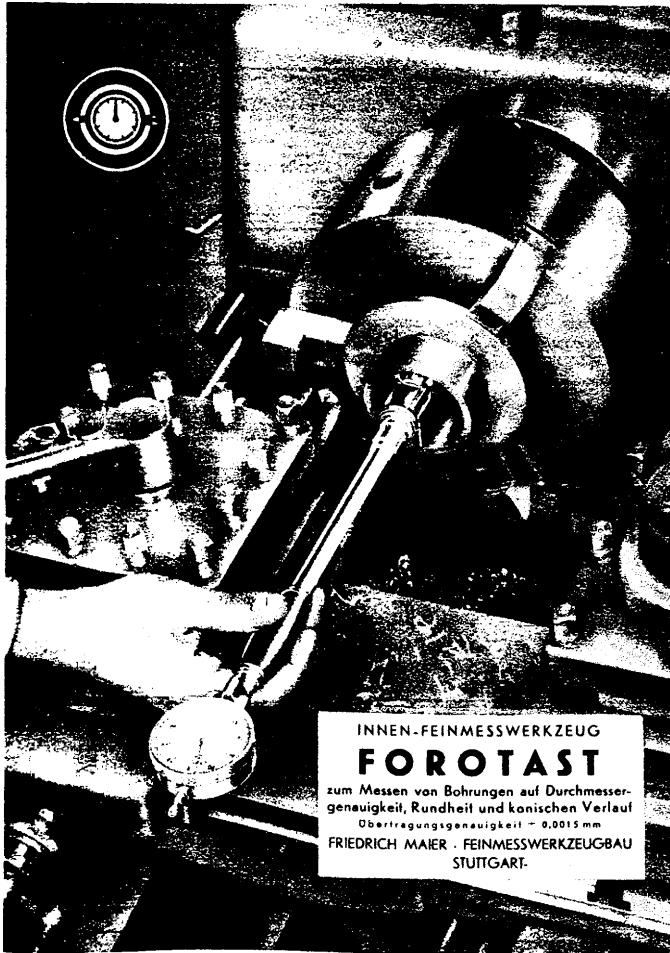
# ORION-HAKO



## Hochleistungs- Sägemaschine

Für Material rund und vierkant  
bis 150 - 200 - 250 - 300 - 400 mm

GORNIG & SEVERIN Maschinenfabrik DRESDEN-A. 28



INNEN-FEINMESSWERKZEUG  
**FOROTAST**  
 zum Messen von Bohrungen auf Durchmesser-  
 genauigkeit, Rundheit und konischen Verlauf  
 Übertragungsgenauigkeit - 0,0015 mm  
 FRIEDRICH MAIER - FEINMESSWERKZEUGBAU  
 STUTTGART.



*Speisepumpen,  
 die kaum  
 der Wartung  
 bedürfen!*

Schwungradlose Knorr-Verbundpumpen arbeiten zu-  
 verlässig im Dauerbetrieb. Weder Stöße in den Rohr-  
 leitungen noch Erschütterungen im Pumpenraum sind  
 zu spüren. Alle betriebswichtigen Teile sind leicht zu-  
 gänglich, und der Wärter kann, ohne Pumpenfachmann  
 zu sein, Störungen auf einfache Weise beseitigen.

**K N O R R - B R E M S E A - G**



**SIEMENS**  
**L'APPMASCHINE**  
 für  
*Meßwerkzeuge  
 und  
 Fabrikationsteile*  
 ALLEINVERTRIEB  
**BUHLING & BÖKER K-G**  
 BERLIN  
 TELEFONRUF 19 31 81 u. 19 34 77



**Präzision**

**LOWE WERKZEUGMASCHINEN AG**



# Kabelwerk Reinshagen

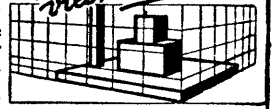
Wuppertal  
Isolierte Leitungen und Kabel



**RÜGER & MALLON**  
BERLIN Gegr. 1830  
Tel. 46 89 07

**Spezialfabrik**  
für Manschetten  
und Dichtungen  
aus Leder und Kunststoff

**MEHRFARBIGES MILLIMETERPAPIER**  
FÜR PERSPEKTIVISCHES  
ZEICHNEN D.R.P.  
*Spart viel Arbeitszeit!*  
Vordrucke für Raumperspektive, für  
axonomische Projektion und Pa-  
rallelperspektive nach DIN-Vorschrift  
in Blocks DIN A2, DIN A3 und DIN A4  
Carl M. Kirst / Stettin / Schillerstr. 5  
Erhältlich in den Fachgeschäften für Zeichenbedarf



## Mehrere Kompressoren

für eine Leistung von 300—1000 m<sup>3</sup>/h mit Dreh-  
strommotoren 660/380 Volt für mindestens 6—7  
atü Betriebsdruck zur Förderung atm. reiner  
Luft zu kaufen gesucht. Eilangebote unter „Ener-  
gie 8299“ an den Verlag der DAF., Berlin C2.

## Ingenieurschule

Große  
Laboratorien **Jimenu**  
Lehrfabrik für  
Praktikanten Elektrotechnik  
Maschinenbau  
Ausbildungskurs. f. jg. Mädchen  
als techn. Zeichnerinnen

## Maschinen

für Sonderzwecke

für alle Werkstoffe,  
insonderheit  
**Werkzeugmaschinen**  
bauen wir nach Ihren  
Zeichnungen im Serienaus-  
tauschbau bis 500 kg Einzel-  
gewicht, evtl. mehr  
Das ist unsere Spezialität  
seit 30 Jahren  
Maschinenfabrik und  
Vorrichtungsbau  
**JUL. BERTHOLD & Co. KG.**  
Gegründet 1867  
Vertretung in Berlin:  
**Ingenieur Fritz Perisch**  
Berlin-Karlshorst, Horterweg 19

## Spritzmaschinen

für Kalk- und Tarnfarben, sowie  
Feuerschutzimprägnierung liefert

**A. Herm. Haase Nachf.**

## Auch Deine Spende

dem  
**Deutschen Roten Kreuz**

## Dieselmotoren

**2000 bis 3000 PS.**  
gebraucht, zu kaufen gesucht.  
Angebote unter H. G. 18  
an Ala, Hamburg 1.

# SAMSON

DRUCKREGLER / MISCHAPPARATE  
DRUCKMINDERER / SCHMUTZFÄNGER  
KOMPENSATOREN / FEUERUNGSREGLER  
TEMPERATURREGLER / METALLFEDER-ROHRE  
WÄRMEFÜHLPATRONEN / ELEKTROMAGNETVENTILE  
KONDENSWASSER-ABLEITER UND KONDENSTOPFE  
MOTORKOHLWASSER-REGLER / UNIVERSAL-SCHNELLENTLEERER

## SAMSON APPARATEBAU AG.

FRANKFURT / MAIN  
RUF: 48154-56 / POSTSCHLISSFACH 550  
DRAHTANSCHRIFT: SAMSONREGLER



## Vorbereitung auf die Meisterprüfung

durch Fernunterricht

An jedem Vierteljahresersten beginnen die im Auftrage  
des Herrn Reichshandwerksmeisters veranstalteten Fern-  
unterrichtskurse für den theoretischen Teil der Meister-  
prüfungen im Handwerk.

**Meister-Lehrgang**, Dauer 1 Jahr, veranstaltet in  
2 Halbjahreskursen  
Kursusgebühr je Halbjahr ..... RM 50.—

Fordern Sie bitte Unterrichtsprospekt und Anmeldungsvordruck vom

**FERNUNTERRICHT DES HANDWERKS**  
Verlag Georg Koenig, Berlin C2, Magazinstraße 69 Fernruf 515436



## Gutschein!

An Rustinsches Lehrinstitut für Selbstunterricht, Potsdam, Ru 66

Erbitte unverbindl. **Ansichtssendung** v. unterstrichenen Selbstunterricht-Lehrgang

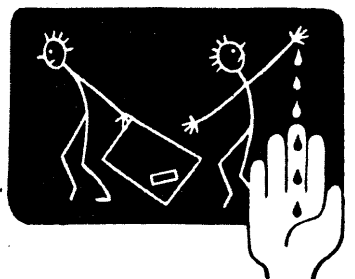
<b>Maschinenbau</b> Maschinenmeister Betriebsingenieur Maschinenzeichner Maschinenmechaniker Maschineningenieur Technischer Kaufmann Betriebskaufmann im Maschinenbau	<b>Elektrotechnik einschl. Fernmelde- u. Funktechnik</b> Elektromonteur, Elektro- installateur, Elektroinge- nieur, Elektrotechniker, Fernmelde- u. Funktech- niker, -ingenieur, Betriebskaufmann in der Elektrotechnik	<b>Handwerkerlehrgänge</b> zum Selbstunterricht und zur Vorbereitung auf die Meisterprüfung (Beruf angeben)
<b>Kraftfahrwesen</b> Monteur, Techniker, Ingenieur, Betriebskauf- mann im Kraftfahrwesen	<b>Installation</b> Heizungsmonteur Installationstechniker	<b>Höhere Schulbildung</b> Vorbereitung a. Abitur: Oberschule al sprachl. Zweig, bi naturw.-math. Zweig, Gymnasium u. a.
<b>Flugzeugwesen</b> Werkmeister, Techniker, Betriebsingenieur und Betriebskaufmann im Flugzeugwesen	<b>Hoch- und Tiefbau</b> Hochbautechniker Bauingenieur u. a.	<b>Mittelschulbildung</b> Vorbereitung a. Abschlus- prüfung an e. Mittelschule
	<b>Fremdsprachen</b> Englisch, Italienisch, Fran- zösisch, Spanisch, Latein	<b>Kaufmännische Bildung</b> Wirtschaftsoberschule Zweijähr. Handelsschule Kaufmann, Handlungs- gehilfenprüfung

Name: ..... Beruf u. Alter: .....

Ort, Straße u. Nr.: .....

Helfen!  
Aber mit Verstand!

Nur wer besonnen hilft, hilft gut!  
Tropft Dir vom Finger gleich das Blut,  
machst Du natürlich erst mal Rast  
und brauchst dann auch noch



## Hansaplast

**Hauptschriftleiter** und verantwortlich für den Inhalt: Oberg. Walter Lehmann VDI., Berlin. Nachdruck nur mit Quellenangabe gestattet.  
Für unverlangt eingereichte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Gewähr.  
**Verlag:** Verlag der Deutschen Arbeitsfront GmbH., Berlin C 2 (Geschäftsführung: Verlagsleiter H. Brüggem), Fernruf: 670014.  
**Anzeigenleiter:** K. O. Arndt, (z. Z. Wehrmacht). Stellv.: Ewald Müller, Berlin. Zur Zeit gilt Anzeigenpreislite 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.



## FACHSCHULEN DER DAF

Ingenieurschule **BINGEN** Maschinenbau, Elektrotechnik  
Ingenieurschule **WEIMAR** Maschinenbau,  
Elektrotechnik, Kraftfahrwesen, Leichtbau (Flugzeugbau)  
- Studentenheim -

Ingenieurschule **WIEN IV** Argentiner-Straße 11  
fünf- und achtsemestrige Abteilungen Maschinenbau und  
Elektrotechnik.

Chemiker-Fachschule **Altenburg** / Thür. Reichsanerkannt,  
fünfsemestrig, angegliedert Papiermacherfachschule.

Außerdem Fachschulen für den Außenhandels- und Betriebs-  
kaufmann (Bremen), für Schaufenstergestaltung (Wien), Lehr-  
anstalt für med.-techn. Assistentinnen bzw. Gehilfinnen (Wien  
bzw. Aachen), für das Gaststättengewerbe (Wien).

Auf Kriegsdauer geschlossen: Ingenieurschule Bad Franken-  
hausen (Kyffh.)

## FERNLEHRGÄNGE DER DAF

Weg zur Ingenieurschule. Vorbereitung auf  
den Besuch der Ingenieur-, Chemiker- und Bauschulen  
**Werkmeisterlaufbahn**. Vorbereitung auf die  
Laufbahn des Werkmeisters und zum Anschluß an Lehr-  
gemeinschaften der DAF.

Außerdem Fernlehrgang für Kaufleute.

Druckschrift Nr. A 4 durch Schulen, über Fernunterricht unter  
Angabe des Berufszieles durch Gesellschaft für Arbeitstech-  
nik, Bad Frankenhausen (Kyffh.) oder Berlin-Zehlendorf  
und DAF. - Dienststellen.

# Bulli-Spezialgeräte

Neuzeitliche Transportkarren  
Robuste St-  
Faßboy  
müheles Fäb-  
en  
und  
gelagert  
irdert  
30 kg

Transportgerätefabrik  
Ludwig Scheidhauer & Co  
Magdeburg

Mod 412  
Mod 422  
Mod 442  
Mod 200

LANGEN-  
FELD

## PRÄZISIONSTEILE VON WELTRUF!

W. MATAG

## NAHMASCHINEN-TEILE-A.G.

## Spanleistung entscheidet

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

## GROB BANDFEILMASCHINE

Maschinenfabrik ERNST GROB, München

# Neuzeitliche Flugmotoren (Zum Aufsatz auf Seite 62)

Abb. 54 Kommandogerät BMW 801 - A1 (Schema der Wirkungsweise)

<sup>\*)</sup> Aus der Zeitschrift „Luftwissen“, Nr. 5/1943, S. 157, Abb. 5

