Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 125/126 (1945)
Heft: 15: Schweizer Mustermesse Basel, 14. bis 24. April 1945

Artikel: Zusatz-Kopiervorrichtung für Spitzendrehbänke
Autor: Mettler, E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-83643

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

und nun den veränderten Brennstoffverhältnissen angepasst werden müssen.

Eine bemerkenswerte Heisswasserheizanlage mit Elektrokessel und Wärmespeicher ist in der Tuchfabrik F. Hefti in Hätzingen (Kt. Glarus) aufgestellt worden. Das Unternehmen verfügt über eigene Wasserkraft, die vor der Aufstellung des Heisswasserspeichers nur während der Arbeitszeit angenähert voll ausgenützt wurde. Neben den drei mit Brennstoff gefeuerten Dampfkesseln 3 (Abb. 5) arbeitet zu Zeiten niedrigen Stromtarifs der Elektrokessel 2 mit Fremdstrom, während im neu aufgestellten Speicher 1 Heizwiderstände 10 mit einem Anschlusswert von 600 kW eingebaut sind, mit denen Energieüberschüsse der Hauszentrale ausgenützt werden können. Der Speicher (Abb. 6) gestattet bei 3 m ⌀ 16,7 m Höhe und rd. 100 m³ Nutzinhalt eine Wärmemenge von etwa 7 Mio kcal oder 8000 kWh bei einem Temperaturunterschied von etwa 80° C zu akkumulieren; die höchste Wassertemperatur beträgt 190° C, der Druck 13 atü. Der Speicher wird hauptsächlich über Nacht und sonntags aufgeladen; dabei fördert die Ladepumpe 4 das abgekühlte Wasser aus dem Unterteil in den 2,5 m hohen Kaskaden-Umformer 11, wo es durch den Dampf aus der Leitung 12, oder, bei Eigenstrombetrieb, aus dem Speicher selbst, auf 190° C erwärmt wird und sich dann mit dem kondensierten Dampf über dem Wasserniveau schichtweise absetzt. Die Fördermenge der Ladepumpe 4 wird am Motorventil 15 durch einen Pressostaten 16 so geregelt, dass der Dampfdruck im Speicher annähernd konstant bleibt. Mit dem Fortschreiten des Aufladens sinkt die Grenzschicht zwischen heissem und abgekühltem Wasser stetig nach unten, bis schliesslich der ganze Speicherinhalt die Temperatur von 190° C erreicht hat, worauf die Leistung des Elektrokessels mittels Druckregler zurückreguliert und der Kessel schliesslich abgeschaltet wird. Die Speicherheizung bleibt weiter in Betrieb, bis der Druck noch höher ansteigt und auch diese Heizung mittels Druckregler abgeschaltet wird. Während der Arbeitszeit entnehmen die Heizwasserpumpen 6 und 7 durch die Leitung 13 dem Speicheroberteil Heisswasser und fördern es über die Wärmeverbraucher 8 und 9 nach dem Unterteil zurück. Vor- und Rücklaufleitung sind durch eine automatische Rücklaufbeimischung 18 miteinander verbunden. Halten sich die Wärmeerzeugung in den Kesseln 2 oder 3 und der Verbrauch bei 8 und 9 angenähert das Gleichgewicht, so führt man das abgekühlte Wasser durch die Leitung 14 direkt in den Kaskadenumformer, während die Speisung des Elektrokessels vom Industrievorlauf über Leitung 17 erfolgt. Der Speicher wirkt nur noch als Puffer bei schroffen Laständerungen im Verbrauchsnetz.

Durch die Aufstellung des Speichers ist es möglich, jährlich nicht weniger als 2 Mio kWh Nacht- und Wochenend-Energie auszunützen, was eine Kohlenersparnis von rund 300 t bedeutet.

Durch planmässige Versuchsreihen an Zentrifugalpumpen auf einem vor einigen Jahren eigens dafür erstellten Prüfstand wurden die Grundlagen für durchgreifende Verbesserungen dieser wichtigen Maschinengattung geschaffen. Die erzielten Erfolge werden durch einen Vergleich der in Abb. 7 einander gegenübergestellten Bohrlochpumpen veranschaulicht, die für eine Pumpstation in Südafrika geliefert wurden. Beide Pumpen sind im gleichen Masstab dargestellt. Die Pumpe links wurde im Jahr 1913, die Pumpe rechts im Jahr 1938 geliefert; sie weisen folgende Hauptdaten auf:

		alte Pumpe	neue Pumpe
Gewicht	kg	1800	420
Fördermenge	l/s	262	262
Man. Förderhöhe	m	47,2	42,6
Drehzahl	U/min	1450	1450
Wirkungsgrad	%	77	85
Leistungsbedarf	PS	215	175

Der spezifische Materialaufwand beträgt bei der alten Pumpe 8,4 kg/PS, bei der neuen hingegen nur 2,4 kg/PS. Neben der Verminderung des Gewichtes und Raumbedarfs sind vor allem die Ersparnisse an Antriebsenergie bemerkenswert, wie sie sich aus dem bedeutend verbesserten Wirkungsgrad ergeben. Ein zweites Beispiel dieser Art stellt das Pumpwerk «Palermo» der städtischen Wasserversorgung von Buenos Aires dar. Durch Modernisierung der Pumpen konnten bei einer jährlichen Gesamtförderung von 100 Mio m³ gegenüber früher nicht weniger als 4,7 Mio kWh pro Jahr gespart werden.

Einen bemerkenswerten Aufschwung hat in der Schweiz der Bau von Spezialpumpen für die chemische Industrie erfahren. Es seien z. B. die Steinzeug-Säurepumpen erwähnt, bei denen die Steinzeugteile in Panzer aus Gusseisen eingekittet und dadurch von gefährlichen Kräften entlastet sind.

Zusatz-Kopiervorrichtung für Spitzendrehbänke

Von Prof. E. METTLER, Ing., Winterthur

Entsprechend den beiden Hauptbewegungsrichtungen des Werkzeugstahles einer Drehbank lassen sich auf ihr in wirtschaftlicher Weise gradlinige Innen- und Aussenzylinder, also Wellen und Bohrungen drehen, Einstiche und Plandreharbeiten ausführen sowie Gewinde schneiden. Sobald aber der Arbeitsbereich weiter gefasst werden soll, sind Zubehörteile und Spezialwerkzeuge notwendig, die die Wirtschaftlichkeit dieser Dreharbeiten in Frage stellen. Dieser fertigungstechnische und wirtschaftliche Mangel wird durch die von der Aktiengesellschaft der Eisen- und Stahlwerke vorm. Georg Fischer, Schaffhausen, gebaute Zusatzvorrichtung weitgehend behoben.

Die Vorrichtung besteht aus drei Hauptteilen: Der Steuerung, dem Schablonenträger und der abgeänderten Planspindel. Sie kann mit wenig Anpassteilen an handelsübliche Spitzendrehbänke angebaut werden, wobei die bestehende Planspindel spielfrei mit dem Arbeitskolben der Steuerung verbunden werden muss. Die Wirkungsweise der Steuerung geht aus Abb. 1 hervor. Die Zahnradölpumpe G fördert das Drucköl in den Ringraum a des Hauptzylinders und zum Druckregulierventil B, das bei einem einstellbaren konstanten Oeldruck von rd. 12 at abbläst. Dieser Druck wirkt auf die linke Kolbenseite, während im Zylinderraum b ein kleinerer, variabler Oeldruck herrscht. Das Oel gelangt von der rechten Kolbenseite zum federbelasteten Steuerventil A, dessen Steuerschieber immer soweit nach oben verschoben wird, dass das geförderte Oel durch eine Drosselstelle in das Oelbassin zurückfliessen kann. Der konstante Druck im Ringraum a schiebt demzufolge den Differentialkolben mit dem aufgebauten Steuerventil A nach rechts, bis der Tastfinger F des Winkelhebels an der Schablone D anliegt. Der Steuerspalt wird nun solange verkleinert, bis der Oeldruck im Zylinderraum b dem konstanten Druck im Ringraum a das Gleichgewicht hält. Hierzu bedarf es eines Spaltes von nur einigen Hundertstels Millimetern. Durch die Vorschubbewegung des Wangenschlittens wird der Tastfinger F der stillstehenden Schablone D entlang geführt. Verläuft die Kontur der Schablone parallel zur Spindelstockachse, so tritt keine Störung des Gleichgewichtzustandes ein, und das Werkstück wird zylindrisch gedreht. Trifft der Tastfinger auf einen steigenden Schablonenteil, so wird der Steuerschieber so verschoben, dass der Ausflusspalt verkleinert wird. Der Druck im Zylinderraum b steigt an und verschiebt den Differentialkolben solange nach links, bis ein neuer Gleichgewichtzustand eintritt. Bei abnehmender Schablonenhöhe wird der Steuerspalt vergrössert, der Druck im Zylinderraum b sinkt und der Kolben wird unter dem konstanten Oeldruck auf seiner linksseitigen Ringfläche nach rechts verschoben. Bereits bei ganz kleinen Konturänderungen der Schablone in der Grössenordnung von ± 0,01 mm tritt eine entsprechende Bewegung des Kolbens ein und der Planschlitten folgt ihm im Uebersetzungsverhältnis 1 : 1. Der Tastfinger drückt mit rd. 3 kg gegen die Schablone; er ist mit einer Hartmetalleinlage geschützt, um jede Ungenauigkeit durch Abnützung an der Berührungsstelle auszuschalten. Die Fördermenge der Pumpe ist so bemessen, dass sich die Planschlittenbewegung bei den Vorschüben handelsüblicher Drehbänke mit genügender Geschwindigkeit in beiden Richtungen vollzieht; ein Motor von nur rd. 0,2 PS genügt. Sollte sich bei der Dreharbeit ein zunehmender Widerstand ergeben, so öffnet sich das Sicherheitsventil B und das geförderte Oel fliesst durch die Leitung c in den Ablauf.

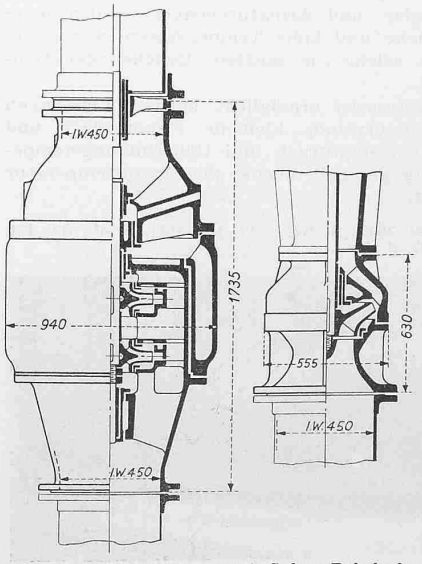

Abb. 7. Vergleich von zwei Sulzer-Bohrlochpumpen angenähert gleicher Leistung und gleicher Förderhöhe; links Ausführung aus dem Jahre 1913, rechts 1938

Die Kolbenbewegung kann durch

Zusatz-Kopiervorrichtung für Spitzendrehbänke, gebaut von der A.-G. vorm GEORG FISCHER +GF+ Schaffhausen

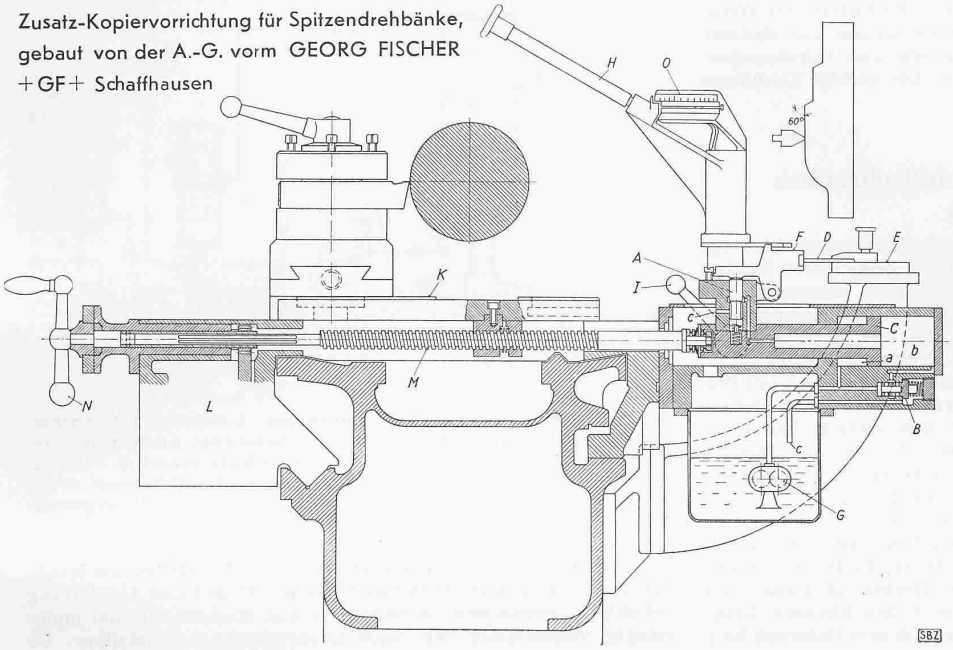

Abb. 1. Schema des Kopierprinzips. A Steuerschieber, B Druckregulierventil, C Differentialkolben, D Schablone, E Schablonenhalter, F Tastfinger, G Zahnradölpumpe, H Schnellzustellhebel, I Klemmhebel, K Planschlitten, L Wangenschlitten, M Planspindel, N Kurbel für Stahlzustellung, O Segmentring, a konstanter Druck, b variabler Druck, c Oelabfluss

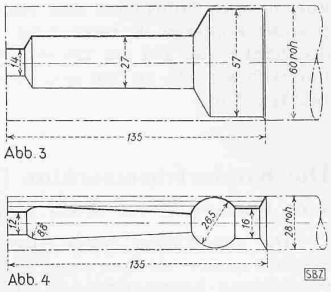

Abb. 3. Arbeitsbeispiel: Unlegierter Vergütungsstahl von 60 kg/mm² Festigkeit. Das Vorschruppen und Schlichten mit Schleifzugabe erfordert ohne Zusatzkopiervorrichtung 6,8 min, mit dieser Vorrichtung 4,8 min; Zeitgewinn 30 %.

Abb. 4. Kugelgriff VSM 16104 aus St. 50.11. Das Schruppen auf 0,75 mm Schnittzugabe erfordert ohne Zusatzkopiervorrichtung 9,8 min, mit dieser Vorrichtung 4,1 min; Zeitgewinn 58 %.

Schwenken des Schnellzustellhebels H von Hand beeinflusst werden. Dabei wird der Steuerschieber A unabhängig von der Schablone nach rückwärts bewegt und der Ausflusspalt wird vollständig geschlossen. Die gesamte von der Pumpe geförderte Oelmenge bewegt den Kolben und den Planschlitten nach links und das Werkzeug entfernt sich vom Werkstück. Der Hebel H lässt sich in jeder Stellung durch Drehen des an seinem Ende befindlichen Handrades an einem Segment O festklemmen, sodass das Werkzeug in seiner zurückgezogenen Lage festgehalten ist. Bei stark profilierten Werkstücken, die zwei und mehr Arbeitsgänge erfordern, wird der Schnellzustellhebel H in der Lage festgeklemmt, in der der Stahl die gerade zulässige oder auch gewünschte Spantiefe wegdrehen kann. Der geklemmte Hebel verhindert also eine weitere Bewegung der Kopiervorrichtung nach rechts, hingegen folgt sie bei genügender Schablonenhöhe genau deren Konturen nach links, indem die Zusatznase des Tastfingers F sich vom geklemmten Hebel ablöst. Der Schnellzustellhebel H ermöglicht noch weitere Erleichterungen: Für Werkstücke, die nur an einer Stelle oder an mehreren Stellen Profilpartien aufweisen, genügen eine oder mehrere kurze Teilschablonen. Die zylindrischen Teilstücke werden durch entsprechendes Einstellen des Hebels H ausgeführt, wobei der Steuerschieber in seiner Lage festgehalten wird. Die Säule des Schnellzustellhebels H trägt einen Segmentring O mit einer Skala in Millimetereinteilung zum Einstellen der Spantiefe. Beidseitig des Schnellzustellhebels H können in einer T-Nut Anschlagklötze festgeklemmt werden, als Begrenzung der Schwenkbewegung des Hebels und somit der Stahlzustellung. Die Klötzchen können auch als Vorwähler der Spantiefe dienen, indem sie während des Drehvorganges auf den nächsten zu drehenden Durchgang verschoben werden können. Anderseits sind sie bei Innenkopierarbeiten als Anschlag zu gebrauchen, damit beim Ausserschnittfahren der Bohrstange deren Rückseite nicht an der Wandung des Werkstückes ansteht. Soll die Drehbank ohne Zusatzkopiervorrichtung als gewöhnliche Drehbank Verwendung finden, so wird entweder der Schnellzustellhebel H in beliebiger Stellung festgeklemmt, wobei der Kolben durch den beidseitig wirkenden Oeldruck in seiner Lage festgehalten wird, oder der Kolben wird in seine rechte Endlage übergeführt und dort mit dem Klemmhebel J blockiert, worauf die Oelpumpe abgestellt werden kann.

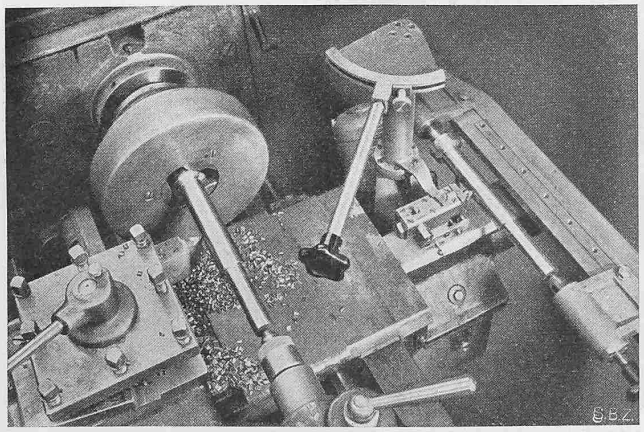

Abb. 2. Kopierdrehen nach Prototyp mit der Zusatzkopiervorrichtung

Werkstücke mit komplizierter Profilform werden mit Vorteil nach einer Schablone gedreht, die aus 3 bis 4 mm dickem, ungehärtetem Stahlblech hergestellt und mit Klemmschrauben am Schablonenträger befestigt wird. Zur Herstellung einfach geformter Drehstücke, namentlich solcher, die aus zylindrischen Teilen bestehen, ist es im allgemeinen wirtschaftlicher, zuerst ein Musterstück (Prototyp) auf einer gewöhnlichen Drehbank anzufertigen, das dann zwischen die Spitzen zweier Reitstöcke auf dem Schablonenträger aufgespannt werden kann. Die genaue Stellung des Stahles zum Werkstück in axialer Richtung wird entweder mit dem Obersupport, oder, wo dieser fehlt, mit einer Feineinstellvorrichtung am Schablonenträger vorgenommen. Diese Einrichtung ermöglicht ferner das genaue Parallelstellen der Schablone zur Drehaxe des Werkstückes.

Zu Beginn der eigentlichen Dreharbeit wird ein kurzes zylindrisches Teilstück oder ein «Durchmesser» auf genaues Mass gedreht, worauf der Kopiervorgang ohne weitern Eingriff durch den Dreher einsetzt. Bei besonders sorgfältig zu bearbeitenden Teilstücken kann auf einen kleineren Längsvorschub geschaltet werden. Ist ein Werkstück fertiggestellt, so zieht der Arbeiter den Stahl mit dem Schnellzustellhebel soweit zurück, dass er das Werkstück durch den nächsten Rohling bequem auswechseln kann. Darauf wird der Drehstahl durch Rückstellen des Schnellzustellhebels wieder genau in seine ursprüngliche Lage gebracht, und die Kopierarbeit kann wiederum ohne weitere Neueinstellung beginnen.

Senkrechte Absätze lassen sich nicht kopieren; der Neigungswinkel gegenüber der Axe darf höchstens 60° betragen. Dieser Forderung soll bei der Konstruktion des Werkstückes nach Möglichkeit entsprochen werden. Andernfalls muss das betreffende Teilstück mit einem Einstechstahl in gewöhnlicher Dreharbeit ausgeführt werden. Bei Drehbänken mit Vierkant-Stahlhalter lässt sich dies rasch und mühelos durchführen.

Die ausgeführten Arbeitsbeispiele Abb. 3 und 4 orientieren über den möglichen Zeitgewinn. Die Zusatzkopiervorrichtung eignet sich vor allem für die serienweise Herstellung stark profilierter Fassonteile, die eine grosse Zerspannungsleistung erheischen. Mit ihr lassen sich sowohl Aussenkonturen durch Aufspannen des Werkstückes zwischen Spitzen, als auch Innen-

konturen in Bohrungen und Naben durch Einfuttern des Werkstückes kopieren. Vorerst wird eine erste Grösse für Spitzendrehbänke von 175 bis 225 mm Spitzenhöhe und Durchmesserunterschiede bis zu 200 mm hergestellt. Die grösste Drehlänge beträgt 2 m.

Die Kopierfräsmaschine für Schiffschrauben von Escher Wyss A.-G., Zürich

Die von Escher Wyss entwickelte Kopierfräsmaschine für Schiffpropeller ist aus einer mit Drucköl gesteuerten Kopiervorrichtung hervorgegangen, die seit 1930 zum Bearbeiten der Schaufeln von Kaplanturbinen verwendet wird. Im Prinzipschema Abb. 1 erkennt man links den Fräser 1 mit dem Arbeitsstück 2, den in vertikaler Richtung beweglichen Frässpindelkasten 4 und darüber den Hauptservomotor 15, der den Kasten 4 und mit ihm den Fräser 1 nach Massgabe der Form des Kopiermodells 9 auf- und abbewegt. Dabei laufen der Arbeitstisch 3 und der Modellrundtisch 8 synchron miteinander um, und der Modellfühler 10 gleitet mit leichtem Druck beständig auf der Modellform. Die Vertikalbewegung des Fühlers 10 wird durch ein hydraulisches Gestänge wie folgt auf den Frässpindelkasten 4 übertragen: Der Fühler wirkt über einen Zwischenhebel auf den Vorsteuerstiften 11, der mit seinem oberen Ende bei 12 den Oelabfluss aus dem Raum unter dem Kolben 13 mehr oder weniger drosselt, während die Oelpumpe 6 den kleinern Ringraum über dem Kolben 13 unter unveränderlichem Oeldruck hält.

Bewegt sich der Fühler 10 beispielsweise nach unten, was in der Regel dem Arbeitsgang entspricht, so vergrössert sich der Spalt bei 12, sodass aus dem Raum unter dem Kolben mehr Oel in den Ablauf ausfliesst, als durch die Bohrung 13 a im Kolben 13 nachströmen kann, und der Kolben unter der Wirkung des vollen Oeldruckes auf seine obere Ringfläche nach unten sinkt. Hebt sich umgekehrt der Fühler, so verringert sich der Spalt bei 12; es fliesst aus dem unteren Raum weniger Oel ab und der Kolben 13 steigt. Er folgt also praktisch der Bewegung des Stiftes 11 und damit des Fühlers 10 genau nach. Diese Vorsteuerung hält die Steuerrückdrücke vom Fühler 10 fern und vermeidet so Abnützungen des Fühlers.

Jede kleinste Bewegung des Kolbens 13 wird nun durch das Steuergestänge 18 mechanisch auf den Steuerschieber 14 übertragen und führt dort zu einer Auslenkung aus seiner Deckstellung: Eine Bewegung von 13 nach unten bewirkt ein Auslenken von 14 nach unten. Dadurch wird aber der Druckölzufluss von der Pumpe 6 nach dem Raum über dem Kolben 15 freigegeben, sodass sich dieser unter Ueberwindung des selben Oeldruckes auf die untere, kleinere Ringfläche nach unten bewegt, der Bewegung des Kolbens 13 und damit des Fühlers 10 also synchron folgt. Gleichzeitig führt die auf der schrägen Bahn 16 laufende Rolle 17 über das Gestänge 18 den Schieber 14 in seine Deckstellung zurück. Heben sich umgekehrt 10 und 13, so lenkt 14 nach oben aus und lässt Oel aus dem Raum über 15 in den Ablauf austreten, worauf der volle Oeldruck auf die Ringfläche unter 15 diesen Kolben und damit den Fräser nach oben verschiebt, bis durch die Wirkung der Rückführvorrichtung (Teile 16, 17 und 18) der Schieber 14 seine Deckstellung wieder erreicht hat. Man erkennt leicht, dass jeder Stellung des Fühlers 10 eine entsprechende Stellung des Kolbens 15 und damit des Fräsers 1 eindeutig zugeordnet ist.

Das Arbeitsstück, z. B. eine Schiffschraube, wird mit vertikaler Axe konzentrisch auf den Tisch 3 gestellt und dort festgespannt; ebenso wird das Modell auf einem kleinen seitlich angeordneten Rundtisch ebenfalls konzentrisch befestigt. Ein Elektromotor bewegt beide Tische über ein Schieberadgetriebe mit hydraulisch gesteuerten Kupplungen. Der Fräser ist in einem kräftigen Arm gelagert, der dank seiner besondern Bauart bis zur Nabe hineinragen kann, selbst wenn sich die Flügelflächen der Schraube überdecken (Patent). Der ganze Fräserantrieb mit Motor ist im Frässpindelkasten 4 eingebaut.

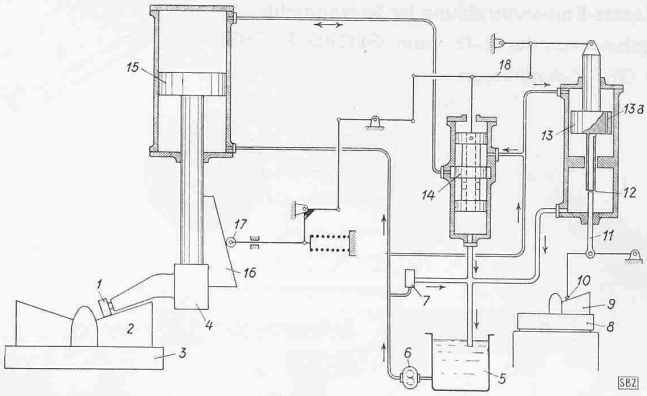

Abb. 1. Prinzipschema der Kopiervorrichtung. 1 Fräser, 2 Arbeitsstück, 3 Arbeitsrundtisch, 4 Frässpindelkasten, 5 Oelbehälter, 6 Oelpumpe, 7 Abblaseventil, federbelastetes Ueberströmventil, 8 Modellrundtisch, 9 Kopiermodell, 10 Modellfühler, 11 Steuerstift, 12 Gesteuerter Abflusspalt, 13 Kopierservomotor, 13a Durchflussbohrung, 14 Steuerventil, 15 Hauptservomotor, 16 Rückführlineal, 17 Rückführrolle, 18 Steuergestänge

Die Oeldrucksteuerung gestattet durch Verstellen der Rückführung das Grössenverhältnis zwischen Modell und Ausführung beliebig zu verändern. Arbeitstisch und Modelltisch sind unabhängig voneinander für beide Drehrichtungen einstellbar. Es können so mit einem Modell verschiedene Grössen des selben Typs in links- oder rechtsgängiger Ausführung bearbeitet werden.

Die Fräsarbeit beginnt am Aussenumfang eines Flügels. Während beide Rundtische mit Vorschubgeschwindigkeit drehen, bearbeitet der Fräser ein 20 bis 40 mm breites Ringstück des Flügels. Ist der Fräser am Flügelrand angelangt, so wird durch eine erste Hilfssteuerung der Drehsinn der beiden Tische selbsttätig auf schnellen Rücklauf umgestellt und gleichzeitig der Fräser um 20 bis 30 mm vom bearbeiteten Flügel abgehoben. Während des Rücklaufes wird der Arbeitstisch horizontal in Richtung der Fräseraxe um die gewünschte Fräserbreite nachgeschoben, wobei gleichzeitig auch der Modelltisch in gleicher Richtung um einen im Kopierverhältnis reduzierten Betrag nachfolgt. Ist die Anfangstellung erreicht, wird die Drehrichtung beider Tische selbsttätig umgestellt und der Fräser auf die richtige Tiefe abgesenkt. Ist ein Flügel bis zur Nabe fertig gestellt, so wird der Arbeitstisch bei stillstehendem Modelltisch um die Flügelteilung gedreht, worauf die Bearbeitung des nächsten Flügels einsetzt. Die Schaufelrückseiten werden in gleicher Weise nach einem besonderen Modell bearbeitet. Modelle aus Hartholz zeitigten gute Ergebnisse.

Um die Nabe gegen Anfräsen zu sichern, betätigt ein Taststift am Kopiermechanismus, der beim Verstellen des Nach-

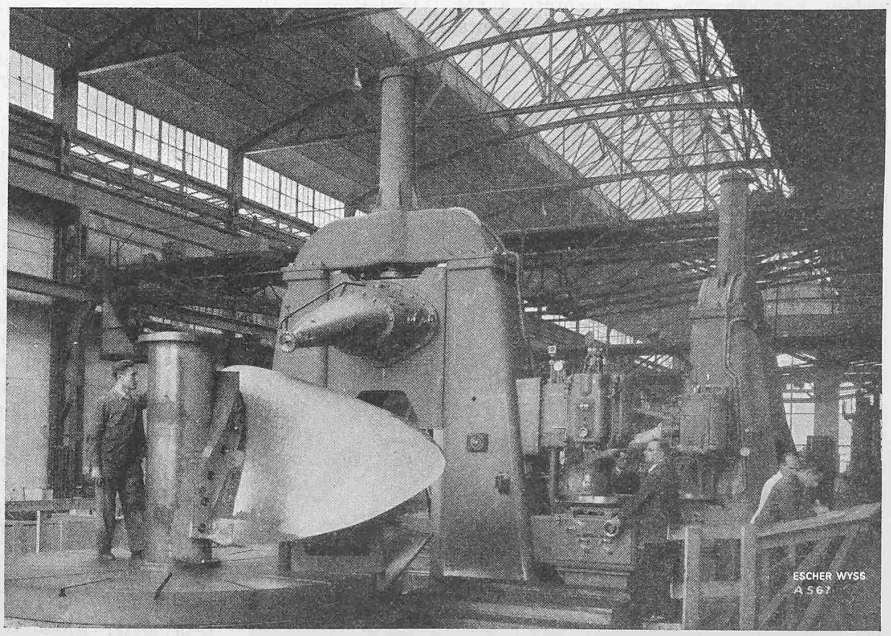

Abb. 2. Kopierfräsmaschine für Schiffschrauben, Fräsprüfung im Werk