

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 86 (1968)
Heft: 15: Schweizer Mustermesse Basel

Artikel: Programmgesteuerte, kurvenlose Revolver-Drehmaschine
Autor: Künzler, Max
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-70021>

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: 31.01.2026

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

unreinigung, Beeinträchtigung und Schmälerung dauernd gewährleisten».

Auf Injektionen ist deshalb in nutzbaren Grundwasservorkommen prinzipiell zu verzichten! In sehr durchlässigen Grundwasserleitern wird es dann allerdings nicht immer möglich sein, die Baugruben gleichzeitig über die ganze Grundfläche offen zu halten; man wird sie in einzelne Kammern unterteilen müssen, die von tiefen, später aber wieder zu ziehenden Spundwänden umgeben sind, um so die Wasserhaltung leichter bewerkstelligen zu können. Es ist aber eher zu ver-

antworten, dass für die Dauer einiger Monate etwas mehr Wasser aus der Baugrube gepumpt wird, als dass für alle Zukunft durch einen Injektionsschleier oder eine Bentonitschlitzwand als undurchlässige Barriere der Grundwasserstrom behindert oder völlig abgeschnitten und für die jetzige und zukünftige Grundwassernutzung wichtiger Speicherraum vernichtet wird.

Adresse des Verfassers: Dr. sc. nat. *Heinrich Jäckli*, Geologe, 8049 Zürich, Jacob-Burckhardt-Strasse 8.

Die Rolle der Werkzeugmaschine im Maschinenbau

DK 621.9-05

Im Gesamtbild der schweizerischen Wirtschaft nimmt der Maschinenbau eine Vorzugsstellung ein; im Export steht er sogar an der Spitze mit einem Wert von 5,1 Mrd. Fr. oder 33,5% der gesamten Ausfuhren unseres Landes im Jahre 1967. Die sprichwörtliche Zuverlässigkeit und die gehobene Qualität dieser Industrieerzeugnisse haben für die Bildung und die Festigung ihres hervorragenden Rufes ganz wesentlich beigetragen. Immer wieder kann man sich über Meldungen freuen, die von Aufträgen aus allen Ländern, von Lieferungen der schweizerischen Industrie an andere Industriestaaten berichten. Turbinen, Motoren, Generatoren, Transformatoren, Kessel, Pumpen usw. sind stolze Zeugen der Leistungsfähigkeit unserer Maschinenindustrie und vom Vertrauen, welches sie auf der ganzen Welt genießt.

Bedenkt man aber, dass diese Riesenprojekte und die entsprechenden Maschinen und Apparaturen aus menschlicher Ingenieur-tätigkeit ohne einen hohen Entwicklungsstand auf dem Gebiet des Werkzeugmaschinenbaues nicht denkbar wären, dann rückt dieses technische Wirkfeld erst an die Stelle, die ihr vom Wesen der Sache her gebührt. Der Glanzschleier der grossen Leistungen lässt oft dieses unentbehrliche Hilfsmittel zu Unrecht in den Hintergrund treten, es wird als selbstverständlich angenommen, dass es immer vorhanden sei, wenn es gebraucht wird. Dabei erfreut sich dieser Sektor des schweizerischen Maschinenbaues in eingeweihten Kreisen eines nicht minderen Rufes. Sein eher bescheidenes Dasein drängt sich nur nicht

an die Öffentlichkeit vor; die Leistungen der auf diesem Gebiet tätigen Ingenieure, Konstrukteure und Techniker sind nur den Fachleuten bekannt, fehlen jedoch im Bewusstsein des Volkes. Sie stellen aber das Ergebnis jahrzehntelanger, zielbewusster Kleinarbeit dar; ihre grossen Verdienste sind oft unsichtbar. Man kann sie weder in Mega- oder Gigawatt, noch in Machzahlen messen; sie machen keine Schlagzeilen, denn sie sind im stillen Treiben des Betriebes immer etwas versteckt.

Dort sind sie aber allgegenwärtig; vom kleinen Einmannbetrieb bis zum Riesenunternehmen, alle sind von der Werkzeugmaschine abhängig. «Als Vervielfacherin der Lebensmöglichkeiten ist sie ein vom Menschen geschaffenes Hilfsmittel, welches ihm seine grossen Leistungen erst ermöglicht. Dieses, wie die Technik schlechthin in der rechten Weise zu gebrauchen, ihr nicht zu verfallen, sondern ihr in jedem Augenblick Herr zu sein, bleibt weiterhin die Aufgabe des Menschen. Die Ingenieure sollten sie im besonderen erkennen und in Gelassenheit die Menschen mit ihren Werken vertraut machen»¹⁾.

Diesem Aufruf möchten wir folgen. Es freut uns besonders, anlässlich der diesjährigen Mustermesse in Basel unserem Leserkreis eine Werkzeugmaschine vorstellen zu können, die von der erwähnten, stillen aber zielbewussten Kleinarbeit zeugt.

Redaktion

¹⁾ Nach Prof. Dr.-Ing. *M. Pfender*: Mit der Maschine in die Zukunft. «Draht» 18, Heft 8, S. 511-513.

Programmgesteuerte, kurvenlose Revolver-Drehmaschine

DK 621.941.234 + 621.941.237

Von *Max Künzler*, Masch.-Ing., Zürich

1. Einleitung

Von der modernen Werkzeugmaschine erwartet der Benutzer eine hohe und über die Stückzahl und die Zeit gleichbleibende Qualität der Erzeugnisse. Zugleich müssen aber die Herstellungskosten dieser Produkte weitgehend beschränkt werden. Diese Forderungen widersprechen sich zum Teil, so dass der Maschinenbauer gezwungen ist, die massgeblichen Einflussparameter systematisch zu verbessern unter gleichzeitiger Abwägung der Bedürf-

nisse des Benutzers im Hinblick auf das optimale Verhältnis zwischen der erzielbaren Qualität und dem Anschaffungspreis der Anlage.

In erster Näherung können die Produktionskosten durch Verkürzung der Bearbeitungszeiten gesenkt werden, d. h. durch die Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit und/oder durch gleichzeitiges Durchführen zweier oder mehrerer Arbeitsgänge. Dieser Weg hat, wenn man von Sonderfällen absieht, den Nachteil, dass er mit

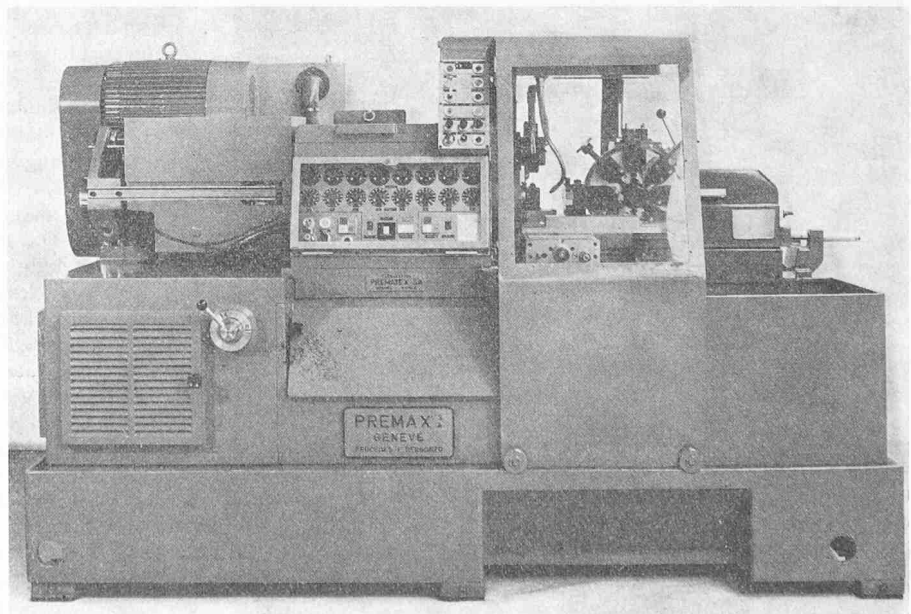


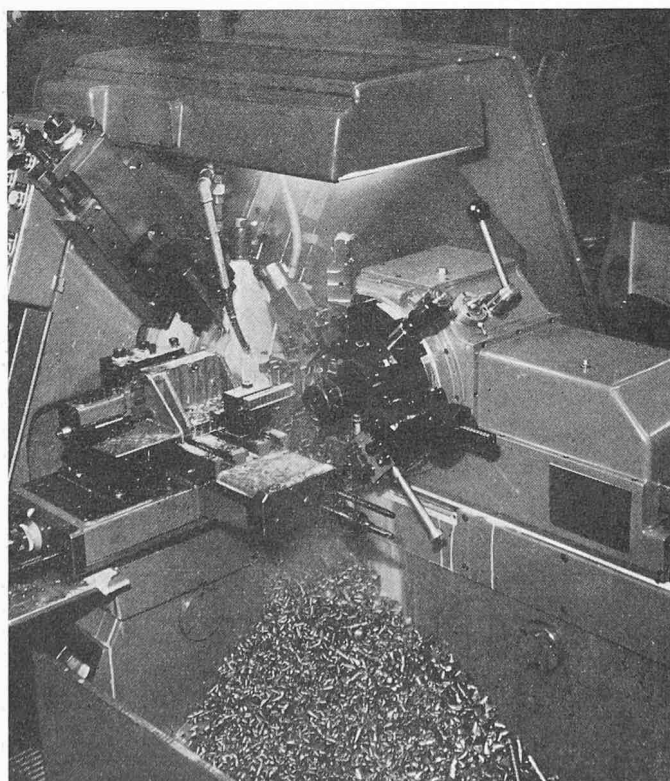
Bild 1. Ansicht des Premax-Drehautomaten
Typ PB 90

Tabelle 1. Daten und Abmessungen der «Premax PB 67 und 90»

Maschine		PB 67	PB 90
Spindeldurchlass			
Spanndurchmesser max. mit Innenspannzange:			
Rundstangen	mm	67	90 ¹⁾
Sechskantmaterial (Flächenmass)	mm	58	78
Vierkantmaterial (Flächenmass)	mm	47	64
hydr. Stangenvorschub max.	mm	125	125
Spanndurchmesser max. mit Spannfutter	mm	200	250
Durchmesser des Werkstückes max.	mm	225	350
Revolverkopf			
Anzahl Werkzeugaufnahmen		8	8
Durchmesser der Werkzeugaufnahmen	mm	31,75 (1 1/4")	31,75 (1 1/4")
Durchmesser des Revolverkopfes	mm	330	330
Grösster Arbeitsweg	mm	120	120
Arbeitszeit je Stellung	s	6-240 (bzw. 480)	6-240 (bzw. 480)
Überbrückung der Totzeiten	s	< 2,5	< 2,5
Seitenschlitten			
Arbeitsweg des Vorderschlittens			
längs	mm	120	120
quer	mm	50	50
Arbeitsweg des hinteren Schlittens			
längs	mm	15	15
quer	mm	65	56
quer	mm	65	65
Vertikalschlitten, Arbeitsweg	mm	50	50
Mikrometrische Einstellung aller Schlitten	mm	40	40
Spindelgeschwindigkeiten, automatisch:			
32 linksdrehend und 32 rechtsdrehend	U/min	60 bis 1840	48 bis 1460
Motore			
Spindelantrieb, polumschaltbar, 1500/1000 U/min	PS	15/10	20/13 (bzw. 15/10)
Gewicht und Raumbedarf			
Maschine mit Schaltschrank	kg	7700	7800
Länge der Maschine ohne Stangenführung	mm	2830	2830
Breite mit Schaltschrank	mm	1880	1880
Höhe	mm	1790	1790

¹⁾ Mit Aussenvorschubeinrichtung 105 mm

Bild 2. Arbeitsstelle des Premax-Drehautomaten während des Betriebs



einer Erhöhung der statischen und dynamischen Beanspruchung sämtlicher Elemente der Maschine verbunden ist, so dass vielfach eine steifere Konstruktion und eine Verteuerung der Maschine unumgänglich werden, wenn nicht die Qualität des Produktes vermindert werden soll. Neben dieser Methode, die das Ziel eines jeden Konstrukteurs ist, der aber auch werkzeugseitig Grenzen gesetzt sind, besteht die Möglichkeit, die Maschinen-Stillstandzeiten sowie die ablaufbedingten unproduktiven Nebenzeiten zu verkürzen. Dies hat den Vorteil, dass die erzielte Zeitersparnis direkt in die Kostenrechnung eingeht; sie stand denn auch bei der Konstruktion der hier beschriebenen Maschine im Vordergrund.

Die Forderung nach hochpräziser Fertigung auch bei grossen Stückzahlen kann nur durch eine sorgfältig durchdachte Maschinenkonstruktion erfüllt werden, die insbesondere bezweckt, die thermisch hervorgerufenen Verformungen der Maschinenelemente von der zu erzeugenden Gestalt fernzuhalten. Ausserdem muss dafür eine sowohl statisch als auch dynamisch möglichst verwindungssteife Bauart angewendet werden. Durch geschickte Konstruktion kann die thermische Beeinflussung weitgehend beherrscht werden; auch die Starrheit der Anlage lässt sich durch sinnvolle Verstrebung der schwingungsgefährdeten Teile verwirklichen, ohne unbedingt auf komplizierte und teure Konstruktionen zurückgreifen zu müssen.

Der Rationalisierung und Verbilligung der Produktion haben die in den letzten Jahren aufgekommenen, verschiedenartigen automatischen Steuerungen des Arbeitsablaufes ganz wesentlich beigetragen. Mit ihnen können die einzelnen Bewegungsgeschwindigkeiten in weiten Bereichen und feinfühlig geregelt werden; sie weisen ausserdem sehr kurze Ansprechzeiten gegenüber Änderungsbefehlen auf und kommen somit der Forderung nach Verkürzung der Leerlaufzeiten weitgehend nach. Zudem schalten sie menschliche Unzulänglichkeiten und Fehler in grossem Masse aus. Die Anstrengungen der Konstrukteure konzentrieren sich daher hauptsächlich auf die Verwirklichung einfacher und zuverlässiger Steuerungen, welche die Nebenzeiten auf ein unvermeidbares Minimum herabsetzen und somit einen optimalen Nutzungsgrad der Maschine erzielen.

Bei kleinen Serien spielt ausserdem die Zeit für das Umstellen der Maschine von einem Werkstück auf das andere eine ausschlaggebende Rolle. Diese kann in vielen Fällen so gross sein wie die Produktionszeit selbst, weshalb noch vielfach die Ansicht vertreten wird, automatische Maschinen seien nur für grosse Serien geeignet. Das Verkürzen der Einrichtezeit gehört deshalb zu den Grundbedingungen, welche eine moderne Werkzeugmaschine zu erfüllen hat. Das kann durch sinnvolle konstruktive Massnahmen, durch Hilfsaggregate und durch die automatischen Steuerungen in grossem Masse geschehen.

2. Allgemeines

Bei der «Premax PB 90» handelt es sich um eine automatische Einspindel-Drehmaschine mit einem achtstelligen Revolverkopf und je zwei Seiten- (Quer-) und zwei Vertikalschlitten. Sie ist eingerichtet sowohl für Stangen- als auch für Futterarbeiten; die Steuerung geschieht elektromechanisch und der Arbeitsablauf kann vorprogrammiert werden.

Das besondere Merkmal dieser Maschine — und auch Gegenstand der wichtigsten Patente darauf — ist die Steuerung des Bewegungsablaufes der einzelnen Werkzeugschlitten, welche über Steuerlineale statt mittels der herkömmlichen Kurven bewerkstelligt wird. Die leicht verstellbaren Steuerlineale sind auf Trägerplatten befestigt und können ausserhalb der Maschine montiert und voreingestellt werden. Die Programmierung des Arbeitszyklus erfolgt über einen äusserst einfachen Rechnungsgang, dessen Ergebnisse direkt und in kürzester Zeit auf die Einstelltafel der Maschine übertragbar sind. Diese Konstruktionsmerkmale ermöglichen die Verringerung der einstellbedingten Stillstandszeiten auf einen für Maschinen dieser Art ungewöhnlich kleinen Wert. Ferner gestattet diese Steuerung das automatisch beschleunigte Durchfahren aller unproduktiven Bewegungen innerhalb des Arbeitsablaufes, so dass auch die Totzeiten im Zyklus selbst äusserst kurz ausfallen.

Die Idee und die Entwicklung stammen von Pierre Bergonzo, einem weit bekannten Werkzeugmaschinenkonstrukteur, der schon vor vielen Jahren Drehautomaten entwarf, welche für jene Zeiten

bahnbrechende Eigenschaften aufwiesen, darunter der *Petermann* P 7 mit beweglichem Spindelstock und die *Tarex*-Modelle TAR H und TAR L.

Nach mehrjährigen Versuchs- und Verbesserungsarbeiten — die Prototypen der Premax PB 67 und PB 90 wurden bereits 1964 erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt — lief kürzlich die Serienproduktion dieser Maschinen an. Sie werden in den Fabrikationsanlagen der Firma *Prematex S. A.* in Morges (VD) hergestellt und von der *Prematex S. A.* in Genf vertrieben.

Der Arbeitsbereich ist für Stangen-Drehautomaten beträchtlich, beträgt doch der Durchlass bis zu 105 mm (Modell PB 90). Der grösste Drehdurchmesser bei voller Ausnützung der Schlitten-Arbeitswege beträgt bei Futterarbeiten 250 mm, der grösste aufzunehmende Werkstückdurchmesser 350 mm. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die technischen Hauptdaten dieser Maschine sowie des kleineren Modells PB 67.

3. Aufbau der Maschine

Im derzeitigen europäischen Angebot ist der Premax PB 90 der kombinierte Stangen- und Futter-Drehautomat mit dem grössten Durchlass. Um dies zu verwirklichen und gleichzeitig hohe Zerspanleistungen zu ermöglichen, musste die Maschine schwer und äusserst stabil gebaut werden. Dementsprechend ist auch das Gewicht von 7,8 t wesentlich grösser als üblich bei solchen Maschinen.

Auffallend ist der einfache und übersichtliche Aufbau, Bild 1. Im rechteckigen, massiven und stark verstreuten Sockel aus Grauguss sind Hilfsapparate und Flüssigkeitsbehälter untergebracht, wie das Hydraulikaggregat für die Betätigung der Spann- zange bzw. des Spannfutters, sowie des Stangenvorschubes, die Schmierölpumpe und die Kühlmittelpumpe. Eine Aussparung unterhalb der Arbeitsstelle erleichtert das Stehen des Bedienungs- mannes. Auf diesem Sockel ruht das schwere Maschinengehäuse, welches die mechanischen Steuerelemente trägt. Unterhalb der Arbeitsstelle, Bild 2, die bemerkenswert frei angeordnet und leicht zugänglich gestaltet ist, befindet sich ein reichlich bemessener Spänebehälter. In vorzüglicher Weise wurde für einen ungehinderten Späneabfluss gesorgt, der von keinem vorstehenden Teil gehemmt wird.

Bei allen Elementen, welche auf dem Maschinengehäuse angebracht sind, wurde systematisch das Baukastenprinzip verwirklicht, und zwar im Hinblick darauf, dass alle Einheiten voll und mit geringem Aufwand austauschbar sind. Dies bezieht sich auf Antriebsmotor, Getriebekasten, Spindelstock sowie auf die Revolver-, Vertikal- und Seitenschlitten.

Die meistgefürchteten qualitätsmindernden Einflüsse im Werkzeugmaschinenbau sind die dynamische Unstabilität bei grossen Belastungen und die Ausdehnung einzelner Elemente infolge Temperatureinwirkung. Ihnen wurde bei dieser Maschine durch die kräftige Bemessung der Spindel und deren Lagerung, durch die massive, breite Führung der Schlitten und Werkzeugaufnahmen sowie durch die getrennte Anordnung der wärmeerzeugenden Baugruppen entgegengewirkt.

Die Spindel ist auf reichlich bemessenen Präzisionswälzlager gelagert und weist nur das Antriebszahnrad auf, wodurch die schwingungs- und wärmeerzeugenden Elemente davon weitgehend ferngehalten werden. Die Form des kräftigen Spindelgehäuses wurde symmetrisch zur senkrechten, durch die Spindelachse gehenden Fläche gewählt, um Fluchtfehler infolge allfälliger Wärmeeinflüsse zu unterbinden. Sowohl der Getriebekasten, dessen Deckel mit grossen Kühlrippen versehen ist, als auch der Antriebsmotor für die Spindel sind getrennt auf der Oberseite der Maschine angeordnet. Dadurch fliesst die von ihnen erzeugte Wärme ungehindert an die Umgebung ab. Die beiden Motoren für den Antrieb des Steuerpolygons sind an der Rückseite der Maschine, entfernt von der Arbeitsstelle angebracht. Die elektrischen Schalt- und Schutzelemente sind in einem kompakten, jedoch übersichtlich aufgebauten Schaltschrank, Bild 3, untergebracht. Im Einstellpult an der Vorderseite der Maschine, Bild 1, sind die Elemente vereinigt, welche der Einstellung des Arbeitsablaufes sowie der Anzeige von Störungen und vom Ende der Stange dienen. Sehr zu begrüßen ist die Anordnung der Beleuchtung, direkt oberhalb der Arbeitsstelle, Bild 2.

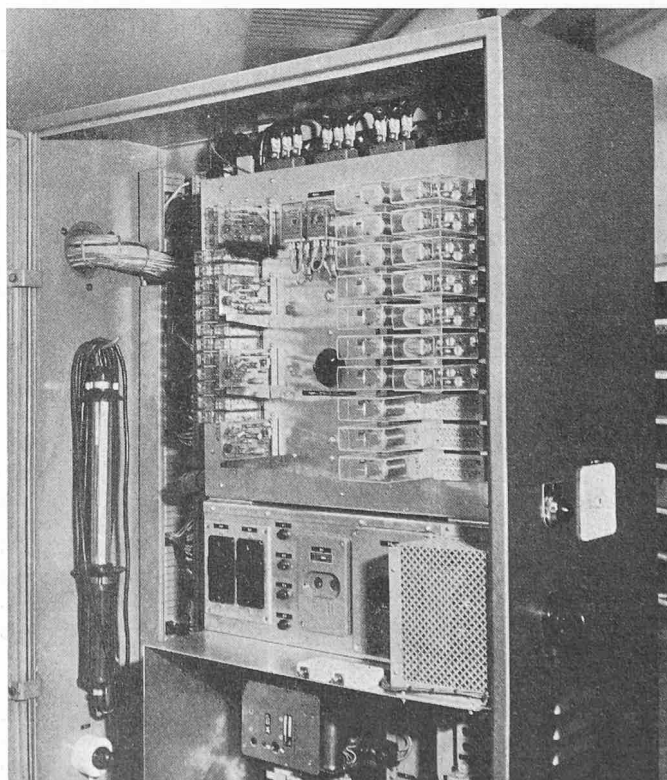
4. Werkzeugbestückung

Die beiden Modelle des Premax-Drehautomaten sind mit fünf Werkzeugschlitten ausgerüstet, Bild 2. Zwei radial am Spindelgehäuse, oberhalb der Arbeitsstelle angeordnete Vertikalschlitten dienen insbesondere dem stirnseitigen Plandrehen sowie dem Einstecken und dem Abstecken bei Stangenarbeiten. Des weiteren besitzt die Maschine je einen vorderen und einen hinteren Querschleitten, welche sowohl in Längs- wie auch in Querrichtung bewegt werden können. Sie sind kräftig bemessen und leicht zugänglich. Ihre «T»-Nuten erlauben das Einspannen und Verstellen der Werkzeughalter in allen Richtungen und ermöglichen eine vielseitige Werkzeugbestückung. Sowohl die Vertikal- als auch die Querschleitten sind mit Mikrometerschrauben für die Feineinstellung versehen.

Der Revolverkopf mit acht Arbeitsstellungen ist auf einer waagrechten, quer zur Spindelachse verlaufenden Achse angeordnet. Die Werkzeugaufnahmen sind so bemessen, dass sie auch das gleichzeitige Aufsetzen mehrerer Werkzeuge erlauben. Die Werkzeug-Eingriffstellung ist horizontal; allfällige Abweichungen von der genauen Stellung bewirken das sofortige Stillsetzen der Maschine durch eine mehrfache Sicherheitsschaltung, welche zugleich das Aufleuchten der entsprechenden Warnlampe auf dem Steuerpult auslöst. Um hohe Bearbeitungsgenauigkeit auch bei grossen Schnittkräften zu gewährleisten, ist der Revolverkopf auf einem massiven Schlitten mit reichlich bemessenen Längsführungen angeordnet.

Beide Querschleitten mit ihren Längs- und Querbewegungen können zusammen mit einem der beiden Vertikalschlitten gleichzeitig mit jeder beliebigen Arbeitsstellung des Revolverkopfes in Eingriff gebracht werden. Die sorgfältig durchdachte und auf wenige Grundtypen beschränkte Werkzeughalter-Reihe ist so konstruiert, dass normale handelsübliche Werkzeuge verwendet werden können. Die 32 automatisch geschalteten und fein abgestuften Spindelgeschwindigkeiten in beiden Drehrichtungen erlauben ausserdem das Arbeiten mit optimaler Schnittgeschwindigkeit, was den Werkzeugverschleiss erheblich vermindert. Ferner kann eine hydraulisch gesteuerte Kopiereinrichtung für die Betätigung des vorderen Querschleittens angebracht werden, was das automatische Formdrehen ermöglicht.

Bild 3. Ansicht des geöffneten Schaltschranks



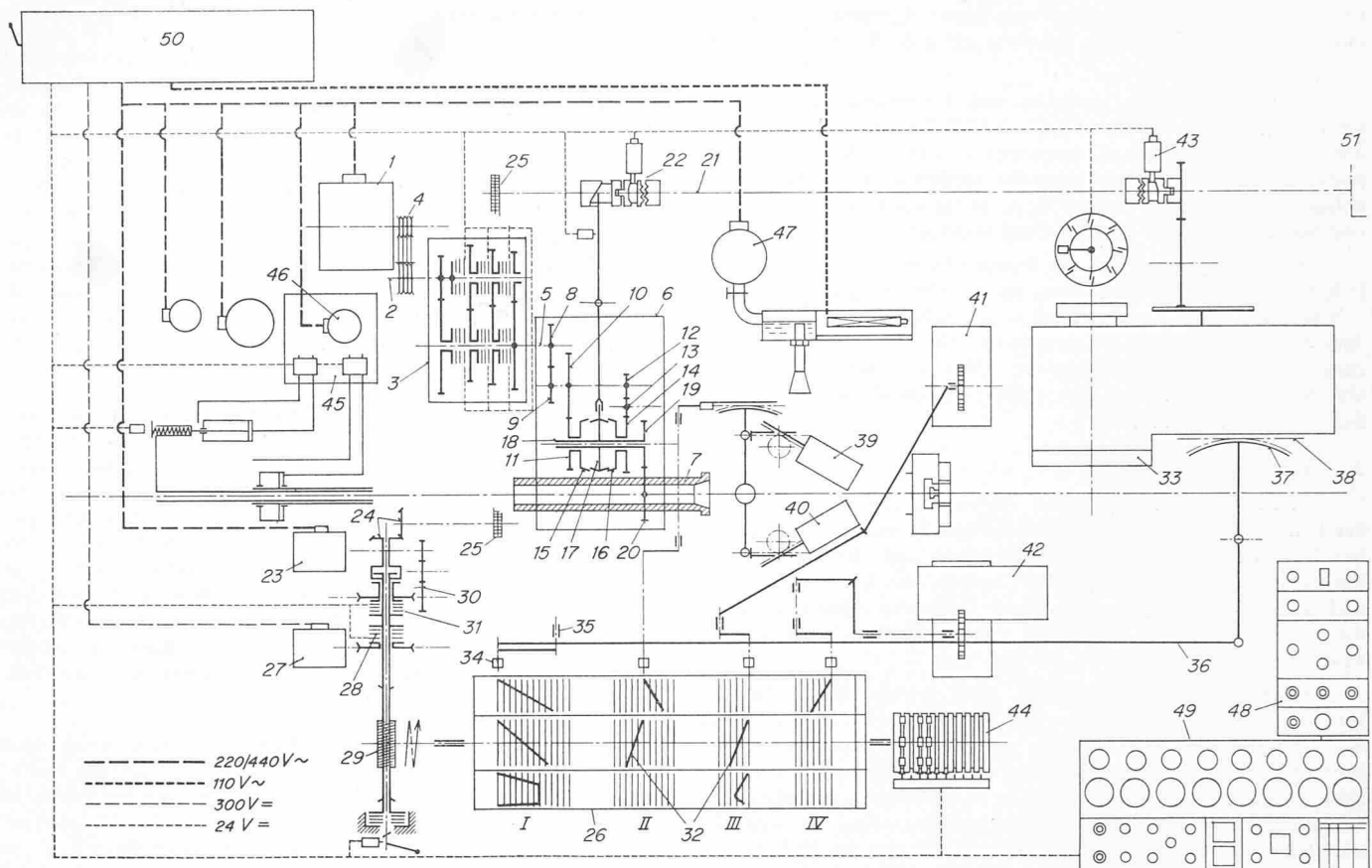


Bild 4. Schema des Funktionsprinzips der Premax-Drehautomaten

- | | |
|---|--|
| 1 Spindelmotor | 15 Kupplungsglocke, hohe Drehzahlstufe |
| 2 Getriebe-Eingangswelle | 16 Kupplungsglocke, niedrige Drehzahlstufe |
| 3 Wechselgetriebe | 17 Kupplungs-Schaltbacken |
| 4 Keilriemenantrieb | 18 Kupplungswelle |
| 5 Getriebe-Ausgangswelle | 19 Abtriebszahnrad |
| 6 Spindelgehäuse | 20 Spindel-Antriebsrad |
| 7 Spindel | 21 Steuerwelle |
| 8, 9, 10 Zahntrieb für Schnelldrehung der Spindel | 22 elektromechanische Kupplung zu 17 |
| 11 Kupplungsantrieb, schnell | 23 Schnellgang-Motor zum Polygon |
| 12 Vorgelege für Langsamantrieb | 24 Kegelradgetriebe |
| 13 Umkehrrad | |
| 14 Kupplungsantrieb, langsam | |

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 25 Kettenantrieb zu 21 | 38 Zahnstange |
| 26 Steuerpolygon | 39, 40 Vertikalschlitten |
| 27 Gleichstrommotor, drehzahlverstellbar | 41 Querschlitten, hinten |
| 28 Lamellenkupplung zu 27 | 42 Querschlitten, vorn |
| 29 Schneckengetriebe zu 26 | 43 elektromechanische Kupplung zu 33 |
| 30 Schnellgang-Getriebe | 44 Programmtrommel |
| 31 Kupplung zu 23 | 45 Hydraulik-Aggregat |
| 32 Steuerlineale | 46 Motor zu 45 |
| 33 Revolverkopf | 47 Kühlmittelpumpe |
| 34 Abtastrolle | 48 Steuertafel |
| 35 Lagerstelle zu 34 | 49 Programmiertafel |
| 36 Übertragungshebel | 50 Schaltschrank |
| 37 Zahnsegment | 51 Handantrieb |

5. Funktionsprinzip des Premax-Drehautomaten

Bild 4 veranschaulicht schematisch das gesamte Arbeitsprinzip dieser Drehmaschine. Der Spindelmotor 1 kann vier- und sechspolig in beiden Drehrichtungen betrieben werden und hat eine Leistung von 20 PS bei 1500 U/min und 13 PS bei 1000 U/min (auf Wunsch 15/10 PS). Die Drehzahl- und die Drehrichtungsänderung erfolgen automatisch und werden von der Programmtrommel 44 gesteuert. Der Motor treibt die Eingangswelle 2 zum Wechselgetriebe 3 über Mehrfachkeilriemen 4 an. Das Getriebe ist zweiwellig; deren Zahnräder befinden sich ständig im Eingriff. Die einzelnen Geschwindigkeitsstufen werden mittels elektromagnetischer Lamellenkupplungen, die in Gruppen zu je drei betätigt werden, durch die Verlegung des Kraftflusses über die entsprechenden Zahnradkombinationen geschaltet. Diese Kupplungen werden automatisch von den auf der Programmtrommel 44 befindlichen Nocken und Endschalter betätigt. Es sind an diesem Schaltsystem keinerlei Wechselräder auszutauschen oder Riemen umzulegen, was die Einrichtung beträchtlich vereinfacht. Die Antriebswelle 5 des Getriebes ist direkt mit der Antriebswelle des Spindelgehäuses 6 verbunden.

Das Umschalten der Kupplungsbacken 17 der Spindelkupplung, das zugleich mit einem Drehsinnwechsel der Spindel und einer Drehzahluntersetzung um den Faktor 4 verbunden ist, geschieht elektromechanisch über die von der Steuerwelle 21 ange-

triebenen Zahnkupplung 22. Die Kupplung 22 ist mechanisch; sie wird durch einen Elektromagneten betätigt, welcher dazu ein 24-V-Impuls während 0,2 bis 0,3 s erhält. Die Steuerwelle 21 wird vom Motor 23 über das Kegelradgetriebe 24 und den Kettentrieb 25 angetrieben. Das Signal, welches die Umschaltung auslöst, wird vom entsprechenden Nocken auf der Programmtrommel 44 gegeben. Bei Änderung der Drehrichtung muss der Spindeltrieb augenblicklich stillgesetzt werden können; dies wird durch die Betätigung zweier entsprechender elektromagnetischer Kupplungen im Getriebe bewerkstelligt.

Die Werkzeugschlitten werden vom Steuerpolygon 26 gesteuert. Dieses wird im Arbeitsbereich vom Gleichstrommotor 27 über die Kupplung 28 und das Schneckengetriebe 29 angetrieben. Beim beschleunigten Durchfahren der Umstellungsbereiche treibt der Drehstrommotor 23 über das Getriebe 30 und die Kupplung 31 das Steuerpolygon an. Auf dessen acht Flächen sind in vier Bahnen I bis IV Steuerlineale 32 angebracht, welche auf rein mechanischem Wege die Bewegungen der Werkzeugschlitten steuern. Die Lineale auf Bahn I bestimmen die Längsbewegungen des Revolverkopf-Schlittens 33. Bei der Drehung des Polygons gleitet das Steuerlineal 32 an der Rolle 34, welche an einem bei 35 gelagerten Übertragungshebel befestigt ist, vorbei und zwingt sie, sich um einen der Stellung des Lineals entsprechenden Winkel zu schwenken. Diese Schwenkbewegung wird über den He-

bel 36 auf das Zahnsegment 37 und weiter auf die mit dem Revolverkopf-Schlitten verbundene Zahnstange 38 übertragen. Auf gleiche Art werden auch alle anderen Werkzeugschlitten gesteuert. Die Lineale der Bahn II betätigen die Vertikalschlitten 39 und 40. Je nach der Neigung der Steuerlineale nach links oder nach rechts gegenüber der Bahnmitte II wird der vordere oder der hintere Vertikalschlitten betätigt. Bahn III steuert den hinteren Querschlitten 41, Bahn IV den vorderen Querschlitten 42. Die gewählte mechanische Bewegungsübertragung bietet die Gewähr für stets gleichgrosse zurückgelegte Wege der Werkzeugschlitten, denn sie erfolgt formschlüssig (Steuerlineale, Zahnstange) und kraftschlüssig, also spiellos (Federkraft). Die über den Weg annähernd konstante Federkraft wird von «Stabilus»-Gasfedern erzeugt, welche auch für das Zurückziehen der Schlitten in die Ausgangsstellung dienen und im letzten Teil ihres Weges stossdämpfende Wirkung haben. Die Längsbewegungen der beiden Querschlitten 41 und 42 werden vom Revolverkopf-Schlitten eingeleitet, indem eine auf der Nabe des Revolvers angebrachte, verstellbare Vorrichtung auf eine Mitnahmeeinrichtung am Schlitten stösst und diese bei der eigenen Bewegung mitnimmt.

Das Wechseln der Revolverkopf-Stellungen wird von einer elektromechanischen Kupplung 43 bewirkt. Sie ist auf der Steuerwelle 21 angebracht und verbindet diese mit der Revolverkopfachse über ein Zahngetriebe. Das Signal wird elektrisch von der Programmtrommel ausgelöst; die Kupplung ist mechanisch.

Auf der Programmtrommel 44 sind sämtliche signalauslösenden, verstellbaren Nocken, welche in üblicher Weise auf Endschalter wirken, angebracht; sie wirkt als mechanischer Speicher für die Steuerung des Polygon-Schnellganges, der Spindelgeschwindigkeiten und -Drehrichtungen, der Revolver-Indexierung, des Öffnens und Schliessens der Spannzanze oder des Spannfutters, sowie des Stangenvorschubes.

Die Spannbewegungen und der Stangenvorschub erfolgen auf hydraulischem Wege. Dazu dient das Aggregat 45, welches von einem Elektromotor 46 von 1,5 PS angetrieben wird und im Maschinensockel untergebracht ist. Ferner ist für die Kühlmittelversorgung der Arbeitsstelle eine unabhängige Pumpe 47, angetrieben von einem 0,6-PS-Motor, vorgesehen. Eine Schmierölpumpe versorgt die Lager und Gleitstellen mit Öl. Das von ihr geförderte Öl gelangt durch einen Porenfilter und einen Druckwächter (bei Druckabfall wird die Maschine sofort stillgesetzt) und wird in zwei Kreisläufe aufgeteilt: Der eine versorgt den Getriebekasten mit einem stetigen Strahl und der andere dient der Tropfölung aller anderen Stellen. Die Durchflussmenge des Tropfölkreises lässt sich in weitem Bereich regeln.

6. Das Steuerpolygon

Das besondere Merkmal des Premax-Drehautomaten ist die mehrfach patentierte Steuerung der Bewegungsabläufe der Schlitten. Die Grösse und die Geschwindigkeiten dieser Bewegungen wird von Steuerlinealen bestimmt, welche auf einem achteckigen prismatischen Rotationskörper (Steuerpolygon) angebracht sind, Bild 5. Jede der acht Flächen am Umfang des Steuerpolygons entspricht einer Arbeitsstelle des Revolverkopfes; die Steuerlineale, welche auf einer Fläche befestigt sind, bestimmen also, neben der Bewegung des Revolvers, auch die Tätigkeit aller anderen Werkzeugschlitten während des entsprechenden Arbeitsganges.

Das Steuerpolygon besteht aus einem perlitischen Spezialguss und ist mit Führungsnuten für die Aufnahme und Befestigung der Steuerlineal-Trägerplatten versehen. Um stets gleichmässige Bewegungen der Werkzeugschlitten zu gewährleisten, ist das Steuerpolygon 1, Bild 7, äusserst stabil und praktisch spiellos sowohl in radialer als auch in axialer Richtung gelagert. Das antriebs-

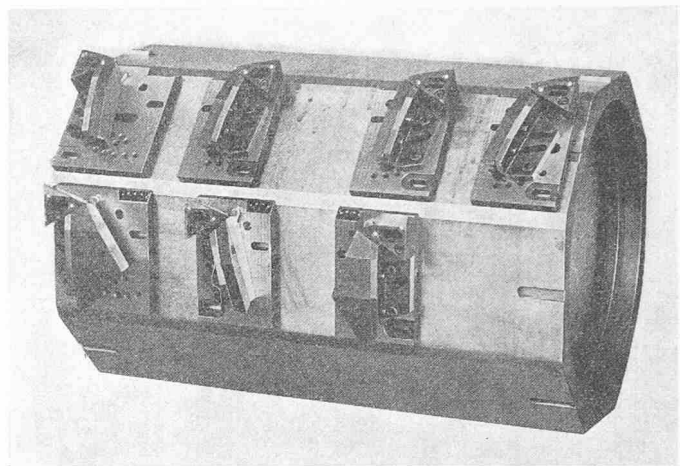


Bild 5. Ansicht des Steuerpolygons mit aufgesetzten Trägerplatten und Steuerlinealen

seitige Rollenlager 2 weist eine dynamische Tragzahl C von 20 000 kp auf; beim programmtrummelseitigen Rollenlager 3 ist $C = 11\,000$ kp. Die Axialkräfte, welche von der Auflagepressung der Übertragungshebel auf die Steuerlineale erzeugt werden, werden von einem zweiseitig wirkenden Axial-Rillenkugellager 4 ($C = 11\,400$ kp) aufgenommen.

Das Axialspiel der Polygonlagerung wird mit der Muffe 5, welche ein Aussen-Feingewinde aufweist und in der Hülse 6 eingeschraubt ist, über das Führungsstück 7 eingestellt. Zur Sicherung der Einstellmuffe 5 gegen Verdrehung dient ein Zahnsegment 8, welches mit der Verzahnung 9 der Muffe im Eingriff steht.

Die Lager 3 und 4 werden mit Öl geschmiert; der Vorrat befindet sich im Raum 10 und die Ölstandkontrolle erfolgt durch das Schauglas 11. Die Abdichtung des Ölraumes am Wellenaustritt geschieht mittels einer Manschettendichtung 12. Das Lager 2 wird von der zentralen Schmieranlage mit Öl versorgt.

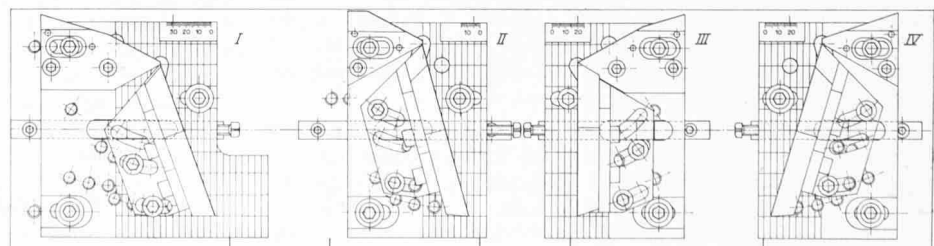
Der Polygonhohlkörper 1 wird auf den beiden Sphäroguss-Wellenstummeln 13 und 14 zentriert und mit je acht Schrauben M 12 befestigt. Der antriebsseitige Gehäusedeckel 15 dient als Lagersattel, ist am Maschinengehäuse 16 zentriert, mit zwölf Schrauben M 8 befestigt und kann für die Demontage des Steuerpolygons entfernt werden.

Auf dem antriebsseitigen Wellenstummel 14 ist das zweiteilige Antriebs-Schneckenrad angebracht. Der Nabenteil 17 ist aus Stahlguss; der Zahnkranz 18 besteht aus einer Bronzelegierung und ist auf der Nabe aufgeschraubt. Beide Teile werden mit vier Kegelstiften 19 zentriert und mit acht Schrauben M 14 verschraubt. Das komplette Schneckenrad wird auf die Welle mit einem Keilstift 20 festgeklemmt. Die Schnecke 21, Bild 7 (Pos. 15 in Bild 8) ist aus Bronze und wird auf deren hohlen Antriebswelle aufgeschraubt. Das Schneckenrad läuft im Ölbad.

In Bild 8 ist der Antrieb des Steuerpolygons veranschaulicht. Er besteht aus zwei unabhängigen Teilen, die sich ergänzen und wechselweise zugeschaltet werden: Ein stufenlos regelbarer Antrieb für den Arbeitsbereich und ein Schnellantrieb für das beschleunigte Durchfahren der unproduktiven Bewegungen beim Wechseln der Arbeitsstellung.

Für die Arbeitsbewegungen wird das Steuerpolygon von einem Gleichstrommotor 1 von 1,5 PS angetrieben, dessen Drehzahl bei konstantem Drehmoment stufenlos zwischen 80 und 3200 U/min

Bild 6. Steuerlineale für einen Arbeitsgang; I für den Revolverkopf, II für die Vertikalschlitten, III für den hinteren Querschlitten, IV für den vorderen Querschlitten



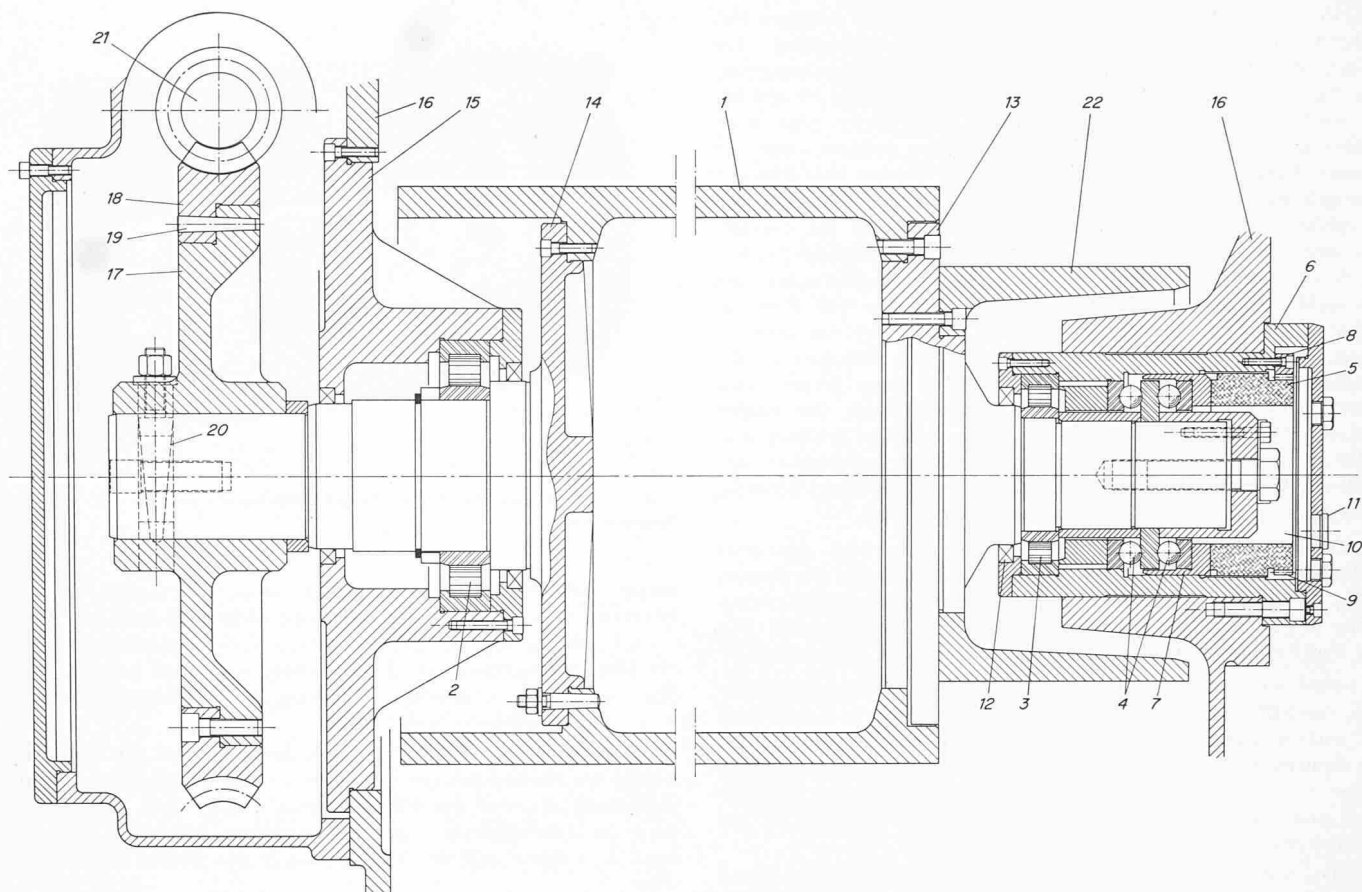


Bild 7. Lagerung des Steuerpolygons

- 1 Polygon-Hohlkörper
- 2 Rollenlager, Antriebsseite
- 3 Rollenlager, Programm-
- 4 zweiseitig wirkendes Axial-
- 5 Rillenkugellager

- 5 Einstellmuffe
- 6 Lagerhülse
- 7 Führungsstück
- 8 Zahnsegment
- 9 Sicherungsverzahnung
- 10 Ölraum

- 11 Schauglas
- 12 Manschettendichtung
- 13 Wellenstummel,
- 14 Wellenstummel,
- 15 Gehäusedeckel

- 16 Maschinengehäuse
- 17 Schneckenrad-Nabe
- 18 Zahnkranz zu 17
- 19 Kegelstift
- 20 Keilstift
- 21 Antriebsschnecke
- 22 Programmtrommel

verändert werden kann («Keltron»-Thyristor-Impulssteuerung). Der Motor ist in Flanschausführung und treibt die Schneckenwelle 2 über eine Klauenkupplung 3 an. Wegen den auftretenden Axialkräften ist die Welle mit einem doppelreihigen Schrägkugellager 4 und einem Rollenlager 5 gelagert. Beim Zuschalten dieses Antriebs geht der Kraftfluss von der Schnecke 6 auf das Schneckenrad 7 und 8 und von hier aus über die elektromagnetische *Ortlinghaus*-Kupplung 9 auf die Übertragungshülse 10, welche durch die Passfeder 11 mit der Hohlwelle 12 formschlüssig verbunden ist. Die Hohlwelle 12 treibt über die Klauenkupplung 13 die Schneckenwelle 14 und über das Schneckengetriebe 15 und 16 das Steuerpolygon an. Die Drehzahluntersetzung beträgt in der ersten Stufe (Schnecke 6 und Rad 7) 55:1; in der zweiten Stufe (15 und 16) 52:1, insgesamt also 2860:1.

Bei der Schnelldrehung des Polygons erfolgt der Antrieb durch einen Drehstrom-Flanschmotor 17 von 1,5 PS bei rund 1400 U/min, welcher über die Klauenkupplung 18 die Welle 19 und das Zahnradgetriebe 20, 21 und 22 die Schneckenwelle 23 betätigt. Die Schnecke 24 treibt das auf der Nabe 26 befestigte Rad 25 an. Bei eingeschaltetem Schnellgang geht der Kraftfluss weiter über die elektromagnetische Lamellen-Kupplung 27, die Übertragungshülse 10 und die Passfeder 11 zur Hohlwelle 12 und zum Schneckengetriebe 15/16. Die Drehzahluntersetzung beträgt beim Schnellantrieb insgesamt rund 1200.

Mit dem Polygon-Schnellantrieb sind auch der Kraftanschluss für das Wechseln der Arbeitsstellung des Revolverkopfes und für die Drehsinnänderung der Spindel verbunden (siehe auch die Beschreibung zum Funktionsschema, Bild 4). Zu diesem Zweck ist mit der Nabe 26, Bild 8, eine Flanschbüchse 28 fest verbunden,

welche über eine Stirn-Zahnkupplung 29 die kurze Hohlwelle 30 und über die Passfeder 31 das Kegelradgetriebe 32 antreibt. Dieses betätigt über einen Kettentrieb 33 die Steuerwelle (Pos. 21 in Bild 4). Bei der Handverstellung des Revolverkopfes wird der Antrieb der Steuerwelle ausgeschaltet. Wird der Handgriff 34, Bild 8, umgeschaltet, so werden durch den Nocken 35 die Achse 36 und die kurze Hohlwelle 30 nach links verschoben, wodurch die Zahnkupplung 29 ausser Eingriff gebracht und das Kegelradgetriebe 32 stillgelegt wird. Die Feder 37 hat die Aufgabe, bei eingeschalteter Steuerwelle den Kraftschluss der Zahnkupplung 29 aufrechtzuerhalten.

Auf der Welle 14 befindet sich eine elektromagnetische Lamellenbremse 38, welche bei Umschaltung auf Handbetrieb über den Endschalter 39 betätigt wird. Dadurch wird die Antriebswelle zum Steuerpolygon stillgesetzt. Der Endschalter 39 bewirkt auch die Lüftung beider Kupplungen 9 und 27 sowie das Aufleuchten der entsprechenden Anzeige am Steuerpult.

Jeder der acht Polygonflächen ist ein Spannungswähler auf der Einstelltafel zugeordnet, mit welchem durch Änderung der Gleichstromspannung für den Motor die Drehgeschwindigkeit des Polygons und folglich auch die Vorschubgrösse bei den entsprechenden Arbeitsgängen vorgewählt werden kann. Die Durchlaufzeit jeder Polygonfläche ist gleich der Arbeitszeit der ihr zugeordneten Werkzeuge; sie kann zwischen 6 und 240 s bzw. 480 s verändert werden, was einem Vorschub von ~ 0 bis 4 mm pro Spindelumdrehung, bezogen auf den gesamten Bereich der Spindelgeschwindigkeiten, entspricht. Die mit den Spannungswählern eingestellten Geschwindigkeiten des Gleichstrommotors bleiben mit einer immer wiederkehrenden Genauigkeit von $\pm 2\%$ konstant

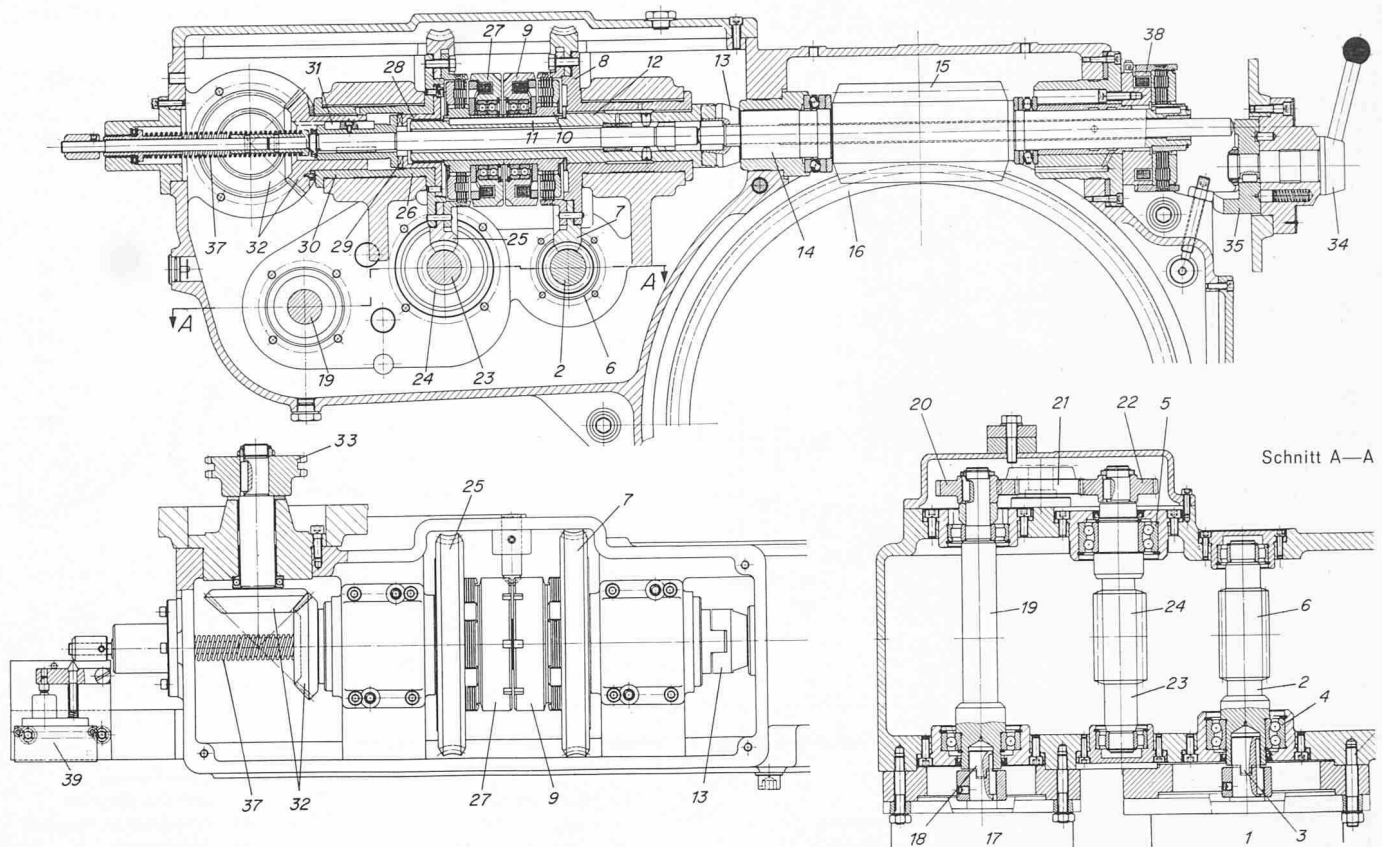


Bild 8. Antrieb des Steuerpolygons

- | | | | |
|--|--|--------------------------------------|--|
| 1 Gleichstrom-Antriebsmotor für Arbeitsbereich | 10 Übertragungshülse | 20, 21, 22 Schnellgang-Getriebe | 32 Kegelradgetriebe zum Steuerwellenantrieb |
| 2 Schneckenwelle zu 1 | 11 Passfeder | 23 Schneckenwelle zu 17 | 33 Kettentrieb zu 32 |
| 3 Klauenkupplung zu 1 | 12 Kupplungs-Hohlwelle | 24 Schnecke zu 17 | 34 Handgriff zum Auskuppeln von 29 |
| 4 Schrägkugellager | 13 Klauenkupplung zu 14 | 25 Schneckenrad-Zahnkranz | 35 Schaltnocken zu 29 |
| 5 Rollenlager | 14 Schneckenwelle | 26 Schneckenrad-Nabe | 36 Schaltachse zu 29 |
| 6 Schnecke zu 1 | 15 Antriebschnecke | 27 Lamellen-Kupplung zum Schnellgang | 37 Druckfeder zu 29 |
| 7 Schneckenrad-Zahnkranz | 16 Polygon-Schneckenrad | 28 Flanschhülse zu 32 | 38 Lamellenbremse |
| 8 Schneckenrad-Nabe | 17 Drehstrom-Antriebsmotor für Schnellgang | 29 Zahnkupplung zu 32 | 39 Endschalter zur Sicherung des Handbetriebes |
| 9 Lamellenkupplung für Arbeitsbereich | 18 Klauenkupplung zu 17 | 30 kurze Hohlwelle zu 32 | |
| | 19 Antriebswelle zu 17 | 31 Passfeder | |

für jeden Zyklus-Ablauf. Die Durchlaufzeit zwischen zwei Arbeitsstellungen des Polygons, also die für das Umstellen des Revolverkopfes nötige Verlustzeit, beträgt rund 2,35 s.

Die Stellung des Revolverkopfes ist mit der des Steuerpolygons synchronisiert. Sollte aus Versehen der Revolver in eine andere als die der Polygonfläche entsprechende Stellung geschaltet worden sein, wird die Maschine automatisch stillgesetzt und die zugehörige Warnlampe auf der Einstelltafel zum Aufleuchten gebracht.

7. Die Spindel und ihr Antrieb

Der im Spindelgehäuse untergebrachte Antrieb besteht aus zwei beliebig zuschaltbaren Getriebestufen, deren Untersetzungsverhältnis 1:4 beträgt, und der Kupplungseinrichtung für die Drehrichtungsumkehr. In den Bildern 9 und 10 ist der Spindeltrieb veranschaulicht; Bild 11 zeigt die Spindel in der neuesten Ausführung für 105 mm Durchlass. Dem Kraftfluss folgend, soll erst der Antrieb beschrieben werden. Damit die Einzelteile sichtbar sind und der besseren Verständlichkeit wegen, wurden im Längsschnitt, Bild 9, die Wellen untereinander gezeichnet; der Querschnitt rechts zeigt die Anordnung der verschiedenen Zahnräder und deren Eingriffstellen. Die Wellen sind zur Verdeutlichung mit den Zahlen I bis V bezeichnet.

Die Abtriebswelle des Wechselgetriebes bildet zugleich den Eingang zum Spindeltrieb (Welle I). Sie ist in einem abnehmbaren Lagergehäuse 2 gelagert. Das auf ihr befestigte Zahnrad 1 ist, wie alle anderen an dieser Maschine, mit gehärteten und geschliffenen Zahnflanken versehen, um die Spiele und die Vibrationen möglichst weitgehend zu beschränken. Diesem Zweck

dient im weiteren das robuste Spindelgehäuse, welches mit zwei Zwischenwänden versehen ist, damit die Wellen möglichst kurz und verwindungssteif ausgeführt werden können; ausserdem wirkt sich für die Starrheit der Anlage die Tatsache günstig aus, dass die Eingriffstellen der Zahnräder sich immer in unmittelbarer Nähe ihrer Lagerungen befinden.

Der Kraftfluss geht vom Zahnrad 1 zum Ritzel 3, welches zusammen mit dem Zahnrad 4 auf der Vorgelegewelle II montiert ist. Die Passfeder 5 stellt den Formschluss her; eine Mutter 6 sichert es gegen Verschiebung. Die Welle II ist auf der Zwischenwand mit einem Zylinderrollenlager 7 und auf der Aussenwand mit einem Rillenkugellager 8 im abnehmbaren Gehäuse 9 gelagert. Von der Welle II geht der Antrieb in zwei Richtungen weiter: Einmal direkt zur linken Kupplungsglocke auf der Welle IV und zum anderen über das Umkehrvorgelege III zur rechten Kupplungsglocke auf der Welle IV. Der Antrieb über das Vorgelege III bewirkt mit der Drehrichtungsumkehr der Spindel auch deren vierfache Drehzahlverminderung.

Bei der hohen Drehzahlstufe der Spindel V wird der Antrieb vom Zahnrad 4 auf das Zahnrad 10 benutzt. Es wird damit das Kupplungsgehäuse 11, in welchem sich der Belagträger 12 und der Reibungsbelag 13 befinden, angetrieben. Dieses Gehäuse kann sich unabhängig von der Welle IV und von der Hülse 14 drehen, da es auf diesen durch die beiden Rillenkugellager 15 drehbar gelagert ist. Der Kraftschluss mit der Welle IV wird von der konischen Kupplungsbacke 16 hergestellt, indem diese nach links verschoben und durch die Reibung auf dem Belag 13 vom Gehäuse 11 mitgenommen wird. Dadurch wird die Bewegung der linken Kupplungsglocke auf die Hülse 14 übertragen und von

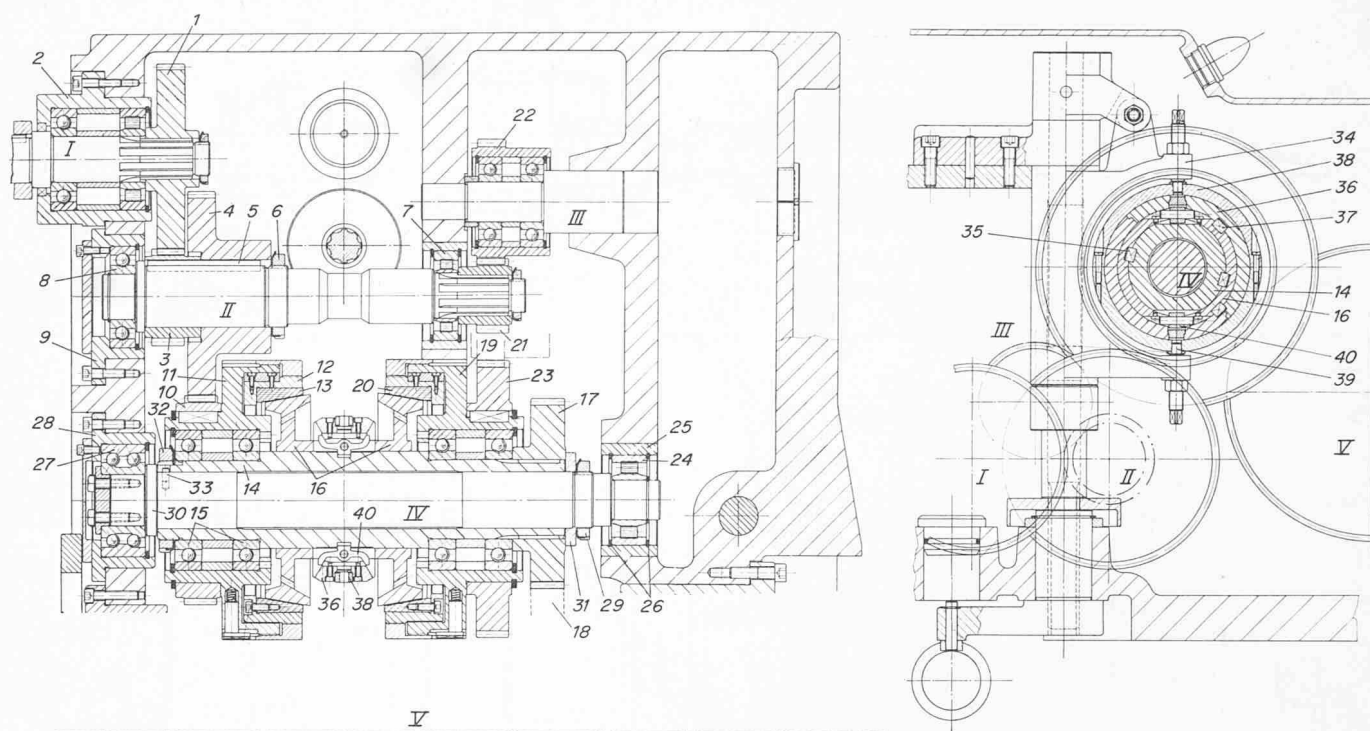


Bild 9. Zweistufiger Spindelantrieb. I Eingangswelle, II Abzweigvorgelege, III Umkehrvorgelege, IV Kupplungswelle, V Spindel

- | | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------|
| 1 Eingangszahnrad | 12 Belagträger | 22 Umkehrzahnrad | 31 Zwischenring |
| 2 Lagergehäuse zu 1 | 13 Reibbelag | 23 Kupplungszahnrad, Langsamlauf | 32 Sicherungsmutter |
| 3 Antriebsritzel zu 2 | 14 Kupplungshülse | 24 Zylinderrollenlager zu IV | 33 zylindrischer Passstift |
| 4 Zahnrad für Schnelldrehung | 15 Rillenkugellager zu 11 | 25 Lagerring | 34 Schaltgabel |
| 5 Passfeder | 16 Kupplungsbacken | 26 Innen-Sicherungsringe | 35 Passfeder zu 16 |
| 6 Sicherungsmutter | 17 Abtriebszahnrad | 27 zweireihiges Schrägkugellager zu IV | 36 Schaltmuffe |
| 7 Zylinderrollenlager zu II | 18 Zahnrad auf Spindel V | 28 Lagergehäuse zu IV | 37 Passfeder zu 36 |
| 8 Rillenkugellager zu II | 19 Kupplungsgehäuse, Langsamlauf | 29 Sicherungsmutter | 38 Schaltring |
| 9 Lagergehäuse zu II | 20 Reibbelag | 30 Wellenansatz | 39 Lagerzapfen |
| 10 Kupplungszahnrad, Schnellauf | 21 Ritzel für Langsamdrehung | | 40 Sperrglied |
| 11 Kupplungsgehäuse, Schnellauf | | | |

dieser auf das durch ein Keilnutenprofil formschlüssig verbundene Zahnrad 17. Dieses treibt unmittelbar das mit der Spindel V durch eine Passfeder verbundene Zahnrad 18 an. Wird die niedrige Drehzahlstufe der Spindel eingestellt (sie dreht dann, sofern nicht gleichzeitig die Drehrichtung des Motors gewechselt wird, nach rechts), werden die Kupplungsbacken 16 nach rechts verschoben, wodurch die Verbindung mit der Kupplungsglocke 11

über den Reibungsbelag 13 gelüftet und dafür ein Formschluss mit der rechten Glocke 19 über den Reibbelag 20 hergestellt wird. Der Kraftschluss geht dann von der Welle II über das Ritzel 21, von hier aus auf das Umkehrzahnrad 22 auf der Welle III, und weiter mit entgegengesetzter Drehrichtung auf das Zahnrad 23, welches mit der rechten Kupplungsglocke 19 durch eine Passfeder drehfest verbunden ist. Über die rechte Kupplungsbacke 16 wird

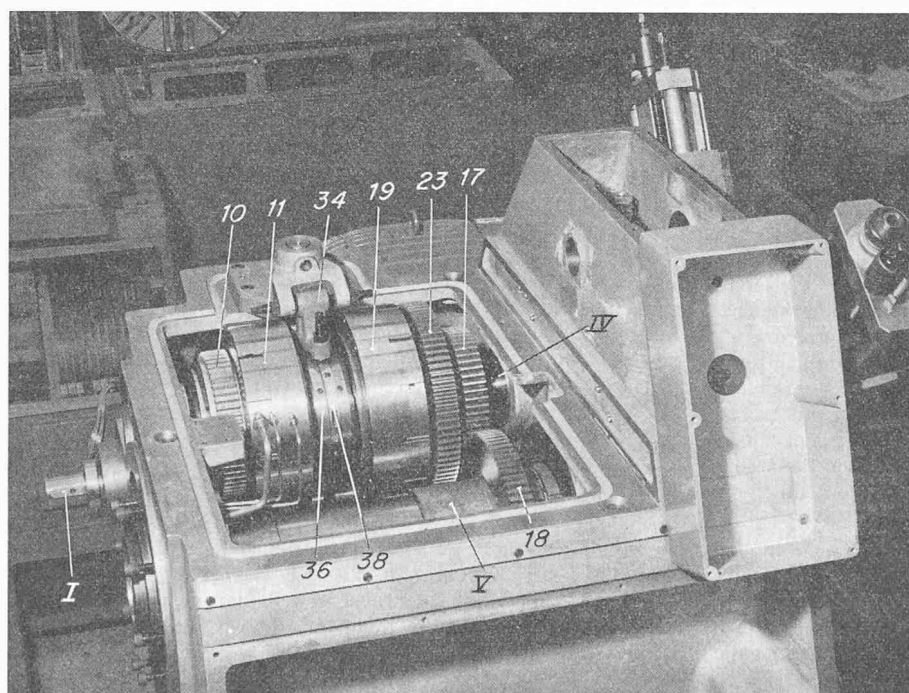


Bild 10. Blick in den geöffneten Spindelkasten. Bezeichnung der sichtbaren Positionen wie in Bild 9

sodann das Zahnradpaar 17 und 18 und somit die Spindel V angetrieben.

Die Kupplungsvorgelegewelle IV befindet sich im oberen Teil des Spindelgehäuses, seitlich der Spindel V, um diese thermisch möglichst wenig zu beeinflussen. Um die Montage zu vereinfachen hat sie nur Lagerungsfunktionen; sämtliche um diese Achse rotierenden Geräte sind auf der Hülse 14 befestigt, die sich leicht anbringen und entfernen lässt, nachdem die Welle aus dem Gehäuse nach links herausgezogen wurde.

Ein Zylinderrollenlager 24, welches in einem Stahlring 25 eingepresst und durch zwei Sicherungsringe 26 gegen Verschiebung gesichert ist, bildet die Wellenlagerung auf der Gehäuse-Zwischenwand. An der Aussenwand ist die Kupplungswelle auf einem zweireihigen Schrägkugellager 27, welches sich im Lagergehäuse 28 befindet, gelagert. Nachdem die Hülse 14 mit den darauf befestigten Teilen über die Welle gesteckt wurde, wird sie mit der Mutter 29 gegen den Ansatz 30 gepresst und gesichert. Der Zwischenring 31 fixiert das auf einem Keilnutenprofil sitzende Zahnrad 17 und das rechte Kupplungsgehäuse 19 über deren gemeinsame Lager-Innenringe auf der Hülse 14. Das linke Kupplungsgehäuse 11 ist ähnlich auf der Hülse angebracht; das Axialspiel wird hier mit der Mutter 32 ausgeglichen. Als zusätzliche Sicherung gegen Verdrehung der Hülse 14 auf der Welle IV dient der zylindrische Stift 33, der in eine stirnseitig an der Hülse angebrachte Nute greift.

Die axiale Bewegung der Kupplungsbacken 16 zum Zwecke der Drehzahlstufen-Änderung wird, wie in Bild 4 schematisch dargestellt, von einem Hebel erzeugt, der über eine entsprechend angeordnete Kupplung von der Steuerwelle betätigt wird. Dieser Hebel bewirkt eine Schwenkbewegung der Schaltgabel 34, Bild 9, welche durch eine Muffe den Kupplungsbacken übertragen wird.

Die Schaltbacken 16 bestehen aus einem Stück und sind mit der Hülse 14 durch zwei Passfedern 35 drehfest verbunden. In der Mitte zwischen beiden Backen ist die zweiteilige Schaltmuffe 36 angebracht und mit diesen durch zwei Passfedern 37 ebenfalls drehfest verbunden. Am Umfang der Muffe 36 ist eine Nute angebracht. Darin wird der aus montage-technischen Gründen auch zweiteilig ausgeführte, stillstehende Schaltring 38 geführt. Dieser weist am Umfang zwei radial angebrachte Bohrungen auf, in welche zwei an der Schaltgabel 34 einstellbar befestigte Zapfen 39 eingreifen; diese übertragen die Schwenkbewegungen über den Ring 38 auf die Schaltmuffe 36. Zwei Sperrglieder 40 bewirken das Einrasten der Muffe in der gewünschten Stellung und halten somit den Kupplungseingriff mit der Übersetzungsstufe entsprechenden linken oder rechten Kupplungsglocke aufrecht.

Die Spindel 1, Bild 11, besteht aus hochlegiertem Spezialstahl und ist gehärtet und geschliffen. Der Innendurchmesser beträgt 110 mm, womit der freie Durchlass für Stangen bis zu 105 mm Durchmesser gewährleistet ist. Da die grossen zu bearbeitenden Werkstücke gewaltige Schnittkräfte verursachen, musste der Lagerung der Spindel besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es finden deshalb ausschliesslich gross bemessene Wälzlager der Qualitätsklasse SP («Spezial-Präzision») Verwendung. Die radialen Schnittkraft-Reaktionen am Vorderende der Spindel werden von einem zweireihigen Zylinderrollenlager 2 mit kegelförmiger

Innenbohrung (Kegel 1:12) in Spezialausführung für Spindellagerungen aufgenommen. Die dynamische Tragzahl C dieses Lagers beträgt rund 25 t.

Unmittelbar hinter dem Lager 2, auf der zylindrischen Stelle der Spindel, ist das zweiseitig wirkende, doppelreihige Axial-Schrägkugellager 3 und 4 angeordnet; es dient der spiellosen Aufnahme axial wirkender Kräfte in beiden Richtungen. Die axiale Festsetzung der Lager 2, 3 und 4 geschieht im äusseren Ringgehäuse 5 durch den Druckring 6, der mit sechs Schrauben M 8 festgezogen wird. Das axiale und radiale Lagerspiel wird mittels der Innenringe der Wälzlager eingestellt, indem diese verspannt werden. Dazu dient die Einstellmutter 7, welche gegen den Anschlagring 8 wirkt. Mit der Gegenmutter 9 wird die Einstellung gesichert. Diese Konstruktion gestattet die Austauschbarkeit der gesamten Spindelbaugruppe, da die Lagereinstellung bereits in der Fabrik vorgenommen und gesichert werden kann, so dass die komplette Spindel nur eingebaut und befestigt zu werden braucht.

Die arbeitstellenseitige Abdichtung der Lagerstellen findet auf zwei Arten statt; einmal durch die Fettrillendichtung 10 am Anschlagring 8, und zum anderen durch die Labyrinthdichtung und die Ölspritzringe am Flansch.

Am hinteren Ende ist die Spindel auf einem Zylinderrollenlager 11 gelagert. Dieses ist durch den Gewinding 12 über den Flansch 13 gegen die Zwischenhülse 14 verspannt und axial geführt. Zwischen dem Flansch 13 und dem Lagergehäuse 15 befindet sich eine Labyrinthdichtung. Die einzige direkte Verbindung zwischen der Spindel und deren Antriebsteile wird vom Zahnrad 16 dargestellt. Dieses wird von der Hülse 14 gegen einen Ansatz an der Spindel festgeklemmt und axial fixiert. Die Passfeder 17 sichert es gegen Verdrehung.

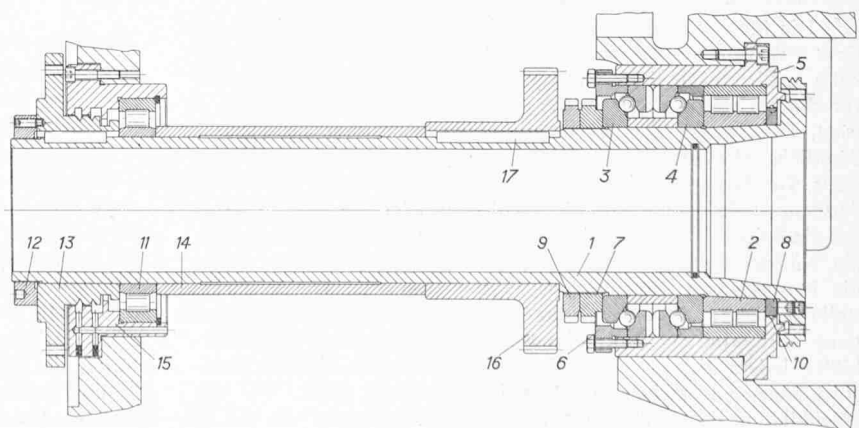
8. Einrichtung für das Voreinstellen der Werkzeuge

Im Vergleich zu den herkömmlichen, kurvengesteuerten Drehautomaten konnten bei dieser Maschine durch die Verwendung der bereits vorgefertigten und nur auf ihre Trägerplatten zu montierenden Steuerlineale die Ein- und Umstellzeiten beträchtlich vermindert werden. Um sie aber auch für die Herstellung kleiner und kleinster Produktionsmengen bis herunter zu 100 Stück wirtschaftlich interessant zu machen, wurde die Entwicklung eines Aggregates intensiv vorangetrieben, welches die Produktions-Ausfallzeiten wesentlich zu verkürzen vermag. Dabei war der Gedanke wegleitend, die Einstellarbeiten für das nachfolgende Werkstück an einer anderen Stelle zu verrichten und dadurch den Zeitpunkt des Stillsetzens der Maschine soweit wie möglich hinauszuschieben.

Aus diesen Bemühungen entstand eine Einstellvorrichtung, mit welcher sowohl die Werkzeuge des Revolverkopfes als auch die zugehörigen Steuerlineale auf ihren Trägerplatten *ausserhalb* der Maschine mit hoher Genauigkeit eingestellt werden können. Der Automat braucht nur für den Einbau der voreingestellten Werkzeuge und Steuerlineale und für allfällige Korrekturen und Feineinstellungen stillgelegt zu werden. Bei sinnvoller und sorgfältiger Anwendung der Methode und des Gerätes kann der Zeitaufwand für diese Arbeiten, selbst bei schwierigen Werkstücken auf maximal zwei Stunden beschränkt werden. Dies bedeutet, dass rund 75 % der Einstellarbeiten während des produktiven Laufes der Maschine verrichtet werden können.

Bild 11. Längsschnitt durch die Premax-Spindel

- 1 Spindel
- 2 Zylinderrollenlager
- 3, 4 Axial-Schrägkugellager
- 5 Lagergehäuse
- 6 Spannring
- 7 Einstellmutter für Radialspiel
- 8 Anschlagring
- 9 Gegenmutter zu 7
- 10 Fettrillendichtung
- 11 hinteres Zylinderrollenlager
- 12 Gewinding
- 13 Flansch
- 14 Lagerhülse
- 15 Lagergehäuse
- 16 Antriebszahnrad
- 17 Passfeder zu 16



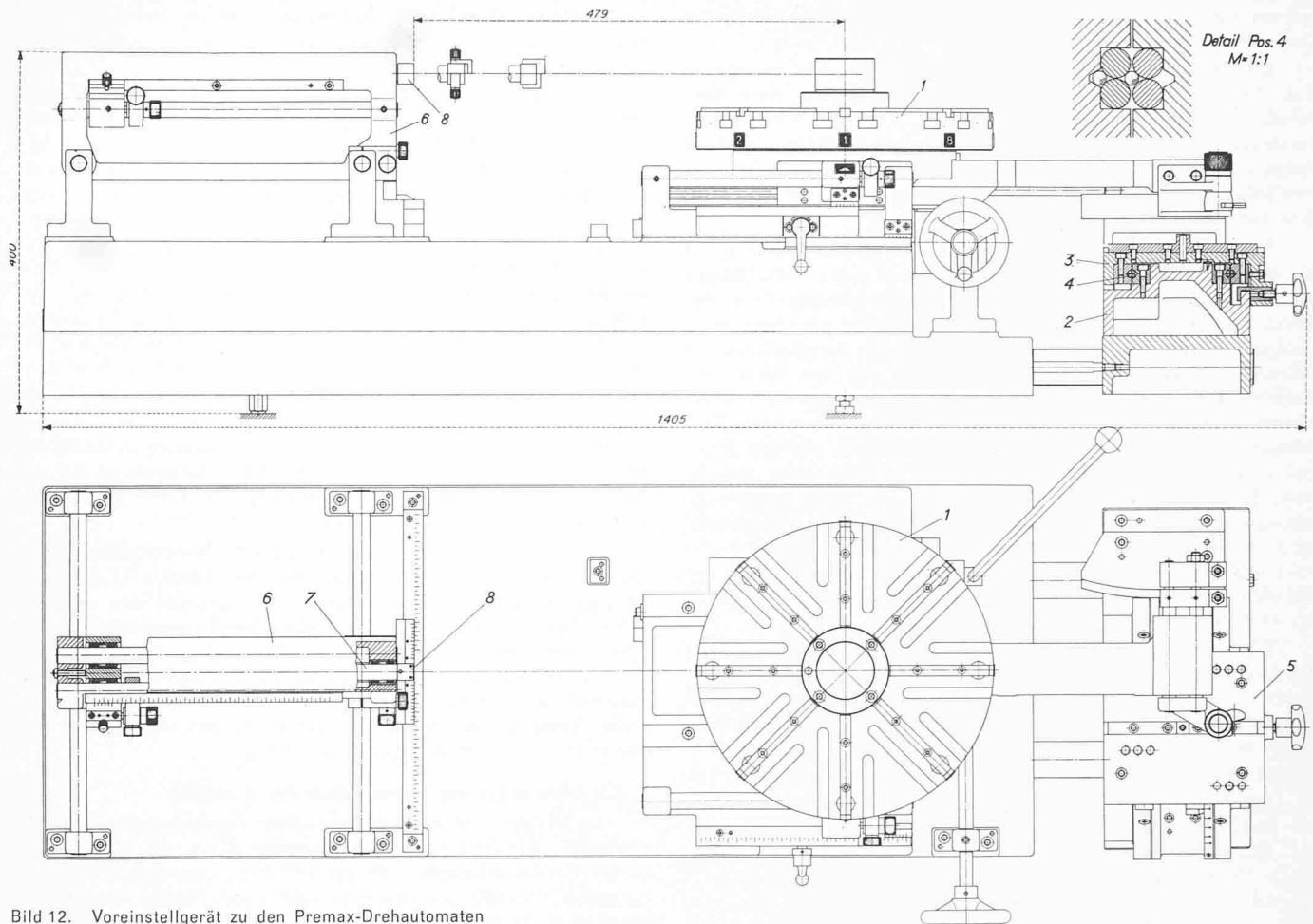


Bild 12. Voreinstellgerät zu den Premax-Drehautomaten

- | | | | |
|----------------|-----------------------------|------------------|----------------------------|
| 1 Revolverkopf | 3 Schwenksegment | 5 Führungsplatte | 7 Achse zum Einstellwürfel |
| 2 Geräteträger | 4 «Dexter»-Wälzlagerführung | 6 Längsbalken | 8 Einstellwürfel |

Die Vorrichtung besteht aus einer massstabgetreuen Nachbildung des Revolverkopfes, welche auf einer Einrichtung horizontal montiert ist, die sowohl Längs- wie auch Drehbewegungen erlaubt, und einer beweglichen Werkstücksimulierbrücke, deren verstellbaren Teile auf hochpräzisen, praktisch spiellosten Führungen gelagert sind. Beide Baugruppen sind auf einer stabilen Grundplatte angebracht.

Rechts neben dem Revolverkopf 1, Bild 12, befindet sich ein Geräteträger 2, auf welchem das Segment 3 schwenkbar um einen der Polygonabmessungen entsprechenden Radius angeordnet ist. Die praktisch spiel- und reibungslose Lagerung des Segmentes 3 erfolgt auf «Dexter»-Wälzlagerbahnen 4. Auf dem Segment 3 befindet sich die Führungsplatte 5, die dem Aufspannen der Steuerlineal-Trägerplatten dient. Diese Einrichtung gestattet die genaue Nachbildung der Bewegung des Steuerlineals auf dem Polygon und deren Übertragung auf den Revolverkopfschlitten. Die Lagerung des Revolverkopfes ist, wie die des Schwenksegmentes, fast reibungslos ausgeführt.

Die Mess- und Simulierbrücke ist mit höchster Präzision auf Dexter-Wälzlagerbahnen gelagert und geführt. Der Längsbalken 6 kann seitlich nach links und nach rechts der Revolverkopfachse verschoben werden. Die Welle 7, welche den Einstellwürfel 8 trägt, kann gegen den Revolverkopf zu herausgezogen werden. Sämtliche Abmessungen entsprechen denen der Maschinen-Arbeitsstelle. Die Distanzen sind beim Revolverkopf in bezug auf dessen Ausgangsstelle an der Maschine, und beim Einstellwürfel in bezug auf die Spindelachse ausgerichtet. Diese Bezugspunkte bilden somit die Nullstellungen für die Messlineale und deren Nonius, sowie die Bezugsachsen für sämtliche Einstellparameter. Die Anfangsstellung der Werkzeugschneidkante bei der Revolver-Längsbewegung wird von der Vorderkante des Einstellwürfels 8 nachgebildet, indem dieser von der Ausgangsstellung um ein der Werkstücklänge entsprechendes Mass herausgezogen wird. Für die Nachbildung der Endstellung wird der Einstellwürfel um die zu

bearbeitende Länge zurückgeschoben. Diese zwei Stellungen begrenzen die Länge der Zustellbewegung des Revolverkopfes für den Arbeitsgang; sie bilden also zugleich die Einstellpunkte für das Steuerlineal, welches danach ausgerichtet wird. Die Zustellung des Revolvers vom Ausgangspunkt bis zum Beginn der Bearbeitungsfläche wird durch ein Annäherungslinéal auf der Trägerplatte überbrückt (siehe auch Bild 6).

Für die Nachbildung des Drehdurchmessers bedient man sich der beiden seitlichen Flächen des Einstellwürfels 8. Dieser wird seitlich so weit verschoben, bis das auf dem Quernonius abzulesende Mass mit dem zu erzeugenden Radius übereinstimmt. Sodann wird die Werkzeugschneidkante an die Bezugsfläche des festgeklammten Einstellwürfels angelehnt. Auf gleiche Weise verfährt man mit allen anderen Arbeitsstellungen des Revolverkopfes und der zugehörigen Steuerlineale. Das Einsetzen in die Maschine der auf diese Art voreingestellten Werkzeuge bereitet keinerlei Schwierigkeiten und kann von angelerntem Personal bewerkstelligt werden.

9. Einstellen des Premax-Drehautomaten

Das Einstellen bzw. das Programmieren der verschiedenen Bearbeitungsparameter geschieht auf dieser Maschine mit wenigen und äusserst einfachen Handgriffen.

Die Schnittgeschwindigkeit richtet sich, wie üblich, nach dem zu bearbeitenden Werkstoff und dem verwendeten Schneidmaterial. Je nach dem Drehdurchmesser wird die günstigste Spindeldrehzahl für jeden Arbeitsgang ermittelt und auf der Einstelltafel eingestellt. Zu diesem Zweck ist für jede der acht Flächen des Steuerpolygons ein Wahlknopf vorgesehen, mit dessen Hilfe das Getriebe elektromagnetisch geschaltet wird.

Die Werkzeug-Zustell- und Vorschubwege werden von der Neigung der zugehörigen Steuerlineale gegenüber der Senkrechten zur Polygon-Drehachse bestimmt. Der Werkzeugvorschub pro Spindelumdrehung ist dagegen von der Drehgeschwindigkeit des

- 1 Motorschutzschalter
- 2 Schalter
- 3 Transformator zu 12
- 4 Handlampe
- 5 Spindelmotor
- 6 Schützensteuerung zu 5
- 7 Schutzschalter
- 8 Schützensteuerung zu 16
- 9 Schutzschalter
- 10 Dreiphasen-Transformator
- 11 Einstelltafel
- 12 Türverriegelung
- 13 Luftschütz zu 14
- 14 Motor für Kühlflüssigkeit
- 15 Bimetallrelais zu 14
- 16 Hilfsmotoren (vier Stück)
- 17 Bimetallrelais zu 16
- 18 Ventile und Magnetkuppelungen
- 19 Autotransformator
- 20 Bimetallrelais zu 23
- 21 «Keltron»-Steuerung zu 23
- 22 Drosselspule zu 23
- 23 Gleichstrommotor
- 24 Relaisanlage
- 25 Sicherungen
- 26 Schalter zu 24
- 27 Steuertafel
- 28 Störungsanzeige
- 29 Anzeige der Spindelarbeit
- 30 Anzeige der Operationszeit

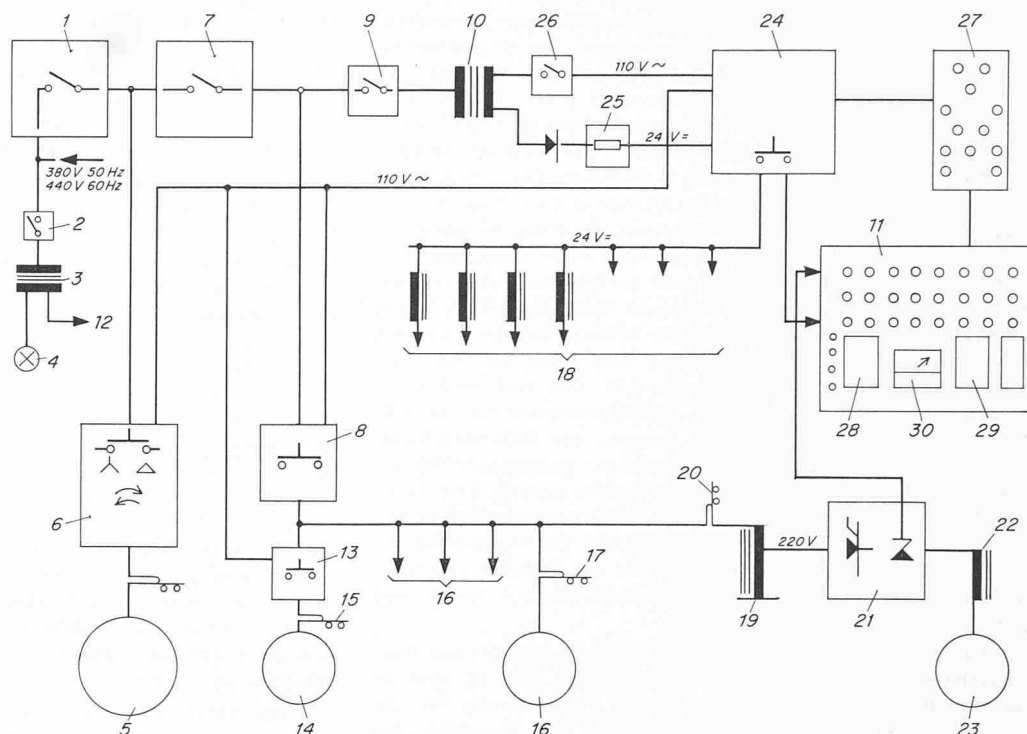


Bild 13. Blockscheema der elektrischen Ausrüstung des Premax-Drehautomaten

Polygons abhängig. Diese ist mit der dem Antriebsmotor zufließenden Gleichstromspannung verhältnismäßig und kann mit Hilfe von je einem Potentiometer pro Arbeitsgang bzw. pro Polygonfläche stufenlos geregelt werden. Da maschinenseitig keine unmittelbare Beziehung zwischen den Drehzahlen der Spindel und denen des Steuerpolygons besteht, wird diese mit einer einfachen Rechnung hergestellt, und zwar über das Verhältnis Weg/Zeit. Die Potentiometer sind so geeicht, dass man mit ihnen die Zeit in Sekunden einstellt, die die zugehörige Polygonfläche für den Durchlauf benötigt.

Die Gesamtzahl N der Spindelumdrehungen für einen Arbeitsgang wird ermittelt durch die Beziehung:

$$N = W / V,$$

wobei W = gesamter Arbeitsweg in mm; V = Vorschub in mm/Umdrehung der Spindel.

Die Zeit, welche beim gewählten Vorschub und bei der nötigen Spindeldrehzahl für den Arbeitsweg erforderlich ist, berechnet sich durch:

$$t = 60 N / n,$$

worin t = Zeit in s; n = Spindeldrehzahl in U/min. Der berechnete Wert von t wird unmittelbar mit dem zugehörigen Potentiometer auf der Programmiertafel eingestellt.

Neben ihrer Einfachheit und Schnelligkeit weist diese Methode den Vorteil auf, dass der Vorschub V bei jedem beliebigen Arbeitsgang sofort und ohne einen anderen Parameter zu beeinflussen, geändert werden kann.

10. Elektrische Ausrüstung

Die Entwicklung der gesamten elektrischen und elektronischen Einrichtung der Premax-Drehautomaten stammt von A. Besson, dipl. Ing. EPUL in Nyon, der nun auch die Schaltschränke (Bild 3), die Einstelltafeln und die Steuertafeln herstellt. Bei der Konstruktion galten Einfachheit im Aufbau und Sicherheit in der Funktion als die zwei Hauptanforderungen. Die Einrichtung weist einige besonderen Merkmale auf, die normalerweise bei Maschinen dieser Art nicht gleichzeitig anzutreffen sind. Darunter seien erwähnt:

1. Betriebsstrom. Die Maschine kann wahlweise mit Drehstrom von 380 V und 50 Hz oder 440 V und 60 Hz betrieben werden. Dazu brauchen nur vier Anschlüsse auf einer Klemmenleiste versetzt zu werden.

2. Die Schaltkreise der verschiedenen Spannungen sind völlig voneinander getrennt, da die Stromrückführung von der Masse isoliert erfolgt.

3. Hilfsschaltkreise. Bei den 24-V-Gleichstrom- und 110-V-Wechselstrom-Hilfs-Schaltkreisen ist je eine Warneinrichtung angebracht, welche Massenschlüsse beider Polaritäten anzeigt. Beide Schaltkreise haben nur einen für beide Pole gemeinsamen, über je eine Lampe führenden Massenschluss. Kommt an beliebiger Stelle des Schaltkreises ein Massenschluss zustande, dann erlischt die zugehörige Lampe an der Einstelltafel.

4. Baugruppen. Die verschiedenen Teile der Einrichtung sind je nach deren Funktionen in getrennte Gruppen zusammengefasst. Die Elemente, welche der Stromumformung dienen, befinden sich im unteren Teil des Schaltschranks in einem Kasten, der mit Öffnungen für die Wärmeableitung versehen ist. Alle anderen Bauelemente sind in geschlossenen, staubgeschützten Kästen untergebracht.

Auf einer gesonderten Tafel sind alle Einheiten montiert, die dem Schutz der Maschine und deren Elemente dienen. Die verschiedenen Schützen und Sicherungen sind so verdrahtet, dass wenn ein Fehler irgend ein Sicherungselement zum Ansprechen bringt, augenblicklich die ganze Maschine stillgesetzt wird. Die Gruppe der Steuerelemente, d. h. die Relais und Halbleiter sowie die zugehörigen gedruckten Schaltungen befinden sich auf einem kleinen Klappgestell. Dahinter sind die Schützensteuerungen für die Motoren zusammengefasst.

5. Verriegelungen. Das Zusammenspiel sämtlicher Funktionen der Maschine ist allseits elektrisch und elektronisch so verriegelt, dass im Falle einer falschen Bewegung oder des Ausfalls einer Gruppe sofort alle Motor-Schutzschalter zum Ausfallen gebracht werden. Dies ist besonders wichtig im Falle der Synchronisation des Revolverkopfes mit der zugehörigen Arbeitsfolge. Die Anzahl der Verzögerungsrelais wurde weitgehend vermindert und durch elektronische Verriegelungen (Halbleiterelemente) ersetzt.

Die gewählte Bauweise erlaubt nicht nur eine äusserst kompakte Konstruktion des Schaltschranks, sondern gewährt beste Übersicht, was für die Durchführung von Reparaturen, Kontrollen usw. wichtig ist. Ausserdem können die einzelnen Baugruppen vorgefertigt werden, was die Montagezeiten erheblich vermindert. Die streng eingehaltene Kennzeichnung aller Klemmen, Kabel und Anschlüsse erlaubt die schnelle Verkabelung der Maschine; die Inbetriebsetzung, Funktionskontrolle und Justierung der Anlage nach dem Verdrahten erfordert kaum mehr als einen halben Tag.

Das Blockscha, Bild 13, veranschaulicht das Zusammenwirken der einzelnen elektrischen Baugruppen. Am Stromeingang, vor dem Motorschutzschalter 1 befindet sich ein Abzweig, der über den Schalter 2 zum Transformator 3 führt. Dieser speist die Türverriegelung und die Handlampe 4, welche beim Öffnen der Tür aufleuchtet. Vom Schutzschalter 1 aus wird der Spindelmotor 5 über die Schützensteuerung 6 gespeist. Der 110-V-Hilfsschaltkreis steuert die Schaltung des Spindelmotors. Vom Schutzschalter 7 werden über die Schützensteuerung 8 die Hilfsmotoren und über den Schalter 9 der Transformator 10 gespeist. Der Transformator 10 ist dreiphasig und liefert Wechselstrom von 110 V sowie Dreiphasenstrom, der nach dem Gleichrichten eine Spannung von 24 V aufweist. Trotz der höheren Kosten wurde ein Dreiphasen-Transformator vorgesehen, weil damit der gleichgerichtete Strom eine Pulsation von nur 4 % statt eine solche von 48 % bei der Verwendung eines Einphasentransformators aufweist. Ausserdem wird damit der Neigung der Schutzkondensatoren, Leerlauf-Überspannungen einzuleiten, entgegengewirkt, so dass auf Schutzwiderstände verzichtet werden könnte. Der 24-V-Stromkreis speist die Relais-Spulen, die elektromagnetischen Kupplungen des Getriebes und des Polygons, die Elektromagnete für den Drehsinnswechsel der Spindel und für die Revolverschaltung, die Signallampen und die Ventile des hydraulischen Spann- und Stangenvorschubkreises.

Auf der Einstelltafel 11, die mit einem durchsichtigen, verschliessbaren Deckel versehen ist (siehe auch Bild 1), sind zu jeder Stellung des Revolverkopfes je ein Potentiometer für die Vorschubeinstellung, ein Wahlschalter für das Einstellen der Spindelgeschwindigkeit und eine Lampe, die beim Aufleuchten die in Arbeit befindliche Polygonstellung anzeigt. Links unten sind die Warnlampen angebracht: Ausser befinden sich jene, die einen Massenschluss in den Hilfsstromkreisen anzeigen. Daneben werden die sonstigen Störungen gemeldet; eine rote Lampe blinkt abwechselungsweise mit einer gelben, welche das entsprechende Symbol aufweist: Öldruckabfall, Überhitzung eines Motors, Ende der Stange und mangelnde Synchronisation des Revolverkopfes. In der Mitte befindet sich das Anzeiginstrument, welches die Zeit für den zugeschalteten Arbeitsgang in Funktion der Polygon-Drehgeschwindigkeit anzeigt, und rechts daneben sind die Angaben über die Spindelarbeit zusammengefasst, nämlich die Drehrichtung, die Drehzahlstufe 1:1 oder 1:4 des Spindeltriebes und die Drehzahlstufe des Spindelmotors (schnell, 1500 U/min bzw. langsam, 1000 U/min).

11. Bearbeitungsbeispiele

a) Futterarbeit

Aus den vielen Werkstücken, die bisher mit den Premax-Drehautomaten versuchs- oder serienmässig hergestellt wurden, soll nachfolgend ein Beispiel beschrieben werden, welches typisch ist für die Vielseitigkeit und die leichte Einstellbarkeit dieser Maschine, und aus welchem hervorgeht, dass sie auch für kleine Serien geeignet ist.

Es handelt sich um eine Teilefamilie, bestehend aus vier verschiedenen, jedoch ähnlichen Werkstücken, welche aus zwei Schmiederohlinge gedreht werden. Das Material ist Chrom-Nickel-Stahl der Sorte 18/8 mit einer Festigkeit von rund 70 kp/mm². Nach dem Vordrehen (Schruppen) müssen sie auf etwa 90 kp/mm²

vergütet werden, wonach eine teilweise Feinbearbeitung folgt. Die anfallenden Stückzahlen dieser Teile sind sehr klein. Für den Hersteller ist es daher wirtschaftlicher, das grosse Zerspanungsvolumen und damit auch die längeren Bearbeitungszeiten, welche bei einigen Teilen anfallen, in Kauf zu nehmen, als für jedes Werkstück ein gesondertes Schmiedegesenk anzufertigen.

Die angestellten Untersuchungen liessen erkennen, dass mit dieser Maschine eine wirtschaftlich günstige Möglichkeit für das Drehen solcher Werkstücke besteht, wenn man die Bearbeitung so plant, dass sie die gesamten Teilefamilie umfasst. Die in weiten Bereichen leicht zu bewerkstellende Anpassung der Steuerung dieser Maschine bewirkt, dass die Umstellarbeiten, welche beim Übergang von der Produktion des einen auf das andere Werkstück anfallen, weitestgehend vermieden werden können. Es müssen nur teilweise kleine Korrekturen vorgenommen und einige Werkzeuge ausgewechselt werden. Auch bei den nötigen Umspannungen der Teile konnte erreicht werden, dass die Steuerung für die meisten Arbeitsgänge unverändert bleibt. Jene Arbeitsfolgen, die für zwei oder mehr Teile ähnlich sind, werden von den gleichen Elementen (Polygonfläche, Lineale) gesteuert, so dass nur für solche, die auf diese Weise nicht durchgeführt werden können, eine gesonderte Polygonfläche belegt zu werden braucht. Die für ein bestimmtes Werkstück oder für einen Arbeitsgang nicht benötigten Lineale können auf dem Polygon verbleiben, so dass die Einstellung praktisch für die ganze Teilefamilie auf der Maschine gespeichert ist.

Die Möglichkeit, beliebige Strecken im Zyklus-Ablauf beschleunigt durchzufahren, erlaubt dieses Vorgehen ohne wesentliche Beeinflussung der Bearbeitungskosten. So benötigt man für das Durchfahren jeder nicht benutzten Polygonfläche im Schnellgang nur 4,5 s, was im Verhältnis zur gesamten Bearbeitungszeit für Werkstücke solcher Grösse vernachlässigbar wenig ist.

Von der genannten Vier-Teile-Familie wird auf die zwei in Bild 14 veranschaulichten Werkstücke A und B eingegangen, die aus dem gleichen Rohmaterial stammen. Die beiden Teile sind im Schnitt dargestellt und mit den Hauptmassen versehen; vom Rohmaterial ist die Kontur dargestellt. Die Tabellen 2 und 3 zeigen schematisch den Arbeitsablauf beim Drehen dieser beiden Werkstücke. Die arabischen Zahlen links bezeichnen die für die Bearbeitung belegten Polygonflächen bzw. Revolverkopfstellungen. Die leeren Felder gehören zu Arbeitsstellungen, welche für die Fertigung des betreffenden Teiles nicht benötigt und daher im Schnellgang durchlaufen werden. Die römischen Zahlen I bis V bezeichnen die verschiedenen Aufspannungen des Werkstückes für dessen Bearbeitung. Während der Aufspannung I werden der Spanndurchmesser und die Bezugsfläche für die nachfolgenden Arbeitsgänge erzeugt. Danach werden beide Seiten vorgedreht (Aufspannungen II und III). Anschliessend müssen die Teile vergütet werden, um sie nachher auf beiden Seiten fertig zu drehen. Da für die Wärmebehandlung die spanabgebende Bearbeitung der Werkstücke ohnehin unterbrochen werden muss, finden die unumgänglichen Umstellungen der Maschinensteuerung möglichst zwischen den Arbeitsstufen III und IV statt.

Die Werkzeuge sind auf den Tabellen 2 und 3 in ihren Endstellungen dargestellt; die fett ausgezogenen Linien veranschaulichen die Bearbeitungsstrecken der jeweiligen Werkzeuge. Am

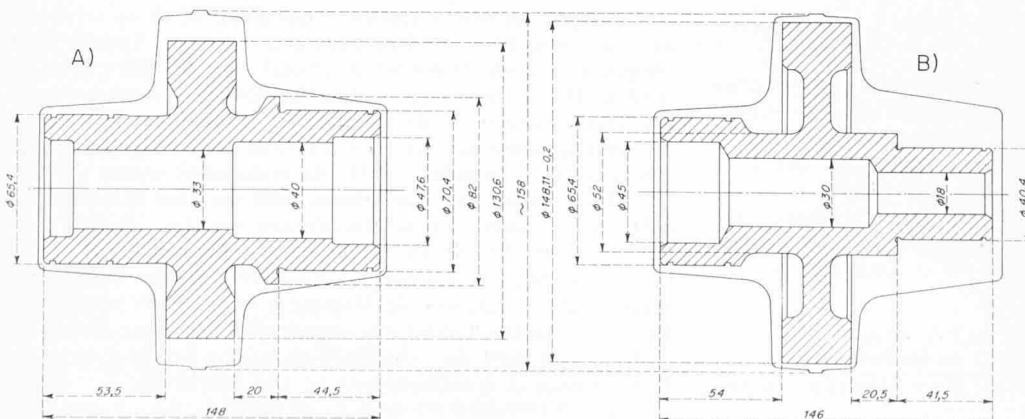


Bild 14. Werkstücke aus Cr-Ni-Stahl, die aus dem gleichen Schmiedeteil gefertigt werden. Arbeitsablauf nach Tabelle 2 (Teil A) und Tabelle 3 (Teil B)

	I	II	III	IV	V
2					
4					
5	Bezugsebene				
6					
7					
8					
	Schlittenanordnung				
t	S	450	500	198	257
t_k	S	47	44,5	42	43
t_b	S	10	10	10	10
Gesamt s		507	554,5	250	310

Tabelle 2. Darstellung der Bearbeitungsfolgen für die Herstellung des Werkstückes A, Bild 14, t produktive Maschinenzeit (Totzeit), t_k unproduktive Maschinenzeit (Totzeit), t_b Beschickungszeit

	I	II	III	IV	V
2					
4					
5	<i>Bezugsebene</i>				
6					
7					
8					

t	S	367	632	597	292	211
t_k	S	47	39	42	42	44
t_b	S	10	10	10	10	10
Gesamt	s	424	681	649	344	265

Tabelle 3. Darstellung der Bearbeitungsfolgen für die Herstellung des Werkstückes B, Bild 14. t produktive Maschinenzeit, t_k unproduktive Maschinenzeit (Totzeit), t_b Beschickungszeit

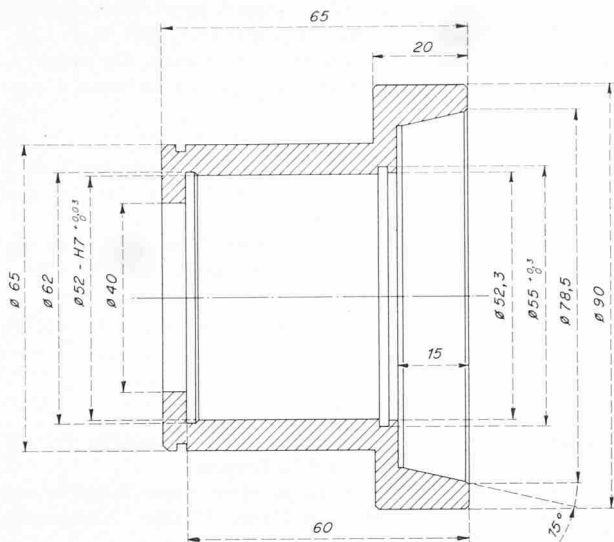


Bild 15. Drehteil aus Automatenstahl. Die Arbeitsfolge bei der Herstellung aus Stangenmaterial ist in Tabelle 4 dargestellt

Füsse beider Tabellen sind die Bearbeitungszeiten für jede Aufspannung I bis V aufgeführt. Es ist bemerkenswert, dass die Summe aller Tot- und Beschickungszeiten beim Teil A, Bild 14, nur 11,8 % der Gesamtzeit betragen. Beim Werkstück B sind es sogar nur 11,2 %. Die gesamten Produktionszeiten stellen sich wie folgt zusammen: Teil A, Gesamtzeit 2317 s, wovon 222 s ablaufbedingt unproduktiv und 50 s Ladezeit; Teil B, Gesamtzeit 2363 s, wovon 214 s unproduktiv und 50 s Ladezeit. Die ausserordentlich guten Ergebnisse bei der Zerspanung dieser Werkstücke veranlasste die Firma Premax S. A., trotz des etwas schwierigen Materials, die Gewähr zu übernehmen, dass mindestens 100 Stück derselben gedreht werden können, ohne die Werkzeuge nachschleifen oder nachstellen zu müssen.

b) Stangenarbeit

Bei der Herstellung von Drehteilen, die in grossen Serien aus Stangenmaterial gefertigt werden, verschiebt sich das Verhältnis zwischen den verschiedenen unproduktiven Zeiten gegenüber der gesamten, für die Fabrikation benötigten Zeit. Die Einrichtezeit selbst beeinflusst die Kostenrechnung umgekehrt proportional zur Losgrösse und jene Zeiten, welche für das Nachstellen und Nachschleifen der Werkzeuge aufgewendet werden, sowie die ablaufbedingten Totzeiten während des Umschaltens der Arbeitsstellen an der Maschine gewinnen an Bedeutung, da sie unter gleichen Bedingungen konstant sind. Bei solchen Arbeiten wird in erster Linie eine immer wiederkehrende Genauigkeit der Werkstücke über die Stückzahl angestrebt. Da diese eine Funktion der Werkzeugstandzeit ist, wird der Werkzeugverschleiss zur wichtigsten Einflussgrösse sowohl in Bezug auf die Produktionszeiten als auch bezüglich der Herstellungsgenauigkeit.

In erster Näherung ist die Standzeit der Werkzeuge abhängig vom zu bearbeitenden Material, vom Schneidenwerkstoff sowie von der Schnittgeschwindigkeit und vom Vorschub. Dies trifft aber nur bedingt zu, denn zwei verschiedene Maschinen, die unter identischen Voraussetzungen betrieben werden, können völlig unterschiedliche Ergebnisse in Bezug auf den Werkzeugverschleiss und folglich auch auf die Gleichmässigkeit der Erzeugnisse liefern. Entsprechende Untersuchungen haben erwiesen, dass diese Erscheinung bei spanabgebenden Maschinen unter anderem eine Funktion der Laufruhe ist. Demnach verursachen stabil und schwer gebaute Maschinen, welche weitgehend erschütterungsfrei, insbesondere ohne hochfrequente Vibrationen laufen, einen weit aus geringeren Verschleiss der Werkzeugschnittkanten; die Genauigkeit der Erzeugnisse bleibt damit über grössere Stückzahlen erhalten und die erzielbare Oberflächengenauigkeit ist besser und gleichmässiger.

Das in Bild 15 dargestellte Werkstück stellt ein typisches Beispiel eines Gross-Serienteils für die Bearbeitung aus Stangenmaterial dar. Es weist einige Merkmale auf, welche die Herstellung und die Bearbeitungszeiten in erschwerender Form be-

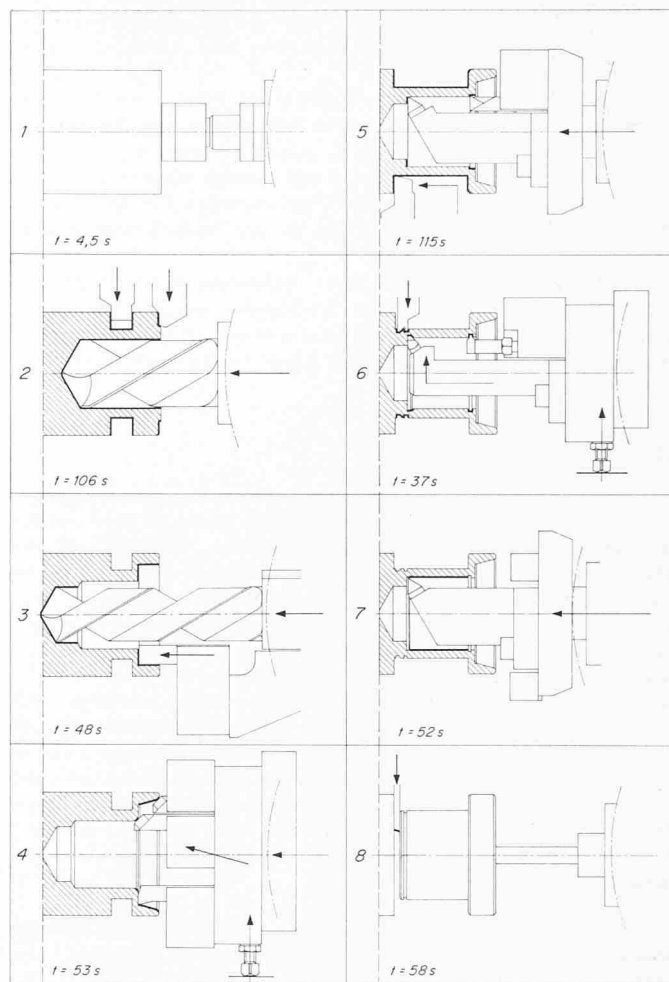


Tabelle 4. Arbeitsfolge bei der Herstellung des Teiles nach Bild 15

einflussen. In erster Linie ist dabei die erforderliche Genauigkeit der 52-mm-Bohrung zu erwähnen, deren gesamte zugelassene Abweichung nur 0,03 mm beträgt; sie wird nach dem Bohren auf Grund des hinteren Ansatzes von 40 mm Innendurchmesser mit einem normalen Schnittwerkzeug fertiggedreht, was grosse Anforderungen an die Präzision der Maschine stellt. Ausserdem fällt das grosse zu zerspanende Materialvolumen auf.

Das Werkstück besteht aus Automatenstahl mit einer Festigkeit von rund 70 kp/mm². Tabelle 4 veranschaulicht den Arbeitsablauf auf dem Premax-Automat in ähnlicher Form wie in den Tabellen 2 und 3 für das Beispiel der Futterarbeiten. Dafür werden, neben den acht Stellungen des Revolverkopfes, alle vier Werkzeugschlitten gebraucht. Jede Arbeitsfolge ist mit der Angabe der produktiven Zeit t versehen. Die gesamte Fertigungszeit beträgt 494,5 s; diese beinhaltet einen Anteil an Totzeiten von nur 5,15 % oder 25,5 s. Zu der hohen Arbeitsgeschwindigkeit erlaubt die bei dieser Maschine verwirklichte stabile Konstruktion und Laufruhe die ununterbrochene, masshaltige Herstellung von Losgrössen zwischen 500 und 1000 Stück solcher Teile.

12. Zusammenfassung und Schlussbemerkung

Mit der Premax PB 90 wurde eine automatische Einspindel-Drehmaschine für Stangen- und Futterarbeiten auf den Markt gebracht, die zu den grössten dieser Art zu zählen ist. Bei ihr konnten die Forderungen nach leichter und zeitsparender Einstellung sowie nach vollautomatischem Zyklusablauf mit sehr kurzen Totzeiten in einfacher Weise erfüllt werden. Sämtliche Bewegungen und Teilstrecken, die nicht direkt mit Arbeitsleistung verbunden sind, können automatisch beschleunigt durchfahren werden, ohne die Schnittgeschwindigkeit zu beeinflussen, was ihn im Vergleich zu kurvengesteuerten Maschinen zu einem der schnellsten Drehautomaten im derzeitigen Angebot macht. Diese Merkmale machen diese Maschine sowohl für grosse als auch für kleine Produktionsserien geeignet und wirtschaftlich interes-

sant. Ferner bedarf sie wegen der einfachen mechanischen Steuerung für die Bedienung, Betreuung und Unterhalt keines spezialisierten Personals.

Eine sinnvoll konstruierte Vorrichtung ergänzt die Maschine und erlaubt das Voreinstellen vieler Werkzeuge und Steuerungen ohne die laufende Produktion zu stören, so dass die Stillstandzeiten auf ein Mindestmass beschränkt werden können.

Die bisher von den Benutzern gesammelten Erfahrungen bestätigen, dass mit dieser Maschine in der Serienfertigung ohne nennenswerte Schwierigkeiten Masstoleranzen der ISA-Reihe IT 6 (Gesamtabweichung 0,013 mm beim Nennmass 30 mm; 0,022 mm bei 100 mm) auch über grosse Stückzahlen eingehalten werden können. Die Standzeit der Werkzeuge erwies sich dabei als ausserordentlich gut. Dies wird in erster Linie der Tatsache zugeschrie-

ben, dass die Maschine selbst bei grossen Schnittkräften und bei unterbrochenem Schnitt praktisch erschütterungsfrei läuft. Insbesondere konnten die hochfrequenten Vibrationen, die einen besonders starken Werkzeugverschleiss verursachen, vermieden werden.

Die Massnahmen gegen die thermische Einwirkung auf die wichtigsten Maschinenteile haben sich bewährt, denn auch nach achtstündigem ununterbrochenem Lauf werden die Spindel und die Werkzeugschlitten kaum handwarm.

Die hervorstechenden Merkmale dieser Neukonstruktion der schweizerischen Maschinenindustrie haben die Firma The Cleveland Automatic Machine Co. in Cincinnati veranlasst, die Herstellungslizenz der Premax-Drehautomaten für die USA zu erwerben.

Umschau

Messung des Feuchtigkeitsgehaltes in Beton. Ein kleines tragbares Instrument «Concretemaster» wurde von der Firma *Sir John Gallwey (Instruments) Ltd.*, Marlow, Buckinghamshire, England, auf den Markt gebracht, welches den Feuchtigkeitsgehalt von Betonböden misst und anzeigt, ob der Beton zur Aufnahme von Fliessen oder anderen Bodenbelägen trocken genug ist. Es soll sich für alle gängigen Mischungen eignen. Für die Messung werden im Boden, im Abstand von 15 cm, zwei 25 mm tiefe Löcher gebohrt, mit einer leitenden Spezialflüssigkeit gefüllt und zwei Elektroden darin eingeführt. Auf einer Skala ist eine direkte Ablesung möglich; Berechnungen sind nicht nötig und Korrekturen bei Temperaturschwankungen werden selbsttätig vorgenommen. Auf der Skala sind auch die höchstzulässigen Feuchtigkeitsgrenzwerte für die verschiedenen Bodenbeläge angegeben. Das Instrument ist in einem Gehäuse von 150×165×90 mm untergebracht und wiegt rund 1,5 kg. Als Stromquelle dient eine 9-V-Batterie. DK 543.71:691.32

«Zent» nun auch in Skandinavien. Die Firma Zent AG Bern hat zusammen mit einer der grössten schwedischen Heizungs- und Lüftungsfirmen, der AB Nordiska Värme Sana in Göteborg, die «Nordzent» gegründet. Zweck der Gesellschaft ist der Absatz und die Entwicklung von Geräten, Systemen und Methoden im Heizungs-, Ventilations-, Kühl-, Belüftungs- und Schallschluckgebiet, insbesondere aber der Vertrieb der Frenger- Deckenstrahlungsheizung in ganz Skandinavien. DK 061.5

Wettbewerbe

Primarschulhaus mit Turnhalle in Heiden. Das *Generalsekretariat des SIA* gibt bekannt:

Da die Wettbewerbsbedingungen für den Projekt-Wettbewerb für ein Primarschulhaus mit Turnhalle in Heiden der SIA-Norm Nr. 152 «Grundsätze für architektonische Wettbewerbe» nicht entsprechen, ist die Teilnahme am Wettbewerb für alle Mitglieder des SIA, des BSA, des FSAI sowie für die Fachleute, welche im Schweizerischen Register REG eingetragen sind, *gesperrt*.

Kath. Kirche mit Pfarrhaus und Kirchgemeindehaus in Zürich-Affoltern (SBZ 1967, H. 41, S. 755). Die überarbeiteten Wettbewerbsprojekte (1. und 2. Preis) sind von der Expertenkommission beurteilt worden. Kirchenpflege und Baukommission haben die Architekten Wilhelm und Eugen O. Fischer, Zürich (2. Wettbewerbspreis) mit der Weiterbearbeitung beauftragt. Für diesen Entscheid sprachen hauptsächlich betriebliche Gründe. Aus architektonischen Erwägungen wäre das Projekt von Arch. Walter Moser, Zürich (1. Wettbewerbspreis) vorzuziehen gewesen.

Zentral-Schulhaus für die Gemeinden Buchberg und Rüdlingen SH (SBZ 1967, H. 37, S. 684). Die ursprünglich vorgesehene Einreichungsfrist wurde bis zum 14. Februar 1968 verlängert, damit – entsprechend dem Wunsche der Gemeinde Buchberg – noch Varianten ausgearbeitet werden konnten. Es wurden 33 Projekte beurteilt mit folgendem Ergebnis:

1. Preis (4500 Fr. mit Empfehlung zur Weiterbearbeitung) Dieter Villinger, Hans G. Zuppinger, Schaffhausen, Mitarbeiter Franz Morath
2. Preis (4000 Fr.) Alex Eggimann, Zürich (in Firma Walter Schindler, Zürich)

3. Preis (3000 Fr.) Walter M. Förderer, Basel, Mitarbeiter W. Jeiziner, Basel und Schaffhausen

4. Preis (2500 Fr.) Paul und Urs P. Meyer, René Huber, Schaffhausen

5. Preis (2000 Fr.) Alfred Klaiber, in Firma Klaiber, Affeltranger, Zehnder, Winterthur

Ankauf (1000 Fr.) Paul Albiker, Schaffhausen

Ankauf (1000 Fr.) Hans Oechslin, Schaffhausen, Mitarbeiter Peter Studer

Entschädigungen von je 1000 Fr. für die Ausarbeitung einer Variante erhielten zusätzlich:

Paul und Urs P. Meyer, René Huber, Schaffhausen (4. Rang)

Scherrer und Pfister, Karl Pfister, Meinrad Scherrer, Peter Hartung, Karl Scherrer, Schaffhausen (Projekt Nr. 9)

Hugo Müller, Zürich (Projekt Nr. 31)

Die Projektausstellung ist geschlossen.

Ankündigungen

Internationale Fachtagung über Wärmeschutz, Luzern

Die diesjährige ordentliche Generalversammlung der CEDULI (Confédération européenne du liège, mit Sitz in Lissabon) findet in Luzern statt. Im Rahmen dieser Generalversammlung organisiert die Vereinigung der Schweiz. Korkindustrie eine *internationale Fachtagung über Wärmeschutz*, die am 14. Mai im Kunsthause abgehalten wird. Die namhaften Referenten, Frau J. Sauerbrunn, dipl. Phys., Mannheim; Dr. W. F. Cammerer, München; Prof. Dr. W. Schüle, Stuttgart; Dr. H. Ball, Wittenheven; Dir. H. Zeier, Zürich und dipl. Ing. W. Gretener, Zürich, werden zu aktuellen Isolierfragen Stellung nehmen. Diese Tagung, zu der die Baufachleute (Architekten, Ingenieure, Bauunternehmer usw.) eingeladen sind, wird zu einer Begegnung von Produzenten, Verbrauchern und Baufachleuten aus dem EWG- und EFTA-Raum werden. Die Anmeldefrist läuft am 20. April 1968 ab. Auskünfte erteilt: *Peter Siegrist*, Postfach 70, 5737 Menziken.

Vortragskalender

Donnerstag, 18. April. STV Bern. 20.15 h im Vereinshaus des KV, Zieglerstrasse 20. *H. Baumann*, Ing., Wallisellen: «Luftkissenfahrzeuge».

Freitag, 19. April. Kolloquium für Technische Wissenschaften an der ETH. 17.15 h im Hörsaal VI des Maschinenlaboratoriums, Sonneggstrasse 3. Prof. Dr. *A. J. Durelli*, The Catholic University of America, Washington: «Représentation Visuelle des Déplacements, Déformations et Contraintes».

Dienstag, 23. April. Vereinigung Schweiz. Betriebsingenieure. 16.15 h im Hörsaal I des Maschinenlaboratoriums der ETH, Sonneggstrasse 3, 8006 Zürich. Dipl. Ing. *Liebling*, ETH, Zürich: «Lagerhaltung bei stochastischen Ein- und Ausgängen».

Mittwoch, 24. April. Vereinigung Schweiz. Betriebsingenieure. 20.15 h im Hörsaal VI des Maschinenlaboratoriums der ETH, Sonneggstrasse 3, 8006 Zürich. Dr. *A. Deyhle*, Frankfurt: «Die Funktion des Controllers in europäischer Sicht».

Nachdruck von Bild und Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.
Redaktion: W. Jegher, A. Ostertag, G. Risch, M. Künzler; Zürich-Giesshübel, Staffelstrasse 12, Telefon (051) 23 45 07 und 23 45 08.

Briefpostadresse: Schweiz. Bauzeitung, Postfach, 8021 Zürich