

WERKSTATTBÜCHER

HERAUSGEBER H.HAAKE

HEFT 80

A. SCHATZ

AUSSENÄUMEN



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

WERKSTATTBÜCHER

FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE U. FACHARBEITER
HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. H. HAAKE VDI

Jedes Heft 50—70 Seiten stark, mit zahlreichen Textabbildungen

Preis: RM 2.— oder, wenn vor dem 1. Juli 1931 erschienen, RM 1.80 (10% Notnachlaß)

Bei Bezug von wenigstens 25 beliebigen Heften je RM 1.50

Die Werkstattbücher behandeln das Gesamtgebiet der Werkstattstechnik in kurzen selbständigen Einzeldarstellungen; anerkannte Fachleute und tüchtige Praktiker bieten hier das Beste aus ihrem Arbeitsfeld, um ihre Fachgenossen schnell und gründlich in die Betriebspraxis einzuführen. Die Werkstattbücher stehen wissenschaftlich und betriebstechnisch auf der Höhe, sind dabei aber im besten Sinne gemeinverständlich, so daß alle im Betrieb und auch im Büro Tätigen, vom vorwärtsstrebenden Facharbeiter bis zum leitenden Ingenieur, Nutzen aus ihnen ziehen können. Indem die Sammlung so den einzelnen zu fördern sucht, wird sie dem Betrieb als Ganzem nutzen und damit auch der deutschen technischen Arbeit im Wettbewerb der Völker.

Einteilung der bisher erschienenen Hefte nach Fachgebieten

I. Werkstoffe, Hilfsstoffe, Hilfsverfahren Heft

Das Gußeisen. 2. Aufl. Von Chr. Gilles	19
Einwandfreier Formguß. 2. Aufl. Von E. Kothny	30
Stahl- und Temperguß. Von E. Kothny	24
Die Baustähle für den Maschinen- und Fahrzeugbau. Von K. Krekeler	75
Die Werkzeugstähle. Von H. Herbers	50
Nichteisenmetalle I (Kupfer, Messing, Bronze, Rotguß). Von R. Hinzmann	45
Nichteisenmetalle II (Leichtmetalle). Von R. Hinzmann	53
Härten und Vergüten des Stahles. 4. Aufl. Von H. Herbers	7
Die Praxis der Warmbehandlung des Stahles. 4. Aufl. Von P. Klostermann	8
Elektrowärme in der Eisen- und Metallindustrie. Von O. Wundram	69
Die Brennstoffe. Von E. Kothny	32
Öl im Betrieb. Von K. Krekeler	48
Farbspritzen. Von R. Klose	49
Rezepte für die Werkstatt. 3. Aufl. Von F. Spitzer	9
Furniere — Sperrholz — Schichtholz I. Von J. Bittner	76
Furniere — Sperrholz — Schichtholz II. Von L. Klotz	77

II. Spangebende Formung

Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe. Von K. Krekeler	61
Hartmetalle in der Werkstatt. Von F. W. Leier	62
Gewindeschneiden. 3. Aufl. Von O. M. Müller	1
Wechselräderberechnung für Drehbänke. 3. Aufl. Von G. Knappe	4
Bohren. 2. Aufl. Von J. Dinnebieer und H. J. Stoewer	15
Senken und Reiben. 2. Aufl. Von J. Dinnebieer	16
Räumen. Von L. Knoll	26
Außenräumen. Von A. Schatz	80
Das Sägen der Metalle. Von H. Hollaender	40
Die Fräser. 2. Aufl. Von P. Zieting und E. Brödner	22
Das Einrichten von Automaten I (Die Automaten System Spencer und Brown & Sharpe). Von K. Sachse	21
Das Einrichten von Automaten II (Die Automaten System Gridley [Einspindel] und Cleveland und die Offenbacher Automaten). Von Ph. Kelle, E. Gothe, A. Kreil	23
Das Einrichten von Automaten III (Die Mehrspindel-Automaten, Schnittgeschwindig- keiten und Vorschübe). Von E. Gothe, Ph. Kelle, A. Kreil	27
Das Einrichten von Halbautomaten. Von J. v. Himbergen, A. Bleckmann, A. Wassmuth	36
Die wirtschaftliche Verwendung von Einspindelautomaten. Von H. H. Finkelnburg. (Im Druck)	81
Die wirtschaftliche Verwendung von Mehrspindelautomaten. Von H. H. Finkelnburg	71
Maschinen und Werkzeuge für die spangebende Holzbearbeitung. Von H. Wichmann.	78

(Fortsetzung 3. Umschlagseite)

WERKSTATTBÜCHER
FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE UND FACH-
ARBEITER. HERAUSGEBER DR.-ING. H. HAAKE VDI

HEFT 80

Außenräumen

Von

Dr.-Ing. Artur Schatz VDI

Berlin

Mit 110 Abbildungen
und 7 Tabellen im Text



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1940

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	3
I. Die Mechanik des Außenräumvorgangs	3
A. Der Bewegungsablauf	3
1. Die Schnittbewegung S. 3. — 2. Außenflächenräumen S. 4. — 3. Außenrundräumen S. 6. — 4. Anordnung der Eingriffsfolge S. 6.	
B. Der Kräfteverlauf	8
5. Die Hauptschnittkraft S. 8. — 6. Die Seitenkräfte S. 9. — 7. Die Abdrängkraft S. 9.	
II. Das Räumzeug	9
A. Baustoff und Bearbeitung	9
8. Die Werkstoffwahl S. 9. — 9. Einsatzstahl S. 10. — 10. Werkzeugstahl S. 10. — 11. Formgebung und Wärmebehandlung S. 10. — 12. Das Schleifen S. 11. — 13. Räumzeugschleifmaschine für Neuanfertigung S. 12.	
B. Gestaltung	13
14. Gesichtspunkte für die Gestaltung des Einzelzahns S. 13. — 15. Spanwinkel S. 14. — 16. Fase S. 15. — 17. Freiwinkel S. 15. — 18. Spanbrechnuten S. 15. — 19. Neigungswinkel S. 16. — 20. Die Zahnücke S. 16. — 21. Der Schabezahn S. 17. — 22. Glättzähne S. 17. — 23. Gesichtspunkte für die Gestaltung der Zahnfolge S. 18. — 24. Mindestzähnezahl für die gegebene Räumlänge S. 18. — 25. Anpassung der Zähnezahl an den Werkstoff S. 19. — 26. Anpassung der Zähnezahl an das Werkstück S. 19. — 27. Die Zahnteilung S. 20. — 28. Die Räumzeuglänge S. 20. — 29. Der konstruktive Aufbau des Räumzeuges S. 21. — 30. Die Befestigung der Schneidteile auf dem Räumzeughalter S. 23. — 31. Die Befestigung des Außenräumzeuges auf dem Werkzeugschlitten S. 25.	
C. Beispiele von Räumzeugen	25
III. Die Räumvorrichtung	28
A. Die Aufgaben der Räumvorrichtung	28
32. Festlegung des Werkstücks S. 28. — 33. Gleichmäßige Spanabnahme S. 28. — 34. Schnelle Bedienbarkeit S. 28.	
B. Vorrichtungsbauteile	29
35. Die Werkstückaufnahme S. 29. — 36. Das Spannen und Entspannen S. 31. — 37. Die Zustellung S. 33. — 38. Die Erzielung kurzer Bedienungszeiten S. 35.	
C. Beispiele von Räumvorrichtungen	36
IV. Die Räummaschine	40
A. Aufbau	40
39. Die Werkstückaufnahme S. 41. — 40. Die Räumzeugbewegung S. 44. — 41. Der Maschinenantrieb S. 44.	
B. Bauarten	48
42. Räummaschine für Innen- und Außenräumen S. 48. — 43. Senkrechte Außenräummaschine S. 49. — 44. Zwillingssaußenräummaschine S. 49. — 45. Maschinen mit feststehendem Räumzeug S. 49. — 46. Rundräummaschine S. 51. — 47. Zylinderblockräummaschine S. 51.	
V. Die Anwendung des Außenräumens	52
A. Allgemeines	52
48. Vorzüge des Außenräumens S. 52. — 49. Grenzen des Außenräumens S. 54. — 50. Vergleich mit Fräsen S. 54.	
B. Handhabung und Wartung des Werkzeugs	54
51. Lagerung, Transport, Aufspannung S. 54. — 52. Schnittgeschwindigkeit S. 55. — 53. Schmierung S. 55. — 54. Beobachtung des Räumzeugzustandes beim Arbeiten S. 56. — 55. Das Schärfen des Räumzeugs S. 56.	
C. Handhabung und Wartung der Maschine	58
56. Aufstellung S. 58. — 57. Einfüllen des Treiböles S. 58. — 58. Menge und Güte des Treiböles S. 58. — 59. Einfüllen der Schmieröle S. 59. — 60. Einfüllen der Schneidflüssigkeit S. 59. — 61. Das Einstellen der Maschine S. 59. — 62. Die Wartung der Maschine S. 61.	

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

ISBN 978-3-662-41708-9

ISBN 978-3-662-41846-8 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-41846-8

Einleitung.

Ein Werkstattbuch über das Außenräumen zu schreiben, ist kein geringes Wagnis. Denn das Außenräumen ist ein Arbeitsverfahren, das sich noch in der Entwicklung befindet und erst ganz allmählich in den deutschen Betrieben durchzusetzen beginnt. Es liegen demnach auch nur verhältnismäßig wenig Erfahrungen aus dem praktischen Werkstattbetrieb vor.

Wenn es der Verfasser trotzdem unternommen hat, ein Werkstattbuch über das Außenräumen zu veröffentlichen, so geschah es, weil das Außenräumen dort, wo seine Anwendung zweckmäßig ist, große Vorteile gegenüber den bekannten Arbeitsverfahren bietet. Sowohl die Güte der durch Außenräumen bearbeiteten Werkstücke als auch die Wirtschaftlichkeit ihrer Herstellung lassen es wünschenswert erscheinen, daß dieses Arbeitsverfahren noch in wesentlich stärkerem Maße als bisher in den Werkstätten Anwendung findet. Die Folge wird eine Steigerung der Leistungsfähigkeit auf dem Gebiete der Herstellung formgerechter, maßgenauer und glatter Oberflächen an Metallen sein.

Bewußt wurde die Form des Werkstattbuches gewählt, um einem möglichst großen Kreis von Betriebsleuten die Möglichkeit zu geben, das Außenräumen kennenzulernen und sich mit seinen Eigenarten und Anwendungsmöglichkeiten vertraut zu machen.

Diese Absicht bestimmte auch den Aufbau des Buches. Die Mechanik des Außenräumvorgangs führt in die Eigenarten des neuen Verfahrens ein. Am Aufbau und an der Gestaltung der Arbeitselemente wird gezeigt, wie die Aufgaben, die sich aus den Eigentümlichkeiten des Außenräumens ergeben, technisch zu lösen sind. Eine Untersuchung über die Wirtschaftlichkeit zeigt die Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung. Zum Schluß werden dann noch die Aufgaben dargestellt, die sich für den Betriebsmann aus der Anwendung des Außenräumens in der Werkstatt ergeben.

Besonders gedankt sei den Firmen Oswald Forst G. m. b. H., Solingen 3; Max Schilling, Zella-Mehlis und Hydrauma (Sachs & Grimm), Triebes, Thüringen, für ihre Unterstützung durch Überlassung von Unterlagen.

I. Die Mechanik des Außenräumvorgangs.

Zwei Merkmale geben dem Außenräumen als spangebendem Arbeitsverfahren seine Eigenart: Die Verteilung der Zerspanungsaufgabe auf eine große Anzahl von Schneiden und die große Einfachheit in der Bewegung zwischen Werkzeug und Werkstück. Die Aufgaben der Formgebung, Maßgebung und Oberflächengebung werden auf eine starr verbundene Folge von Schneiden verteilt. Die Bewegung zwischen Werkzeug und Maschine läßt dabei die einzelnen Schneiden nacheinander zum Eingriff kommen, Art und Umfang der jeweils zu übernehmenden Zerspanungsaufgabe wird durch Gestalt und Anordnung der Schneide innerhalb der Zahnfolge bestimmt.

A. Der Bewegungsablauf.

1. Die Schnittbewegung. Während der Zerspanung findet zwischen Werkzeug und Werkstück nur eine Bewegung statt, die Schnittbewegung. Sie bringt in Richtung der Schneidenfolge die einzelnen Zähne nacheinander zur Einwirkung.

Eine besondere Vorschubbewegung, wie wir sie bei den meisten spangebenden Arbeitsverfahren, dem Drehen, Hobeln, Fräsen, Sägen usw. finden, ist überflüssig, da neu in Eingriff kommende Schneiden bereits innerhalb der Schneidenfolge so angeordnet sind, daß sie auch ohne Querverschiebung von Werkzeug oder Werkstück die ihnen zugewiesene Zerspanungsaufgabe ausführen können.

2. Außenflächenräumen. Beim Außenflächenräumen genügt es, wenn entweder das Werkstück still steht und das Werkzeug sich an ihm vorbeibewegt oder umgekehrt. Welche von den beiden Lösungen gewählt wird, hängt von der Eigenart der Bearbeitungsaufgabe ab.

a) Außenflächenräumen mit hin- und hergehendem Räumzeug. Am verbreitetsten ist beim Außenräumen das Räumverfahren, bei dem das Werkstück festliegt, und das Räumzeug sich senkrecht von oben nach unten bewegt (Abb. 1). Die Bevorzugung dieser Anordnung von Werkzeug und Werkstück hat verschiedene Gründe. Einmal braucht eine senkrechte Außenräummaschine weniger Raum als eine waagerechte, denn wegen der Eigenart des Werkzeugs (starrverbundene Folge von einzelnen Schneiden) muß bei Räummaschinen waagerechter Bauart das Räumzeug zu seiner Unterstützung oder Führung die doppelte Länge zusätzlich zur Länge des Werkstücks haben (Abb. 2). Bei senkrechten Räummaschinen, bei denen sich das Werkzeug von oben nach unten am feststehenden Werkstück vorbeibewegt, kann der Raum oberhalb der Werkstückaufspannung vor dem Räumhub für die Bereitstellung des Räumzeuges benutzt werden, während es nach Beginn des Räumhubes Bewegungsraum im Maschinenstand findet. Nachteilig ist hierbei, daß

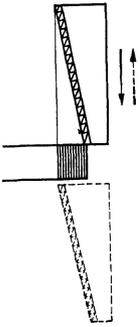


Abb. 1. Außenräumen auf senkrechter Räummaschine mit feststehendem Werkstück.

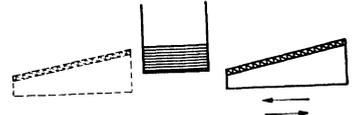


Abb. 2. Außenräumen auf waagerechter Räummaschine mit feststehendem Werkstück.

bei längeren Räumzeugen die Aufspannfläche für das Werkstück über der Griffhöhe eines auf ebener Erde stehenden Menschen liegen muß. Ein besonderer Standplatz für den Bedienungsmann ist daher erforderlich.

Aufnahmevorrichtungen für die Werkstücke lassen sich auf dem waagerechten Tisch senkrechter Räummaschinen leichter anordnen und handhaben als an der senkrecht liegenden Spannfläche von waagerechten Räummaschinen. Außerdem würde diese Aufspannfläche in der an waagerechten Räummaschinen möglichen Größe zur Aufnahme der Vorrichtungen für Werkstücke von mittlerem Umfang an nicht genügen.

Gegenüber den senkrechten Räummaschinen hat sich die waagerechte Bauart, wie sie bei Innenräumarbeiten verwandt wird, zum Teil auch für Außenräumarbeiten behauptet. Ihr Gebiet liegt dort, wo kleine Werkstücke zu räumen sind. Solche Werkstücke sind meist von einfacher Form, lassen sich also leicht aufspannen und erfordern nur verhältnismäßig einfache Vorrichtungen, die nicht viel Aufspannfläche benötigen. Eine weitere Voraussetzung für die Anwendung dieses Verfahrens ist, daß das Räumzeug nicht zu schwer sein darf, da sonst seine Handhabung zu umständlich sein würde.

Aber auch für Sonderaufgaben hat sich die waagerechte Bauart gegenüber der senkrechten erneut durchgesetzt; so haben z. B. die Räummaschinen zur Bearbeitung von Zylinderblöcken für Kraftwagenmotoren, von einigen Ausnahmen abgesehen, waagerechte Räumzeugbewegung. Der Grund hierfür ist der, daß Zylinderblöcke verhältnismäßig schwer sind und an ihnen in der Längsrichtung Flächen bearbeitet werden, die parallel zu den Aufspannflächen liegen. Werden die Zylinder-

blöcke auf einer waagerechten Räummaschine bearbeitet, so können sie vom Förderband oder von den Rollenbahnen aus leicht in die Vorrichtung eingeschoben werden, ohne daß man ihre axiale Lage zu ändern braucht. Bei einer senkrechten Räummaschine müßte man den Zylinderblock erst einmal um 90° drehen, ihn dann auf die Höhe des Aufspanntisches bringen und darauf gegen Aufnahme- flächen oder -punkte der Vorrichtung spannen, die in einem senkrechten Winkel zum Aufspanntisch liegen. Die Vorrichtungen für solche Arbeiten können also bei waagerechten Zylinderblock-Sonderräummaschinen einfacher sein als bei senkrechten Räummaschinen.

b) Außenflächenräumen mit hin- und hergehendem Werkstück. Bei einer Sonderbauart senkrechter Räummaschinen steht das Werkzeug fest, und der Aufspanntisch mit Vorrichtung und Werkstück wird während des Arbeitsganges nach oben gehoben (Abb. 3). Die Vorteile dieser Bauart sind: Die Höhe des Aufspanntisches in der Ausgangsstellung, also in der Stellung, in der das Werkstück aufgespannt und aus der Vorrichtung entfernt wird, kann so niedrig gelegt werden, daß man von irgendeinem Fördermittel aus das Werkstück leicht in die Vorrichtung hineinschieben kann, was besonders bei schweren Werkstücken wichtig ist. Außerdem kann die Höhe der Maschine geringer sein, da sich die Bewegungslänge nur aus der einfachen Räumzeuglänge und der doppelten Werkstücklänge zusammensetzt (statt aus der doppelten Räumzeuglänge und der einfachen Werkstücklänge wie bei der gewöhnlichen Bauart).

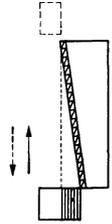


Abb. 3. Außenräumen auf senkrechter Räummaschine mit feststehendem Werkzeug.

Ähnlich wie bei den senkrechten Räummaschinen hat man auch bei den waagerechten versucht, statt des Werkzeugs das Werkstück zu bewegen, um dadurch an Bewegungslänge und Raum für die Aufstellung der Maschine zu sparen. So ist eine Bauart bekanntgeworden, bei der das Räumzeug feststeht, und das Werkstück auf einem Schlitten unter diesem Räumzeug hindurch bewegt wird (Abb. 4). Da nun dieser Schlitten wegen des Einflusses der Massenkräfte nicht zu schwer werden darf, muß die Aufspanfläche für die Vorrichtung klein bleiben.

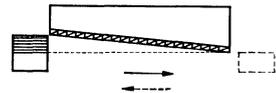


Abb. 4. Außenräumen auf waagerechter Räummaschine mit feststehendem Werkzeug.

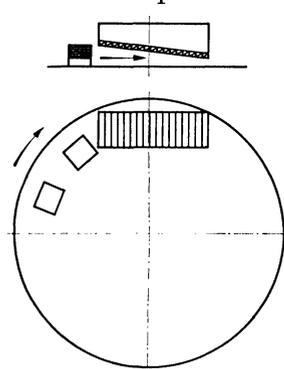


Abb. 5. Außenräumen auf Rundtischräummaschine.

Dadurch ist die Anpassungsfähigkeit der Maschine an verschiedenartige Bearbeitungsaufgaben beschränkt, so daß diese Bauart nur für Sondermaschinen zweckmäßig ist, die für die Massenherstellung bestimmt sind.

c) Außenflächenräumen mit fortlaufender Werkstückbewegung. Der Wunsch, den Leerhub beim Räumen zu sparen, hat zu der Ausbildung von Bauarten geführt, bei denen ähnlich wie beim Fräsen auf Rundtischfräsmaschinen ein fortlaufendes Räumen möglich ist. Das Räumzeug steht bei dieser Art von Maschinen fest, und die Werkstücke werden fortlaufend

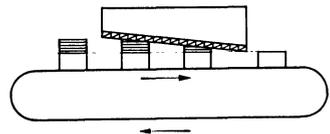


Abb. 6. Außenräumen mit fortlaufendem Werkstückvorschub durch Kette.

an diesem feststehenden Räumzeug vorbeibewegt. Das Mittel der Fortbewegung ist entweder ein Rundtisch (Abb. 5) oder eine umlaufende Kette (Abb. 6). Auf dem Rundtisch ist eine große Zahl von Räumvorrichtungen aufgespannt, die mit Werkstücken beschickt werden und sich in fortlaufender Folge an dem Räumzeug

vorbeibewegen. Während des Räumens können Werkstücke auf- und abgespannt werden, so daß also weder Zeit für den Leerhub noch Spannzeit für die Werkstücke verlorengeht. Im Gegensatz zum Rundtisch, der zugleich Bewegungsträger und Aufnahmeplatte für die Vorrichtungen sein kann, ist bei der Kettenförderung eine Trennung beider Aufgaben notwendig, denn die Kette würde der Abdrängkraft des Räumzeuges nicht genügend starr widerstehen können. Darum ist die Kette lediglich Fortbewegungsmittel, und die Vorrichtungen werden in starr mit dem Maschinenkörper verbundenen Führungen aufgenommen. Voraussetzung für die Anwendung dieser beiden Bauarten ist eine Massenherstellung mit hohen Stückzahlen. Denn zur Ausnutzung der Vorteile einer ununterbrochenen Arbeit muß der Rundtisch bzw. der Kettenkreislauf möglichst lückenlos mit Vorrichtungen besetzt sein. Die einmaligen Kosten sind also hoch.

3. Außenrundräumen. Neben ebenen Flächen oder geraden Profilbahnen werden auch Rundkörper in zunehmendem Maße durch Außenräumen bearbeitet.

Dabei tritt zu der Hauptschnittbewegung des Flächenräumens noch die Drehbewegung des Werkstücks: Das Räumzeug bewegt sich langsam an dem sich schnell drehenden Werkstück vorbei (Abb. 7). Eine weitverbreitete Bauart von Außenrundräummaschinen ähnelt im Aufbau stark den Außenräummaschinen mit senkrechter Räumzeugbewegung. Nur tritt an die Stelle des Aufnahmetisches für die Räumvorrichtung eine Sondereinrichtung, in der die zu bearbeitenden Teile in waagerechter Achsenlage aufgenommen und gedreht werden.

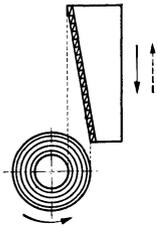


Abb. 7. Außenrundräumen mit hin- und hergehendem Werkzeug.

Auch beim Außenrundräumen ist es gelungen, die Zeit für den Leerhub zu sparen, indem man die hin- und hergehende Bewegung des Räumzeuges durch eine kreisförmige ersetzte und es so möglich machte, daß nach beendetem Arbeitsgang wieder die erste Schneide in Eingriff kommt. Ein kurzer Freiraum gestattet die Entfernung des bearbeiteten Stückes und die Aufspannung eines neuen. Bei dieser kreisförmigen Bewegung kann das Räumzeug entweder das zu bearbeitende Teil einschließen (Abb. 8) oder sich von außen an ihm vorbeibewegen (Abb. 9).

4. Anordnung der Eingriffsfolge. Neben der Hauptschnittbewegung kann man beim Außenräumen auch den Eingriff der Schneiden des Räumzeuges weitgehend an die gegebene Zerspanungsaufgabe anpassen und so den Zerspanungsanteil bestimmen, den die einzelne Schneide zu übernehmen hat. Man unterscheidet grundsätzlich zwei Arten der Schneidenstellung, und zwar die Tiefenzustellung und die Seitenzustellung.

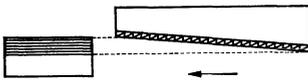


Abb. 10. Außenräumen mit Tiefenzustellung.

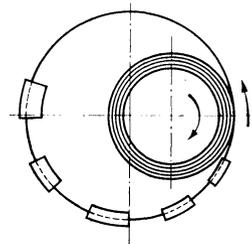


Abb. 8. Außenrundräumen mit fortlaufender Werkzeugbewegung (Werkstück innerhalb der Werkzeugkreisbewegung).

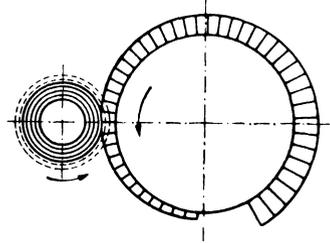


Abb. 9. Außenrundräumen mit fortlaufender Werkzeugbewegung (Werkstück außerhalb der Werkzeugkreisbewegung).

a) Die Tiefenzustellung ist allgemein üblich und auch in den meisten Fällen anwendbar. Hier schreitet die Reihe der Schneiden senkrecht zur Hauptschnittbewegung auf das Werkstück hin vor, und zwar in voller Breite des Werkstücks (Abb. 10).

Jede Schneide ist also etwas höher als die vorhergehende, und vom Werkstück werden dünne Schichten (bis höchstens 0,25 mm Dicke je Schneide) abgeschält. Die Tiefenzustellung hat den Vorzug, daß sie eine gegebene Räumaufgabe mit der geringstmöglichen Anzahl von Schneiden durchzuführen gestattet.

b) Die Seitenzustellung. Bei der Bearbeitung roher Guß- und Schmiedeteile ist die Tiefenzustellung nicht anwendbar, denn die üblichen Schwankungen der Bearbeitungszugaben an diesen Teilen sind so groß, daß der erste Zahn des Räumzeugs, der die dadurch wechselnde Spandicke allein auszugleichen hätte, zu Bruch gehen würde. Lange Zeit glaubte man daher das Außenräumen für Bearbeitung roher Guß- und Schmiedeteile nicht anwenden zu können. In der Seitenzustellung wurde jedoch der Ausweg gefunden, auch diese Aufgabe zu lösen. Bei dieser Anordnung der Eingriffsfolge arbeiten sich die Schneiden nicht in voller Breite senkrecht zur Schnittbewegung in das Werkstück hinein, sondern sie dringen von der Seite her quer zur Hauptschnittbewegung in das Werkstück ein (Abb. 11). Dabei ist die Spantiefe schon beim ersten Zahn gleich der vollen Tiefe der abzunehmenden Gesamtschicht. Die Zahnfolge ist also, von oben gesehen, in einem Winkel zur Bewegungsrichtung angeordnet. Bei der Seitenzustellung ist es für die Widerstandsfähigkeit der Schneiden ungefährlich, wenn die Bearbeitungszugabe innerhalb weiter Grenzen schwankt, da bei einer Zunahme des Spanquerschnittes in der Höhe die zusätzliche Beanspruchung sich auf sämtliche Zähne verteilt, so daß also je Schneide nur eine verhältnismäßig geringe Erhöhung der Schnittkraft eintritt.

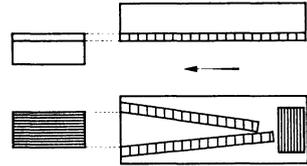


Abb. 11. Außenräumen mit Seitenzustellung von außen nach innen.

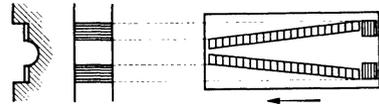


Abb. 12. Außenräumen mit Seitenzustellung von innen nach außen.

Liegt die zu bearbeitende Fläche frei, d. h. erheben sich über die Höhe der Fläche hinaus keine anschließenden Werkstückabschnitte, so kann die Seitenzustellung von außen nach innen vorgenommen werden (Abb. 11). Einige Schlichtzähne von ganzer Breite schneiden noch nach. Anders ist es dann, wenn die zu bearbeitende Fläche oder Profildahn in das Werkstück einzuarbeiten ist. Dann versucht man eine von innen her gegebene Angriffsmöglichkeit (vertiefte Stellen des Werkstücks innerhalb der Fläche) auszunutzen (Abb. 12).

c) Die Keilzustellung. Ist auch dieser Weg nicht gangbar, so vereinigt man die Tiefenzustellung mit der Seitenzustellung und kommt so zu einer neuen Anordnung der Eingriffsfolge, der Keilzustellung (Abb. 13). Sie wird auch dann angewandt, wenn die zu bearbeitende Fläche eines rohen Guß- oder Schmiedestückes zu breit ist, so daß die Länge des Räumhubes für die einfache Seitenzustellung nicht ausreicht. Durch die keilförmige Ausbildung der Zähne erreicht man, daß die ersten Zähne nur einen geringen Spanquerschnitt abzunehmen haben und so über einen großen Widerstandsüberschuß zur Bewältigung einer größeren Werkstoffschicht verfügen.

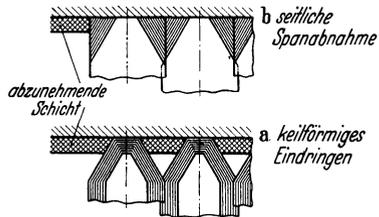


Abb. 13. Keilförmiges Eindringen in die Werkstückoberfläche.

Hinzu tritt noch der Vorteil der einfachen Seitenzustellung, wie er oben bereits erwähnt wurde: die Verteilung der durch erhöhte Bearbeitungszugabe gegebenen Beanspruchung auf eine große Zahl aufeinanderfolgender Zähne.

B. Kräfteverlauf.

5. Die Hauptschnittkraft. Wegen der Verteilung der Zerspanungsaufgabe auf eine große Anzahl von Zähnen, die nacheinander in Eingriff kommen, schwankt im Verlauf des Räumhubes die Hauptschnittkraft. Das Ausmaß dieser Schwankungen und ihr zeitlicher Verlauf hängt ab von der Anzahl der in Eingriff kommenden, in Eingriff stehenden und das Werkstück verlassenden Schneiden. Da die Schnittkräfte beim Außenräumen hoch sind (etwa $5 \cdots 20$ t), so wirken sich deren Schwankungen sowohl auf das Schwingungsverhalten der Maschine als auch auf die Schnitthaltigkeit des Werkzeugs aus. Bei ansteigender Schnittkraft gibt das Werkstück in zunehmendem Maße nach und federt bei nachlassender Schnittkraft wieder zurück. Dadurch leidet sowohl die Güte der hergestellten Oberfläche als auch ihre Maßhaltigkeit. Die Lebensdauer des Werkzeuges wird stark davon beeinflusst, ob die Schnittkraft

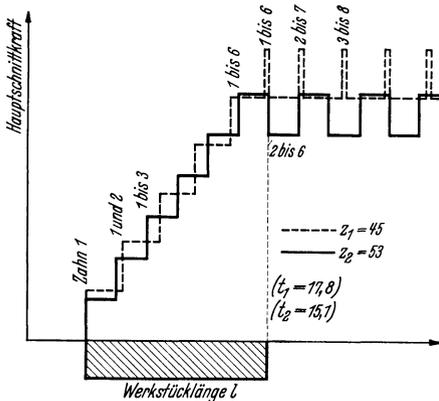


Abb. 14. Schnittkraftverlauf bei verschiedenen Zähnezahlen.

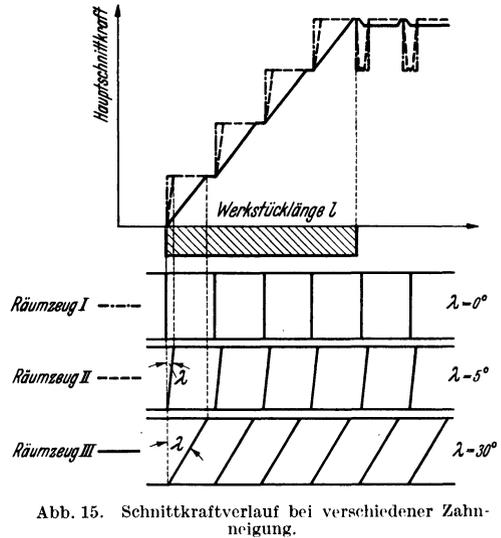


Abb. 15. Schnittkraftverlauf bei verschiedener Zahnneigung.

während des Räumhubes gleichbleibt bzw. sich in engen Grenzen hält, oder ob stärkere Schwankungen der Schnittkraft Schwingungen zwischen Werkstück und Werkzeug hervorrufen. Darum ist die Ermittlung des Kräfteverlaufs während des Räumhubes wichtig.

a) Die Hauptschnittkraft bei senkrecht zur Schnitttrichtung angeordneten Schneiden. Beginnt das Räumzeug zu arbeiten, so dringt zunächst einmal der erste Zahn in das Werkstück ein, und es entsteht eine Hauptschnittkraft, die abhängig ist vom spezifischen Schnittdruck und dem Spanquerschnitt. Tritt nun der zweite Zahn ein, so tritt zu der Schnittkraft des ersten Zahnes eine zusätzliche Kraft von gleichem Betrage, die sich auf der ersten aufbaut, und so wird die Schnittkraft so lange erhöht, bis die ganze Werkstücklänge von einem Teil der Zahnfolge überdeckt ist. Tritt nun der erste Zahn wieder aus, so fällt die Hauptschnittkraft um den Betrag der Schnittkraft der einzelnen Schneide ab und bleibt in dieser Höhe bestehen, bis ein neuer Zahn der Zahnfolge in Eingriff gekommen ist. Auf Grund dieser Überlegungen läßt sich leicht ein Schaubild des Kräfteverlaufs entwerfen (Abb. 14). Je weniger Zähne auf der Länge des Werkstücks in Eingriff kommen, und so größer sind die Kraftstufen beim Eingriff der einzelnen Schneiden, und um so stärker sind auch die Kraftschwankungen nach Überdeckung der Räumlänge durch den ersten Teil der

Zahnfolge. Man sollte also aus diesem Grunde danach streben, möglichst viel Zähne auf der Räumlänge zu verteilen. Je mehr Zähne, um so geringer sind die Kraftschwankungen. Nun ist der Vermehrung der Schneiden in der Räumzeugfolge dadurch eine Grenze gesetzt, daß mit zunehmender Zähnezahle die Herstellungskosten und auch die Instandhaltungskosten des Räumzeuges zunehmen.

b) Die Hauptschnittkraft bei schrägliegenden Schneiden. Man wird also versuchen, die Wirtschaftlichkeit mit dem Bestreben nach möglichst geringen Kraftschwankungen in Einklang zu bringen. Dies ist möglich durch Schräglage der Schneiden in einem Neigungswinkel zur Hauptschnitttrichtung. Dadurch wird aus dem stufenförmigen Anstieg der Hauptschnittkraft eine fortlaufende Kraftzunahme (Abb. 15). Je größer der Neigungswinkel, um so mehr werden die Stufen verschwinden und um so mehr wird sich eine fortlaufende Linie der Kraftzunahme entwickeln. Parallel damit geht eine Verminderung der Kraftschwankungen während des Teiles des Räumhubes, in dem die Räumlänge von der Zahnfolge überdeckt ist.

6. Die Seitenkräfte. Die Anwendung eines Neigungswinkels für die Schneiden hat jedoch den Nachteil, daß infolge der Schräglage der Schneiden Seitenkräfte entstehen, die sowohl auf das Werkzeug als auch auf das Werkstück wirken (Abb. 16). Die Vorrichtung muß daher mit Rücksicht auf diese Seitenkräfte gestaltet und für ihre Aufnahme stark genug gebaut sein. Das gleiche gilt für das Räumzeug sowie für den Schlitten der Maschine. Es sind demnach wirtschaftliche Grenzen gesetzt, die eine zu starke Schräglage der Schneiden verbieten. Um einen Begriff von der Bedeutung dieser Seitenkräfte zu geben, sei ihre Größe für einige Winkel in Prozent der Hauptschnittkraft in Tabelle 1 angegeben.

7. Die Abdrängkraft (vgl. „Rückdruck“ beim Drehen) muß neben der Größe und dem zeitlichen Verlauf der Hauptschnittkraft und der Seitenkräfte bei der Gestaltung von Werkzeug und Vorrichtung auch berücksichtigt werden. Genaue Werte für die Größe der Abdrängkraft in Abhängigkeit von der Hauptschnittkraft und von den konstruktiven Merkmalen der Zahnfolge liegen noch nicht vor. Jedoch ist zu sagen, daß die Abdrängkraft mit zunehmender Fasenbreite der Schneiden zunimmt und auch beim Stumpfwerden des Räumzeuges ansteigt.

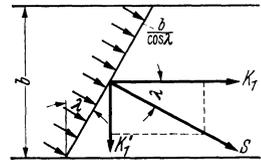


Abb. 16. Entstehung der Seitenkraft.

Tabelle 1. Seitenkraft für schräge Schneiden.

Neigungswinkel α	Seitenkraft K_y in % der Hauptschnittkraft K_1
5°	8,7
10°	17,6
15°	26,7
20°	36,3
25°	46,6

II. Das Räumzeug.

A. Baustoff und Bearbeitung.

8. Die Werkstoffwahl. An Außenräumzeuge werden während des Betriebes hohe Ansprüche gestellt, die sich zum Teil widersprechen. So muß z. B. die Schneide ihre Schärfe möglichst lange behalten, andererseits soll die Schneide dagegen nicht spröde sein, da sie sonst ausbrechen würde. Also muß von dem Baustoff des Räumzeuges genügende Härte verbunden mit genügender Zähigkeit gefordert werden. Darum ist es notwendig, daß eine sorgfältige Wärmebehandlung während der Herstellung vorgenommen wird, damit das Höchstmaß an Schneidfähigkeit und Zähigkeit aus dem Werkstoff herausgeholt werden kann.

Man nimmt je nach den Leistungen, die vom Räumzeug gefordert werden, verschiedene Sorten von Stählen. Bevorzugt werden Einsatzstähle, legierte Werkzeugstähle und in Sonderfällen Hartmetall. Die Verwendung von Einsatzstahl hat den Nachteil, daß die harte Schicht beim Gebrauch des Räumzeuges schnell abgeschliffen ist, so daß eine neue Wärmebehandlung erforderlich wird. Für hohe Stückzahlen ist also dieser Stahl kaum geeignet; er wird dort bevorzugt, wo man nicht zu viel Kosten in das Werkzeug hineinstecken will.

9. Einsatzstahl. Genommen werden meist mittelhoch legierte Einsatzstähle mit höchstens 0,2% Kohlenstoffgehalt. Als Einsatzmittel wird zweckmäßig Holzkohle gemischt mit Bariumkarbonat im Gewichtsverhältnis von 7 : 3 bis 6 : 4 genommen. Man erhitzt das in einem Kasten eingesetzte Räumzeug auf 900° C und hält es längere Zeit auf dieser Einsatztemperatur. Für eine Einsatzschicht von $\frac{3}{4} \cdots 1$ mm sind zwei bis drei Stunden erforderlich, die jedoch erst von dem Zeitpunkt an zu rechnen sind, von dem an das Räumzeug sich in heller Rotglut befindet. Dann wird langsam bis auf 300° abgekühlt. Darauf folgt eine erneute Erhitzung auf 800°, und zum Schluß wird das Räumzeug in Öl abgeschreckt. Anschließend an die Härtung wird dann noch auf 190° angelassen.

10. Werkzeugstahl. Für höhere Ansprüche hat sich ein Werkzeugstahl mit einem Kohlenstoffgehalt von 1,5...2%, mit einem Chromgehalt von 12% und geringen Zusätzen von Wolfram und Vanadium bewährt. Ein solcher Stahl hat eine große Schmitthaltigkeit. Es ist genügend Sicherheit gegen zu starkes Verzerrern, gegen Zerreißen und Verziehen beim Härten gegeben. Wichtig ist eine gute Bearbeitbarkeit im geglühten Zustande. Gegenüber Einsatzstahl hat legierter Werkzeugstahl den großen Vorteil, daß das Werkzeug über den ganzen Querschnitt hinweg glashart wird, so daß zum Aufarbeiten stumpfer Werkzeuge das Nachschleifen genügt. Wichtig ist, daß der Stahl sich bei verhältnismäßig niedriger Temperatur härten läßt.

11. Formgebung und Wärmebehandlung. Für ein Räumzeug aus legiertem Werkzeugstahl soll die genaue Bearbeitungsfolge gegeben werden. Zunächst ist das Werkzeug allseitig mit 1 mm Zugabe je Fläche zu schrumpfen. Das Querprofil des Räumzeuges wird gehobelt, und die Zahnlücken sowie die Spanbrecherruten werden unter Verwendung von Profilfräsern ausgearbeitet (Abb. 17 u. 18). Zum Ausgleichen der Bearbeitungsspannungen muß man das Räumzeug dann spannungsfrei glühen. Man packt es hierzu in trockene, spannfremde Holzkohle von etwa Erbsengröße und erhitzt es im Tiefofen langsam auf Dunkelrotglut von etwa 700° C (Abb. 19). Nach dem Erwärmen, das etwa drei bis vier Stunden dauern dürfte, ist das Räumzeug auf der angegebenen Temperatur zwei Stunden lang zu halten.

Dann muß man es im abgestellten, geschlossenen Ofen möglichst langsam auskühlen lassen. Nach dem Herausnehmen aus dem Tiefofen ist das Räumzeug auf seine Geradheit zu prüfen und, falls nötig, auszurichten und neuerlich zu glühen.

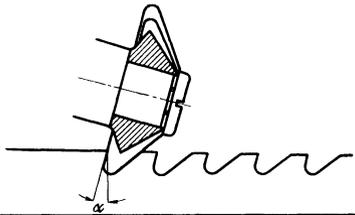


Abb. 17. Ausfräsen der Zahnlücke.

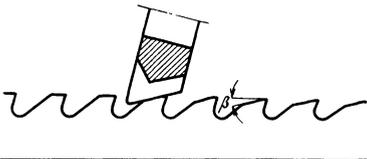


Abb. 18. Fräsen des Zahnrückens (Freifläche).

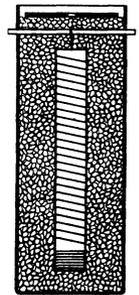


Abb. 19. Verpackung zum Spannungsfreiglühen.

Nach dem Spannungsfreiglühen kann die Fertigbearbeitung bis auf die Schleifzugabe vorgenommen werden. Vorgesehene Nuten sind zu fräsen und etwa beabsichtigte Inschriften einzustempeln.

Nach dem Fertigbearbeiten wird gehärtet. Gegen Entkohlen und Zundern muß das Räumzeug vorher mit einem Schutzanstrich von etwa folgender Zusammensetzung versehen werden:

3	Gewichtsteile	gebrannter und gepulverter Borax
5	„	gepulvertes Chlorbarium
10	„	Graphitpulver
10	„	Bronzetinktur.

Das Räumzeug ist dann genau lotrecht hängend in einen auf Braunrotglut, rund 600°C , geheizten Tiefofen einzuhängen und auf diese Temperatur zu erwärmen (Abb. 20). Dieses Erwärmen dauert etwa eine Stunde. Dann wird der Ofen schnell auf Härtetemperatur (Gelbrotglut, rund 950°C) hoch geheizt und nach Erreichen der Härtetemperatur das Räumzeug noch kurze Zeit, etwa $15\cdots 20$ min, durchgewärmt. Darauf wird das Räumzeug freihängend vorsichtig aus dem Ofen gehoben und im Windströme in einer Sondervorrichtung abgekühlt (Abb. 21). Diese Vorrichtung ist wichtig für eine gleichmäßige Durchhärtung des Stahles und hält auch das Verziehen in engen Grenzen.

Das Werkzeug wird angelassen durch Abkochen in Öl bei rund 180°C . Dieses Abkochen sollte etwa zwei Stunden dauern. Daraufhin ist das Werkzeug auf Geradheit zu prüfen und, wenn nötig, zu richten. Falls das Richten längere Zeit in Anspruch nimmt, muß das Räumzeug wiederholt im heißen Öl gewärmt werden.

12. Das Schleifen des Räumzeuges wird nach dem Richten vorgenommen. Es sind fünf Schleifvorgänge zu unterscheiden. Zunächst werden die Seitenflanken auf Maß geschliffen. Dann ist die Oberfläche der Zähne in der Steigung der Zahnfolge zu überschleifen. Das Räumzeug wird dabei mit Hilfe von verstellbaren Keilen ausgerichtet. Das der Steigung entsprechende Maß wird mit einer Meßuhr eingestellt. Es werden keramisch gebundene Schleifscheiben mit einer Härte H, Korn 60, bei reichlicher Kühlung verwandt. Anschließend daran erfolgt das Anschleifen der Fase an jedem einzelnen Zahn. Es wird eine Topfscheibe verwandt, deren Achse etwas schräg gestellt wird (Abb. 22), da die Bewegungsachse des Räumzeuges infolge der unterlegten Keile in einem Winkel zum Aufspanntisch liegt. Die Topfscheibe besteht aus Korund mit dichtem Gefüge, Körnung $46\cdots 60$, Härte K...L. Mit der gleichen Topfscheibe wird die Freifläche der Schneide hinterschliffen, wobei ihre Achse noch schräger gestellt werden muß (Abb. 23, Freiwinkel α).

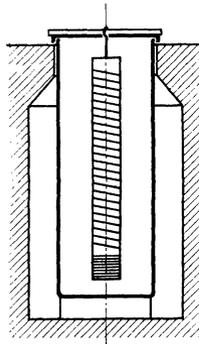


Abb. 20. Erwärmen zum Härten.

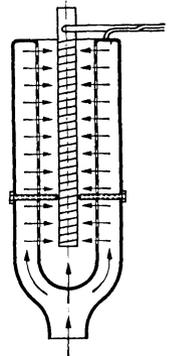


Abb. 21. Ablöschen im Wind.

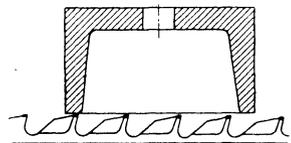


Abb. 22. Schleifen der Fase (s. auch Abb. 106).

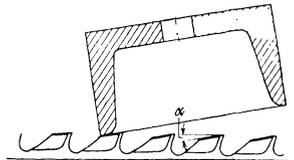


Abb. 23. Schleifen des Freiwinkels (Rückenwinkel) (s. auch Abb. 106).

Zum Schleifen der Spanfläche (Zahnbrust) werden Tellerscheiben geringen Durchmessers aus Edelkorund nach DIN 181, Form B auf Stiften (sog. Schleifstifte) mit einer Körnung von 60...80 und einer Härte K...L zum Grobschleifen verwandt. Die Schnittgeschwindigkeit sollte dabei 15...18 m/s betragen. Man kann auch Schleifstifte mit einer Härte I...J bei einer Schnittgeschwindigkeit von 18...25 m/s verwenden. Nach dem Grobschleifen ist die Zahnbrust noch durch Feinschleifen zu veredeln. Man nimmt hierzu Feinschleifstifte mit einer Körnung von 120 und der Härte K...L.

Es ist wichtig, daß nach dem Schleifen die Fase mit einem mittelgroben India-abziehstein abgezogen und dann mit einem harten Arkansasölstein nachgezogen wird. Zugleich muß an allen Kanten des geschliffenen Zahnes der Schleifgrat abgezogen werden. Die Bewegungsrichtung des Abziehsteins muß dabei schräg zur Schneide verlaufen; keinesfalls darf entlang der Schneide abgezogen werden.

13. Räumzeugschleifmaschine für Neuanfertigung. Für das Schleifen von Außenräumzeugen sind besondere Räumzeugschleifmaschinen entwickelt worden. Man kennt zwei grundsätzlich verschiedene Bauarten. Die eine (Abb. 24) ist vor allem als Schleifmaschine für die Neuanfertigung gedacht, während die andere Bauart im wesentlichen gebrauchte Räumzeuge schärfen soll (s. Abschn. 55).

Die Maschine Abb. 24 besitzt einen längsbeweglichen Tisch *a*, auf dem das Räumzeug (nicht gezeichnet) mit Hilfe eines Magnetspannfutters *b* festgehalten wird. Um die Steigung zu schleifen, ist es dabei notwendig, verstellbare Keile

unterzulegen. Der Schleifkopf *c* der Maschine ist in der Höhe verstellbar (Querhaupt *f* wird hierzu auf Führung *g* verschoben) und läßt sich sowohl um eine senkrechte (Skala *h*) als auch um eine waagerechte Achse (Skala *k*) schwenken. Die Schwenkung um die senkrechte Achse

ist notwendig bei Räumzeugen, deren Schneiden unter einem Neigungswinkel schräg zur Bewegungsrichtung stehen. Um die waagerechte Achse wird der Schleifkopf um kleine Winkelbeträge gedreht, um Fase und Freifläche anzuschleifen und um mehr als 90° gedreht, um die Spanfläche zu schleifen. Der Schleifkopf bewegt sich quer zur Bewegungsrichtung des Längstisches in einer Führung *d* hin und her.

Diese Verschiebung, wie auch die Verschiebung des Längstisches erfolgt hydraulisch. Die dargestellte Maschine schleift die Zähne eines Räumzeuges vollkommen selbsttätig. Es ist nur notwendig, daß der Schleifkopf nach jedem Durchschliff vom ersten bis zum letzten

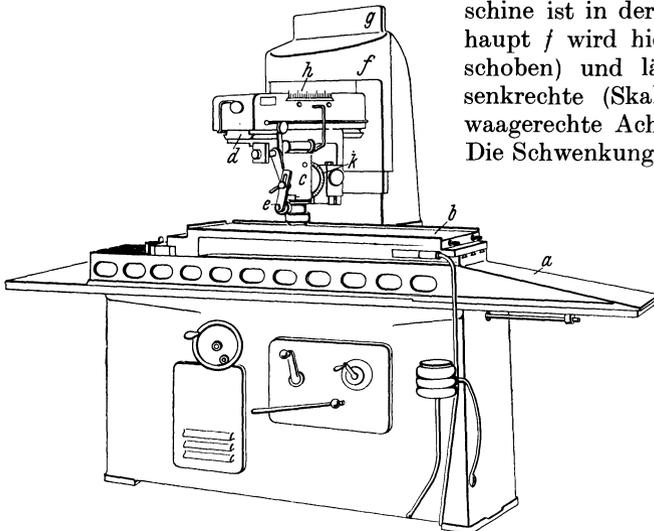


Abb. 24. Räumzeugschleifmaschine amerikanischer Bauart für Neuanfertigung (Thompson Grinder Co.).

a = Längstisch; *b* = Magnetspannplatte; *c* = Schleifkopf; *d* = Führung für die Querbewegung des Schleifkopfes; *e* = Fühltester; *f* = Querhaupt; *g* = Führung für die senkrechte Verstellung des Querhauptes; *h* = Skala für die Einstellung des Neigungswinkels; *k* = Skala für die Schrägstellung des Schleifkopfes.

Zahn neu zugestellt wird. Die Einhaltung der vorgefrästen Teilung des Räumzeuges wird gesichert durch einen Fühltester e , der sich jeweils beim Schleifen der Spanfläche gegen den Rücken und beim Schleifen von Fase und Freifläche gegen die Zahnbrust legt. Die Arbeitsfolge beim Durchschleifen der Zahnfolge geht in folgender Weise vor sich. Der Fühler wird gegen den Rücken oder die Brust des ersten Zahnes gelegt und die Maschine in Gang gesetzt. Dann geht der Schleifkopf über die zu schleifende Stelle einmal hin und zurück und nimmt dabei den Fühler, der an ihm befestigt ist, mit. Sobald der Fühler aus der Zahnücke austritt, springt er durch Federkraft um eine Teilung weiter und legt sich beim Zurückfahren des Schleifkopfes in die nächste Lücke ein. Damit ist für den Schleifkopf die Entfernung (Teilungsbetrag) eingestellt, um die er nun nach der Zurückbewegung in Längsrichtung verschoben wird. Dann setzt infolge Betätigung eines elektrischen Schützes wieder der Hin- und Hergang des Schleifkopfes ein. Diese Folge von Schaltung und Schleifhub wird bis zum letzten Zahn bzw. bis zu einem vorher eingestellten Anschlag fortgesetzt, und die Maschine setzt sich hierauf selbsttätig still. Die Rückbewegung des Längstisches muß dann von Hand ausgelöst und die Schleifscheibe zugestellt werden.

Diese Maschine ist für das Nachschleifen von Räumzeugen unnötig verwickelt, denn die selbsttätige Schaltung kann nicht ausgenutzt werden, weil die Schneiden sich im Betriebe meist verschieden stark abnutzen. Daher muß ein geübter Schleifer jeweils von Hand Teilung und Zustellung nach dem Zustand des einzelnen Zahnes einstellen (s. Abschn. 55).

B. Gestaltung.

Die Gestaltung des Räumzeuges wird bestimmt durch die zu fordernden Zerspanungsbedingungen, durch die Bauart und Leistungsfähigkeit der Maschine und durch die Form und Größe des zu bearbeitenden Werkstücks. Die Art der Zerspanungsaufgabe und der Werkstoff des zu bearbeitenden Teiles bestimmen die Gesichtspunkte für die Ausbildung des einzelnen Zahnes. Die Art der Fertigungsmittel, sowie die Merkmale des Werkstücks geben die Konstruktionsrichtlinien für die Gestaltung der Zahnfolge.

14. Gesichtspunkte für die Gestaltung des Einzelzahnes. Man ist bestrebt, den Werkstoff so zu zerspanen, daß

1. ein möglichst geringer Kraftbedarf erforderlich ist,
2. eine gute Maßgenauigkeit erzielt wird,
3. eine Oberfläche gewünschter Güte entsteht,
4. die Schneidhaltigkeit des Werkzeuges lange vorhält,
5. ein guter Späneabfluß gewährleistet ist.

Es ist also nicht nur der Zahn selbst zu gestalten, sondern auch Form und Mindestgröße der Zahnücke zu bestimmen.

Unterschieden wird zwischen Zähnen, die schneiden, solchen, die schaben und solchen, die glätten sollen. Beim Schneidzahn ist dabei noch zu unterscheiden zwischen den Zähnen zum Schrappen, die lediglich überflüssigen Werkstoff abtragen sollen, und den Zähnen zum Schlichten, mit denen ein vorgeschriebenes Maß erreicht werden soll. Gerade beim Außenräumen ist es besonders wichtig, daß diese verschiedenen Aufgaben, die ein Schneidzahn zu erfüllen hat, also entweder zu schrappen oder zu schlichten, scharf voneinander getrennt werden, denn die große Schnittkraft beim Außenräumen läßt eine Zusammenfassung nicht zu. Sie drängt das Werkstück bei stärkerer Spanabnahme, also beim Schrappen, zu-

rück. Dieser zurückgefederte Werkstoff muß nun durch Schlichten bei verhältnismäßig geringer Spanabnahme, d. h. also unter Ausübung einer nicht zu großen Schnittkraft, abgetragen werden.

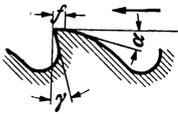


Abb. 25. Die Winkel der Räumsschneide.

Die Form des einzelnen Zahnes (Abb. 25) wird bestimmt durch die Größe des Spanwinkels γ , die Breite der Fase f , den Freiwinkel α und bei schrägstehenden Zähnen den Neigungswinkel λ (s. Abb. 28).

15. Spanwinkel γ . a) Kraftbedarf und Schneidhaltigkeit. Vom Spanwinkel hängt es im wesentlichen ab, ob der Kraftbedarf groß oder klein ist, die Güte der Oberfläche genügend und wie groß die Schneidhaltigkeit des Zahnes ist. Er ist es also, der den stärksten Einfluß auf die Zerspanungsbedingungen ausübt. Je größer der Spanwinkel, um so geringer ist der Kraftbedarf, um so mehr nimmt die Güte der Oberfläche zu, um so geringer wird aber die Schneidhaltigkeit. Je nachdem nun, ob geschruppt oder geschlichtet wird, also die Aufgabe mehr im Abtragen überflüssigen Werkstoffes oder mehr in der Annäherung an ein vorgeschriebenes Maß gesehen wird, wird die Gestaltung also entweder mehr auf eine gute Schneidhaltigkeit und einen geringen Kraftbedarf oder aber auf eine gute Oberfläche Rücksicht nehmen müssen. So kommt es beim Schrappen nicht darauf an, ob die Oberfläche genügend gut ist; dagegen ist die lange Schneidhaltigkeit besonders in Anbetracht der hohen Beanspruchung der Schneide von großer Wichtigkeit. Beim Schrappen sind also möglichst geringe Spanwinkel zu nehmen.

Beim Schlichten dagegen steht die Erzielung einer hohen Oberflächengüte im Vordergrund der Anforderungen, die an den Zahn zu stellen sind. Demgegenüber tritt die Schneidhaltigkeit in den Hintergrund, die ja auch gegenüber dem Schrappzahn mit seiner größeren Beanspruchung beim Schlichtzahn an sich schon günstiger sein wird.

Der Gesichtspunkt des geringsten Kraftbedarfs kann dann bestimmend werden, wenn die Leistung der verwandten Außenräummaschine gerade ausreicht, um eine gegebene Zerspanungsaufgabe zu bewältigen. Um nun hier eine Leistungsreserve zu schaffen, die beim allmählichen Abstumpfen der Schneiden zur Verfügung steht, gibt man den Zähnen größeren Spanwinkel als für ihre Lebensdauer an sich gut wäre. Man nimmt hier also die verringerte Schneidhaltigkeit in Kauf, um überhaupt eine Räumaufgabe noch bewältigen zu können.

Zu diesen, die Größe des Spanwinkels bestimmenden Überlegungen, die unabhängig davon gelten, welcher Werkstoff zerspannt wird, tritt dann noch die Berücksichtigung der Eigenheiten des jeweiligen Werkstoffes.



Abb. 26. Entstehung des Reißspans (bei spröden Werkstoffen).

b) Abstimmung auf den Werkstoff. Bei spröden Werkstoffen, wie Gußeisen und einigen Messingsorten, entwickelt sich beim Schnitt ein sog. Reißspan, dessen Trennung vom Werkstück durch Normalspannungen, und zwar durch Zugspannungen hervorgerufen wird. Es ergibt sich kaum irgendeine plastische Verformung. Von der Schneidkante aus bildet sich nach geringer elastischer Verformung des vor der Werkzeugbrust liegenden Werkstoffes ein Reiß, der sehr plötzlich auftritt und bis zur ursprünglichen Oberfläche des Werkstücks reicht (Abb. 26). Er ist das Ergebnis der Überschreitung der Zugfestigkeit an bestimmten Stellen des Spannungsfeldes. Bei dieser Art der Spanbildung ist die Zunahme der Schnittkraft bei Verkleinerung des Spanwinkels nur verhältnismäßig gering (bis zu 10%). Man kann also hier die Vorteile für die Schneid-

haltigkeit, die sich aus einem kleineren Spanwinkel ergeben, ausnutzen, ohne einen zu starken Kraftanstieg befürchten zu müssen.

Anders liegen die Verhältnisse bei zähen Werkstoffen, also bei Stahl und den meisten Leichtmetall-Legierungen. Bei ihnen bildet sich ein Scherspan. Die Zugspannungen, die von der Schneidkante ausgehen, überschreiten im Spannungsfeld nicht die Zugfestigkeit, sondern es bilden sich infolge des Widerstandes des Werkstoffes Tangentialspannungen, die zu Verschiebungen innerhalb des Werkstoffes führen. Der Werkstoff wird plastisch verformt. Der sich bildende Span wird bei der Entstehung gestaucht, nimmt infolgedessen an Stärke wie auch an Breite zu (Abb. 27). Diese Stauchung ist um so stärker, je kleiner der Spanwinkel ist. Damit steigt die Schneidkraft infolge der größeren Verformungsaufgabe verhältnismäßig stark an. Im Vergleich zu den spröden Werkstoffen sind also die Vor-

Tabelle 2. Größe des Spanwinkels.

Werkstoff	Spanwinkel für	
	Schuppen	Schlichten
Grauguß . . .	6°	10°
Stahlguß . . .	10°	12°
Temperguß . . .	8°	10°
Stahl, weich . . .	15°	18°
Stahl, hart . . .	12°	15°
Messing . . .	8°	10°
Duralumin } Hydronalium }	10...15°	12...18° je nach Aus- härtungs- zustand
Silumin . . .	20°	25°
Elektron . . .	10°	15°

teile eines größeren Spanwinkels bei zähen Werkstoffen wesentlich größer. Je zäher der Werkstoff, um so größer ist der Spanwinkel zu nehmen. Tabelle 2 enthält einige Erfahrungswerte für die Wahl des Spanwinkels.

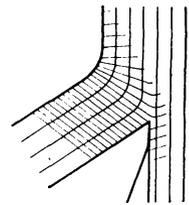


Abb. 27. Entstehung und Verformung des Scherspans (bei zähen Werkstoffen).

16. Die Fase *f*. Neben dem Spanwinkel ist die Fase das Mittel, den Zerspanungsablauf und das Zerspanungsergebnis zu beeinflussen. Sie hat drei Aufgaben zu erfüllen. Sie soll die Widerstandsfähigkeit der Schneide erhöhen, beim Schleifen die Kontrolle über die gleichmäßige Verteilung der Schneidaufgaben auf die verschiedenen Zähne erleichtern, und schließlich die Oberfläche verbessern.

Mit der Größe der Fase steigt die Schnittkraft. Durch die Wahl eines zweckmäßigen Schmiermittels (s. Abschn. 53) läßt sich diese Schnittkrafteerhöhung aber in angemessenen Grenzen halten (Tabelle 3).

Tabelle 3. Erfahrungswerte für die Bemessung der Fase.

Grauguß	0,3...0,5 mm	Messing	0,6...0,8 mm
Temperguß	0,4...0,6 mm	Duralumin	} 0,8...1,2 mm
Stahlguß	0,5...0,8 mm	Hydronalium	
Stahl, weich	0,7...1,0 mm	Silumin	0,5...0,8 mm
Stahl, hart	0,5...0,7 mm	Elektron	1,0...1,5 mm

Die höheren Werte sind beim Anschleifen der Fase zugrunde zu legen. Beim Schärfen des Räumzeuges können die Zähne so lange an der Zahnbrust (Spanwinkel) nachgeschliffen werden, bis der untere Wert für die Fasenbreite erreicht ist. Dann muß eine neue Fase angeschliffen werden (s. Abschn. 55).

17. Der Freiwinkel α . Der Freiwinkel hat bei der Räumerschneide nur verhältnismäßig geringen Einfluß auf den Zerspanungsvorgang. Es ist zweckmäßig, ihn möglichst klein zu halten, damit die Widerstandskraft des Zahnes nicht unnötig geschwächt wird. Erfahrungswerte für die Größe des Freiwinkels sind $2 \cdot \dots \cdot 5^\circ$.

18. Spanbrechnuten. Wie bereits bei den Ausführungen über die Größe des Spanwinkels gesagt wurde, werden die bei zähen Werkstoffen entstehenden Späne bei der Entstehung durch Stauchen verformt. Sie sind also in Dicke und Breite größer als die abgenommenen Schichtteile. Für diese Breitenzunahme der Späne muß nun Platz geschaffen werden, da sonst der zerspannte Werkstoff sich in die

Zahnlücken einquetschen und diese verstopfen würde. Die Ausdehnungsmöglichkeit wird den Spänen durch Spanbrechernuten gegeben, die über die Länge der Schneide gleichmäßig verteilt sind und in einer Breite von $0,5 \cdots 1$ mm und einer Tiefe von $0,5 \cdots 1$ mm mit Abständen von $10 \cdots 15$ mm angeordnet werden (Abb. 28). Die Spanbrechernuten zweier aufeinander folgender Schneiden sind gegeneinander versetzt, damit sich keine Riefen auf der Werkstückoberfläche bilden können.

19. Der Neigungswinkel λ . Um die Kraftschwankungen während des Räumverlaufs in engen Grenzen zu halten, werden die Schneiden vielfach in einem von der rechtwinkligen Lage unterschiedenen Winkel zur Bewegungsrichtung angeordnet (Abb. 28). Hierdurch werden die Kraftschwankungen, die beim Ein- oder Austritt der Schneiden an dem Werkstück im Verlauf der Schneidenfolge auftreten, herabgemindert (s. Abschn. 5). Allerdings muß man dabei Seitenkräfte in Kauf nehmen, die von der Maschine und ihren Führungen sowie der Vorrichtung aufgenommen werden müssen. Man nimmt Neigungswinkel bis zu 30° .

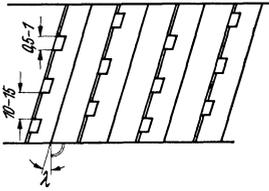


Abb. 28. Schneidenneigung und Spanbrechernuten.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß viel Erfahrung dazu gehört, um bei gegebener Außenräumaufgabe die günstigsten Ergebnisse erzielt werden. Die angegebenen Zahlenwerte in der Tabelle geben daher nur einen ungefähren Anhaltspunkt und sind je nach den besonderen Verhältnissen abzuwandeln. Für die Art und das Ausmaß dieser Anpassung an die jeweils gegebenen Verhältnisse geben die dargestellten Gesichtspunkte für die Wahl der Abmessungen einen ungefähren Anhalt.

20. Die Zahnücke. Die Zahnücke soll den Span formen und aufnehmen. In welchem Umfange die eine oder andere Aufgabe überwiegt, hängt von den Eigenschaften des zerspannten Werkstoffes ab. Zu unterscheiden ist zwischen einer bröckelnden Spanbildung und der Spanlockenbildung. Gußeisenspäne und Späne spröder Werkstoffe brechen in kurzen Längen ab. Es erübrigt sich hier also eine Spanformung. Die Lücke hat lediglich die Aufgabe, die Späne aufzunehmen.

a) Größe. Die Menge des zerspannten Werkstoffes hängt ab von der Länge des geräumten Werkstücks. Je länger dieses Werkstück, desto mehr Späne werden sich bilden. Wichtig ist nun die Bestimmung der Mindestgröße der Zahnücke, die vorhanden sein muß, damit die Späne leicht aufgenommen werden können und sich nicht in die Lücke eindrücken, aus der sie dann nur mit Schwierigkeit entfernt werden könnten. Diese Bestimmung der Mindestgröße der Zahnücke ist also unabhängig von der Wahl der Teilung, wie sie sich aus den Anforderungen an die Zahnfolge ergibt

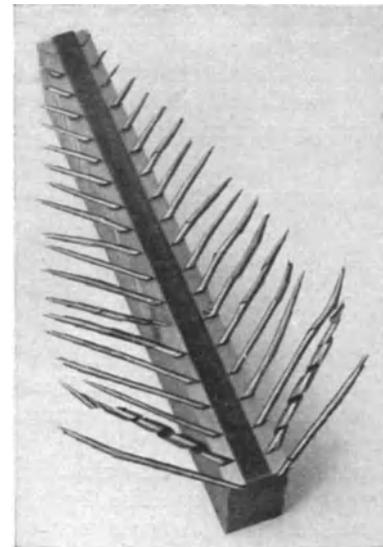


Abb. 29. Spiralförmige Spanbildung bei schrägverzahnten Schneiden und freier Entwicklungsmöglichkeit des Spanes.

(Abschn. 23). Die Mindestgröße der Zahnücke legt die untere Grenze der Teilung fest, unter die sie nicht kommen darf. Die Größe der Zahnücke wird berechnet,

23. Gesichtspunkte für die Gestaltung der Zahnfolge. Mit der Gestaltung der Zahnfolge des Räumzeuges wird entschieden über den Zerspanungsanteil, den jeder einzelne Zahn übernehmen soll. Je nach der Räumaufgabe wird diese Verteilung verschieden sein. Zunächst ist zu klären, ob die Zustellung in die Tiefe oder seitlich vorgenommen werden soll (vgl. Abschn. 4). Man nimmt Tiefenzustellung lediglich bei schon bearbeiteten Flächen, während in den Fällen, in denen rohe Guß- und Schmiedeteile geräumt werden sollen, vor allen Dingen dann, wenn die Maßtoleranzen der Vorfertigung verhältnismäßig grob sind, die Seitenzustellung gewählt wird.

Ist diese grundsätzliche Wahl getroffen, so sind eine Reihe von Folgerungen aus der Eigenart des Werkstückes zu ziehen. Zu fragen ist:

1. Wie groß sind Breite und Länge der zu räumenden Flächen oder Profilhahnen?

2. Wie groß ist die Maßgenauigkeit, die verlangt wird?

3. Welche Schicht soll abgetragen werden?

4. Welche Oberflächengüte soll erzielt werden?

Unter Berücksichtigung der Eigenheiten der Räumaufgabe wird dann eine grobe Unterteilung der Zahnfolge in eine Glättlänge, eine Schabelänge, eine Schlichtlänge und eine Schrupplänge vorgenommen. Soll z. B. die Oberfläche besonders gut sein, so ist eine entsprechende Anzahl von Glättzähnen vorzusehen. Wird eine mittlere Oberflächengüte, aber hohe Maßgenauigkeit verlangt, so ist eine angemessene Länge des Räumzeuges für die Unterbringung der Schabezähne frei zu halten. Falls das Räumzeug einteilig ist und innerhalb eines gebauten Räumzeuges (s. Abschn. 29) aus räumlichen Gründen eine Nachstellung des Schneideteils nicht möglich ist, nimmt man, um die Lebensdauer der Zahnfolge zu verlängern, von vornherein eine größere Anzahl von Glätt- und Schabezähnen, als sie für die Glätt- oder Schabeaufgabe an sich notwendig wäre. Denn, wenn die Schneidzähne an der Brust so weit abgeschliffen sind, daß die Fase verschwindet und damit eine neue Fase angeschliffen werden muß, so fallen zu Beginn der Zahnfolge wegen der nunmehr zu kurzen Zähne zunächst eine und dann bei weiterem Nachschleifen noch weitere Schneiden für die Bearbeitung aus. Entsprechend werden dann Schabezähne zu Schneidzähnen umgeschliffen. Diese Maßnahme ist bei gebauten Räumzeugen (s. Abschn. 29) nicht erforderlich, da sich bei ihnen durch Einlegen von Blech zwischen die schneidenden Teile und den Werkzeughalter ein Ausgleich für die abgeschliffene Zahnhöhe schaffen läßt. Auch bei einteiligen Räumzeugen, die innerhalb der Vorlage oder Vorrichtung in nachstellbaren Gleitbahnen geführt werden (s. Kapitel III, C) kann auf Reservezähne verzichtet werden.

Handelt es sich beim Räumen lediglich um ein Abtragen von Werkstoff und um eine Maßgebung innerhalb größerer Toleranzen, so kann von Schabe- und Glättzähnen überhaupt abgesehen werden. In allen anderen Fällen, in denen eine hohe Güte der Oberfläche und eine gute Maßgenauigkeit verlangt wird, sind vorweg Teillängen des Räumzeuges für die Glätt- und Schabezähne vorzusehen. Dann erst wird die Länge der Zahnfolge für die Schneidzähne (Schrupp- und Schlichtzähne) ermittelt.

24. Mindestzähnezahl für die gegebene Räumlänge. Die erste Überlegung, die anzustellen ist, lautet: Welchen Spanquerschnitt kann die Räummaschine bei ihrer gegebenen Leistungsfähigkeit in einem gegebenen Augenblick bewältigen? Man geht hierbei von der größten Zugkraft der Maschine aus, zieht eine angemessene Kraftreserve ab, die beim Stumpfwerden der Zähne zur Verfügung stehen muß, und setzt diese so gefundene Zugkraft dem Widerstand gegenüber, den der Werk-

stoff dem Eindringen der Schneiden bieten würde. Diese Widerstandsfähigkeit wird ausgedrückt durch die Größe des spezifischen Schnittwiderstandes (kg/mm^2). Teilt man nun die Zugkraft durch den spezifischen Schnittwiderstand, so erhält man den Spanquerschnitt, der von dem in Eingriff stehenden Teil der Zahnfolge abgetragen werden kann. Um nun die Rechnung noch zu vereinfachen, kann man beim Außenräumen als Verhältniswert statt vom Spanquerschnitt von der Schichtdicke ausgehen, da die Räumbreite meist über den Verlauf der Zahnfolge gleichbleibt, d. h. man ermittelt aus dem gefundenen Spanquerschnitt die Schichtdicke, die gleichzeitig von einer Reihe aufeinanderfolgender Zähne abgetragen werden kann, indem man den Spanquerschnitt durch die Breite teilt.

Anschließend daran wird entschieden, wieviel Zähne notwendig sind, um die ermittelte Schichtdicke abzutragen. Man stellt zunächst fest, mit welcher geringsten Anzahl von Zähnen man auf der Räumlänge des Werkstücks auskommen könnte. Da höchstens je Schruppzahn eine Schichtstärke von 0,25 mm abgenommen werden kann, wäre also die Schichtdicke durch 0,25 mm zu teilen. Damit ist die geringstmögliche Anzahl der Zähne auf der Räumlänge bestimmt. Sie würde sein:

$$z_{\min} = \frac{P}{0,25 b f}$$

Darin ist: P die ausnutzbare Zugkraft der Maschine,

b die Breite der zu räumenden Fläche,

f der spezifische Schnittwiderstand (Tabelle 4).

Diese Zahlen für den spezifischen Schnittwiderstand gelten für Tiefenzustellung und eine Spantiefe von 0,25 mm. Bei geringeren Spantiefen sind die Werte bis zu 30 % zu erhöhen. Bei Seitenzustellung können bis zu 20 % niedrigere Werte in die Rechnung eingesetzt werden.

25. Anpassung der Zähnezahl an den Werkstoff. Je nach der Art des zu zerspanenden Werkstoffes, d. h. je nachdem, ob es sich um einen spröden oder zähen Werkstoff, um einen Werkstoff größerer oder geringerer Härte handelt, oder je nachdem die Spanlockenbildung bei verschiedenen Schichtdicken vor sich geht, wird man

diese Mindestzahl der Zähne abwandeln, also beispielsweise bei härterem Werkstoff nicht jeden Zahn eine Schichtdicke von 0,25 mm abtragen lassen, sondern eine solche von 0,15 mm, weil bei harten Werkstoffen der spezifische Widerstand wesentlich größer ist als bei weichen Werkstoffen.

Bei weichen Werkstoffen treten bei der Entscheidung über die je Zahn zu nehmende Spantiefe Überlegungen anderer Art in den Vordergrund. Wird nämlich bei weichen Werkstoffen die Spantiefe zu gering genommen, so besteht beim Räumen wegen der großen Hauptschnittkraft die Gefahr, daß das Werkstück zu stark abgedrückt wird und den Räumschneiden keinen rechten Angriff mehr bietet. Dann wird der Werkstoff nicht mehr geschnitten, sondern weggedrückt, und es entsteht eine verschmierte Oberfläche. Diese Frage ist besonders wichtig bei weichen Leichtmetall-Legierungen.

26. Anpassung der Zähnezahl an das Werkstück. Man nimmt auch dann eine größere Anzahl von Zähnen mit geringer Spantiefe als an sich notwendig wäre, wenn das zu räumende Werkstück so gestaltet ist, daß es unter der Hauptschnittkraft leicht ausweichen kann, also beispielsweise bei der Bearbeitung von hohlen

Tabelle 4. Spezifischer Schnittwiderstand f in kg/mm^2 .

Stahl	{ hart	280
	{ weich	200
Grauguß	{ bei Tiefenzustellung	180
	{ bei Seitenzustellung	140
Messing, je nach Härte		75 ··· 120
Duralumin		} 80
Hydrunalium		
Silumin		100
Elektron		45

Werkstücken mit geringen Wandstärken. Falls es überhaupt möglich ist, solche Werkstücke durch Räumen zu bearbeiten, muß man hier sehen, die Schnittkraft so gering wie möglich werden zu lassen, ohne daß das Räumzeug zu lang wird. Der Weg dazu ist die Anwendung von Zähnen mit verhältnismäßig geringer Spantiefe.

27. Die Zahnteilung. Die Formel für die Ermittlung der Zahnteilung (Abb. 34) lautet:

$$t = \frac{a b f}{P}$$

Darin ist: a die Spantiefe je Zahn: beim Schrappen $0,1 \dots 0,25$ mm, beim Schlichten $0,02 \dots 0,10$ mm,

l die Länge der zu räumenden Fläche oder Profilbahn,

b die Breite der zu räumenden Fläche,

f der spezifische Schnittwiderstand,

P die ausnutzbare Zugkraft der Maschine.

Die so ermittelte Teilung ist daraufhin nachzuprüfen, ob sie eine für die Spanaufnahme genügend große Zahnücke bildet (s. Abschn. 20). Sie muß außerdem zur Vermeidung von Rattermarkenbildung jeweils für den Bereich der Räumlänge l um $0,1 \dots 0,3$ mm je Zahn abgestuft werden.

28. Die Räumzeuglänge. Die Gesamtlänge des Schruppteils verhält sich zur Räumlänge wie die gesamte durch das Räumen abzutragende Schicht zu der von den gleichzeitig in Eingriff stehenden Zähnen abzunehmenden Schicht, so daß sich die Formel ergibt (Abb. 34):

$$L = l \frac{A}{a z}$$

Darin ist: A die durch Räumen abzunehmende Schicht und
 z die Zähnezahl für die Räumlänge l .

Nach der Ermittlung der Zahnfolgenlänge für den Schruppteil des Räumzeuges ist dann die Länge der für das Schlichten erforderlichen Zahnfolge zu errechnen.

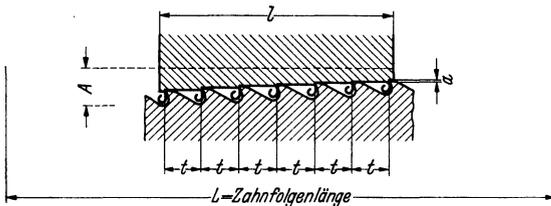


Abb. 34. Räumlänge, Räumtiefe und Teilung.

a = je Zahn abgenommene Schicht; A = gesamte Räumtiefe;
 l = Räumlänge; L = Zahnfolgenlänge; t = Zahnteilung.

Das Schlichten hat beim Außenräumen neben dem Beseitigen von Rauigkeiten der Oberfläche noch eine Aufgabe zu erfüllen, die eine Folge der hohen Schnittkraft ist. Während des Schlichtens soll das Werkstück, das wegen der während des Schrappens auftretenden hohen Schnittkraft zurückgewichen ist, wieder zurückfedern, und damit die durch

die Federung zurückgedrängten Werkstoffteile wieder in den Bereich der Schneiden bringen. Die Schlichtlänge wird nun um so größer sein müssen, je mehr das Werkstück die Neigung hat, durchzufedern, und zwar aus zwei Gründen: 1. weil die zurückgedrängte Schichthöhe an sich schon größer sein wird als bei starren Werkstücken und 2. weil die Spantiefe der Schlichtzähne möglichst gering sein muß, um unzulässige Federungen während des Arbeitens des Schlichtteils der Räumfolge zu vermeiden.

Auch die geforderte Maßtoleranz beeinflusst die Länge der für das Schlichten vorzusehenden Zahnfolge. Je enger die Toleranz, um so geringer muß die je Zahn abzunehmende Spantiefe sein und um so mehr Schlichtzähne sind nötig, um die zurückgedrängten Werkstoffteile ohne allzu große Schnittkraft abzutragen. Man

wählt beim Schlichten Spantiefen zwischen 0,02 und 0,10 mm und geht mit dem Betrag der Spantiefe entweder höher oder tiefer, entsprechend den dargestellten Gesichtspunkten.

Nachdem die Teillängen des Räumzeuges für das Glätten, das Schaben, das Schlichten und das Schruppen in der dargestellten Weise bestimmt sind, werden sie zur Gesamtlänge des Räumzeuges zusammengesetzt, und diese Gesamtlänge ist dann mit dem Hub der Räummaschine zu vergleichen. Überschreitet die ermittelte Räumzeuglänge den Hub der Räummaschine, so muß die Räumaufgabe auf zwei Räumzeuge verteilt werden, von denen das eine Räumzeug schruppt und schlichtet und das andere schabt und glättet.

29. Der konstruktive Aufbau des Räumzeuges. Soweit kleinere Werkstücke durch Außenräumen zu bearbeiten sind, besteht das Werkzeug meist aus einem einzigen Teil. Es wird in diesen Fällen nicht auf einem Schlitten befestigt, sondern ähnlich wie beim Innenräumen durch eine Vorlage gezogen, gegen die sich die Unterseite des Räumzeuges abstützt und die gleichzeitig das Werkstück aufnimmt (Abb. 46). Das gleiche gilt für Räumzeuge, die auf gewöhnlichen hydraulischen oder mechanischen Pressen für die Bearbeitung kleiner Werkstücke Anwendung finden. Auch sie sind meist einteilig und werden in der Vorrichtung geführt (Abb. 35). Sobald jedoch größere und vor allen Dingen stärker profilierte Bahnen zu bearbeiten sind, ist es notwendig, das Außenräumzeug aus einer Anzahl von Teilen, die in einem Werkzeughalter vereinigt werden,

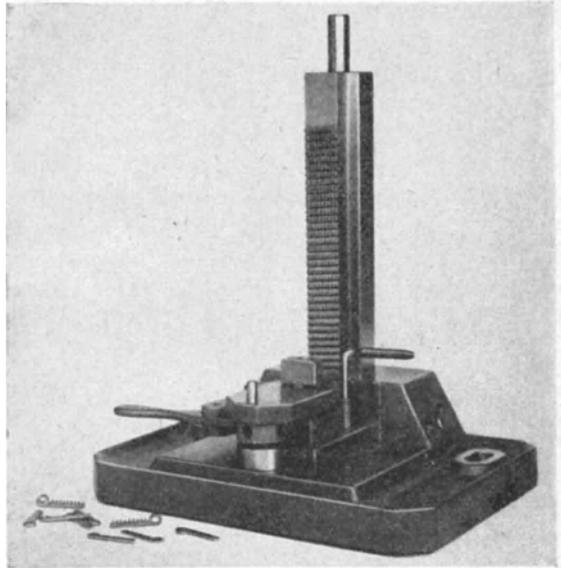


Abb. 35. Einteiliges Räumzeug zum gleichzeitigen Räumen von 10 Zahnstangen, Mod. 1 (Schilling).

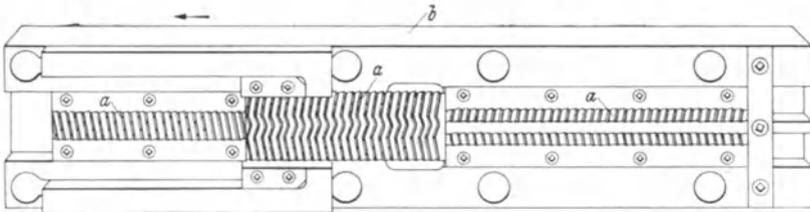


Abb. 36. Gebautes Räumzeug.
a = Schneidentelle; b = Werkzeughalter.

zusammensetzen. Bei diesen „gebauten Räumzeugen“ sind zu unterscheiden die schneidenden Teile und der diese schneidenden Teile aufnehmende Werkzeughalter (Abb. 36). Der Werkzeughalter ist dabei ein Dauerbestandteil des jeweiligen Außenräumzeuges, kann also nicht für verschiedene Räumarbeiten ausgewechselt werden. Denn die Verschiedenartigkeit der Räumarbeiten ist zu groß. Eine große

Mannigfaltigkeit in Konstruktion und Zusammensetzung des Außenräumzeuges ist die Folge.

Der Werkzeughalter ist das Verbindungsglied zwischen den Zahnfolgen und dem Werkzeugschlitten der Maschine. Bei gebauten Räumzeugen, mit denen auf hydraulischen oder mechanischen Pressen gearbeitet wird, gibt der Werkzeughalter dem Räumzeug die Führung in der Vorrichtung. Falls mehrere Flächen oder Profilbahnen zu bearbeiten sind, sind in einem Werkzeug-

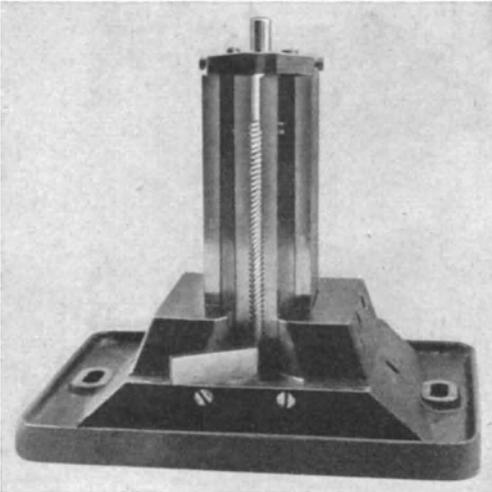


Abb. 37. Gebautes Räumzeug zur beiderseitigen Bearbeitung eines Werkstückes (Schilling).

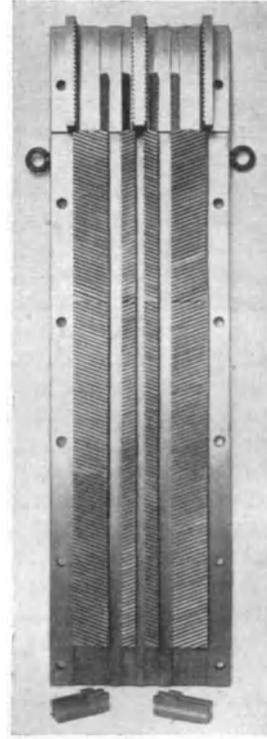


Abb. 38. Gebautes Räumzeug für Senkrecht-Außenräummaschinen (Schilling).

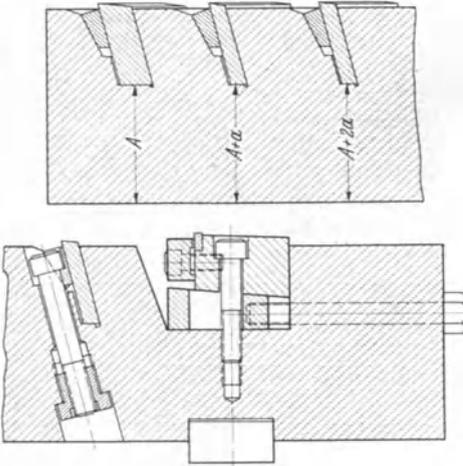


Abb. 39. Räumzeug mit eingesetzten Hartmetallschneiden.

halter mehrere Zahnfolgen vereinigt. Diese Trennung der Schneideteile vom Werkzeughalter, dem tragenden Glied des Außenräumzeuges ist notwendig, damit die Schneideteile sich bei der Herstellung leichter bearbeiten lassen und auch im späteren Gebrauch besser nachgeschliffen, instandgesetzt und entsprechend der beim Nachschärfen abgeschliffenen Zahnhöhe nachgestellt werden können (Abb. 37). Das Nachstellen der Schneideteile erfolgt durch Einlegen von Blechstreifen zwischen Zahnfolge und Werkzeughalter oder durch das Nachschieben eines Keiles, der zwischen Halter und Schneidenteil eingebaut ist. Vor allen Dingen dort, wo Profilbahnen geräumt werden, ist es

nur durch Unterteilung der Zahnfolge möglich, den nötigen Auslauf für die Schleifscheibe zu schaffen.

Man setzt eine gegebene Zahnfolge aus Teilabschnitten zusammen, die zwischen 150 und 350 mm lang sind (Abb. 38). Die Unterteilung wird dabei zweckmäßig so gewählt, daß die Schneiden eines Teilabschnittes sich gleichmäßig abnutzen. Man wird also die Schneiden der Schrupp-, Schlicht- und Schabefolge voneinander trennen, da sie sich verschieden stark abnutzen und so auch verschieden stark nachgestellt werden müssen (s. auch Abschn. 55). Größere Längen würden zu große Schwierigkeiten bei der Wärmebehandlung, sowie bei der mechanischen Bearbeitung ergeben.

Werden Hartmetallschneiden verwandt, so setzt man die Zähne einzeln ein (Abb. 39).

30. Die Befestigung der Schneideteile auf dem Räumzeughalter.

Der Werkzeughalter soll die Schneideteile in ihrer gegenseitigen Lage halten, sowie die Schnittkraft sicher aufnehmen und auf den Werkzeugschlitten der Maschine übertragen. Zur konstruktiven Lösung beider Aufgaben werden im wesentlichen zwei Wege beschrieben. Entweder man verschraubt die Schneideteile mit dem Werkzeughalter und überträgt dabei die Schnittkraft durch querliegende Riegel, vor die entweder die Schneideteile mit ihren Stirnseiten stoßen oder in Nuten von Schneidenteil und Halter eingreifen oder aber man verwendet zur Verbindung Spannkeile.

Die Verschraubung von Schneidenteil und Werkzeughalter kann verschieden vorgenommen werden und richtet sich nach den gegebenen Formen und Abmessungen von Werkstück und Werkzeug. Man nimmt hierzu Innensechskantschrauben, die versenkt angeordnet werden. Ist die Zahnfolge im Verhältnis zum Werkzeughalter schmal, so daß auf beiden Seiten noch genügend Raum bleibt zur Unterbringung der Schrauben, dann werden die Schneideteile zweckmäßig von oben her auf den Werkzeughalter aufgeschraubt. Die Bohrungen zur Aufnahme der Schrauben befinden sich dabei in seitlichen Leistenbahnen des Schneideteiles (Abb. 40). Hierbei braucht in den Werkzeugbaustoff der Zahnfolge kein Gewinde eingeschnitten zu werden. Man vermeidet solche Gewinde gerne, da sie die mechanische Bearbeitung und auch die Wärmebehandlung erschweren.

Sind die Schneideteile so breit, daß sie einen großen Teil der Werkzeughalterbreite überdecken, so werden sie von hinten her mit Hilfe der Schrauben gegen den Werkzeughalter gezogen (Abb. 41 u. 42). In diesem Falle müssen dann die Gewinde in den Werkstoff des Schneideteiles eingeschnitten werden.

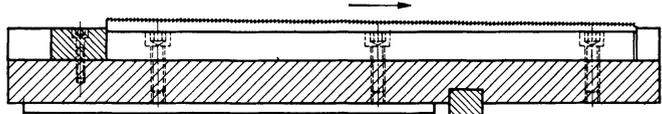


Abb. 40. Befestigung des Schneideteils auf dem Werkzeughalter und Aufnahme der Schnittkraft durch Querriegel.

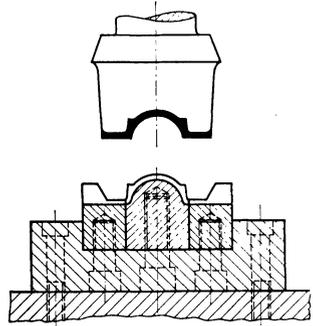


Abb. 41. Befestigung der Schneideteile bei räumlich beengten Verhältnissen.

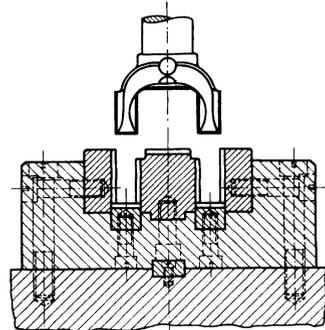
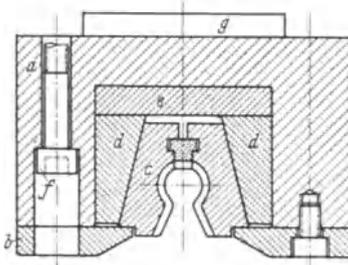


Abb. 42. Befestigung der Schneideteile bei räumlich beengten Verhältnissen.

Eine gute Lösung für die Befestigung der Schneideteile auf dem Werkzeughalter ist die Verwendung von Druckleisten, die durch Innensechskantschrauben gegen den Halter gezogen werden und dabei die Schneideteile auf den



- a = Räumzeughalter;
- b = Druckleisten;
- c = Schneideteile;
- d = Druckstücke;
- e = Spannkeil;
- f = Schraube zur Befestigung des Räumzeuges auf dem Räumerschlitzen;
- g = Paßfeder zur Übertragung der Schnittkraft.

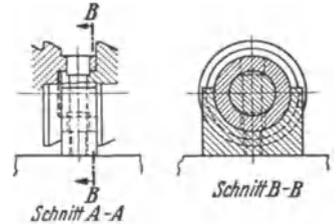


Abb. 43. Befestigung der Schneideteile durch Spannkeil.

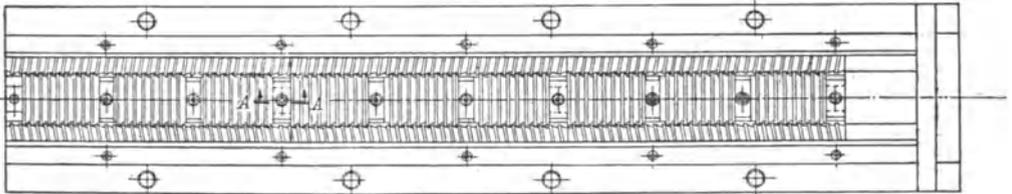


Abb. 44. Gebautes Räumzeug zum Außenräumen halbrunder Profile.

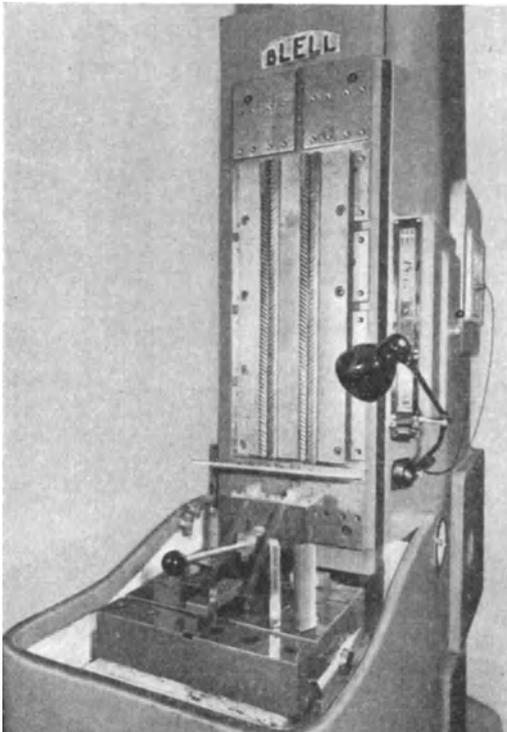


Abb. 45. Werkzeugschlitten einer senkrechten Räummaschine (Blell); Räumzeug und Räumvorrichtung (Schilling).

Halter aufdrücken (Abb. 43 Teil b). Sie liegen dabei auf schmalen seitlichen Kanten der Schneideteile. Diese Lösung hat den Vorzug, daß weder Schraubenlöcher noch Gewinde in den Schneideteil geschnitten zu werden brauchen. Dies ist besonders wichtig, wenn die Schneideteile schmal, profiliert und verhältnismäßig lang sind und dadurch beim Härten besonders stark zum Verziehen neigen. Die Kraftübertragung wird in den Fällen, in denen die Schneideteile mit dem Werkzeughalter verschraubt werden, entweder durch Querriegel gesichert, vor die die in Druckrichtung liegende Stirnseite des Schneideteils stößt, oder aber durch Paßfedern, die in Nuten von Werkzeughalter und Schneideteil eingreifen.

In Fällen, in denen der Raum zur Aufnahme verschiedener Schneideteile im Werkzeughalter besonders beengt ist, also besonders dort, wo Profilbahnen zu bearbeiten sind, würde die Befestigung durch Schrauben zuviel Raum beanspru-

chen. Hier verwendet man Spannkeile, die unter Zwischenschaltung von Druckstücken die Schneideteile gegen die Flanken des Werkzeughalters oder darauf aufgeschraubte Leisten drücken (Abb. 43). Auch hier nehmen entweder Querriegel oder Paßfedern die Schnittkraft auf.

Wenn halbrunde Profilbahnen zu räumen sind, oder solche Profilbahnen, die ein Kreissegment bilden, so unterteilt man die Schneidenfolge in eine große Zahl verhältnismäßig kurzer runder Teilabschnitte, die an beiden Enden abgesetzt sind (Abb. 44). Der Ansatz am einen Ende ist im Durchmesser größer als am anderen, so daß eine Bohrung in dem mit größerem Durchmesser versehenen Ansatz den mit dem kleineren Durchmesser versehenen Ansatz des nächsten Teilabschnittes der Zahnfolge aufnehmen kann. Quer durch die ineinander geschobenen Ansätze ist ein Loch zur Aufnahme der Befestigungsschraube gebohrt. Diese dient aber nur zur Festlegung, während die Kraft durch einen im Querschnitt halbkreisförmig ausgebildeten Riegel aufgenommen wird, in den die Ansätze der Schneideteile gebettet sind und gegen den die an den jeweiligen Ansatz anschließende Stirnseite des Schneideteiles liegt. Durch Anbringung mehrerer Bohrungen, die quer durch die Ansatzstücke hindurchgehen, ist es möglich, nacheinander verschiedene Abschnitte des im Querschnitt kreisrunden Schneideteils zum Räumen heranzuziehen.

31. Die Befestigung des Außenräumzeuges auf dem Werkzeugschlitten. Der Werkzeugschlitten der Räummaschine besitzt Längs- und Quernuten, die zur Ausrichtung des Außenräumzeuges vorgesehen sind (Abb. 45). In diese Längs- und Quernuten greifen Paßfedern ein, die sich an der unteren Seite des Räumzeughalters befinden. Das Außenräumzeug wird auf dem Werkzeugschlitten durch Innensechskantschrauben befestigt. Da Außenräumzeuge vielfach zu schwer sind, als daß man sie von Hand heben könnte, befinden sich am oberen Ende Haken, an denen ein Hebezeug angreifen kann.

C. Beispiele von Räumzeugen.

Abb. 46 zeigt ein Außenräumzeug, wie es in waagerechten Universal-Räummaschinen angewandt wird. Es stützt sich mit seinem Rücken gegen eine gehärtete und geschliffene Fläche innerhalb der Vorlage ab. Anwendbar ist diese Ausführungsart lediglich bei der Bearbeitung kleinerer Teile.

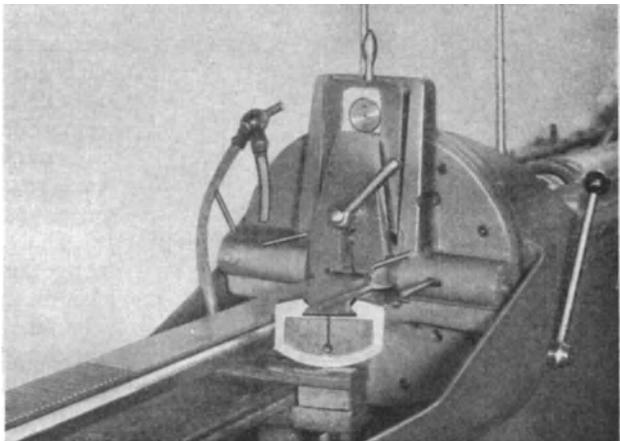


Abb. 46. Räumzeug für Waagerechträummaschine (Forst).

Falls die Schneiden des Räumzeuges nur mit Schwierigkeiten aus einem Teil auszuarbeiten wären, werden die Zähne einzeln in einen Räumzeughalter eingesetzt und in diesem zusammengehalten. Die Ansicht eines solchen aus Einzelzähnen zusammengesetzten Räumzeuges zeigt Abb. 48, den konstruktiven Aufbau Abb. 47.

Größere Räumzeuge müssen auf dem Schlitten von senkrechten Außenräummaschinen befestigt werden, und die Abdrängkraft zwischen Räumzeug und Werk-

stück wird nicht mehr von der Vorrichtung, sondern von der Maschine selbst aufgenommen. In Abb. 49 ist ein gebautes Räumzeug dargestellt, bei dem

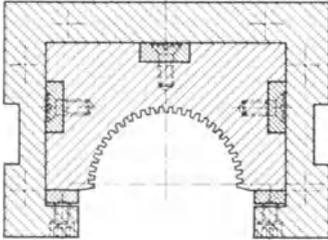


Abb. 47. Räumzeug, aus Einzelschneiden zusammengesetzt (DRP. Schilling).

6 Schneideteile in einem Räumzeughalter zusammengefaßt sind. Mit dem Werkzeug werden gleichzeitig die profilierten Flächen mehrerer Teile bearbeitet und so die Zugkraft der Maschine voll ausgenutzt. Beim Nachschleifen wird der

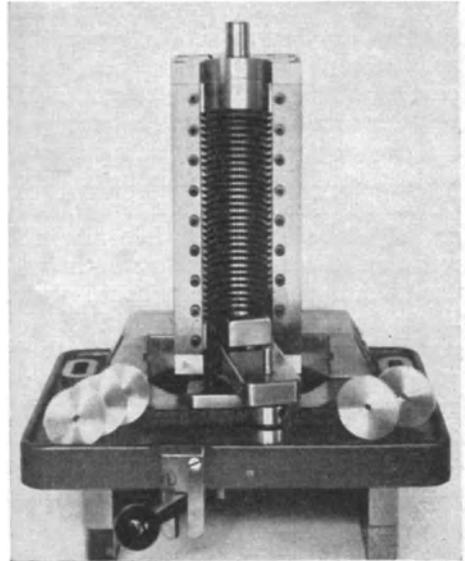


Abb. 48. Ansicht des Räumzeuges Abb. 47 mit Räumvorrichtung.

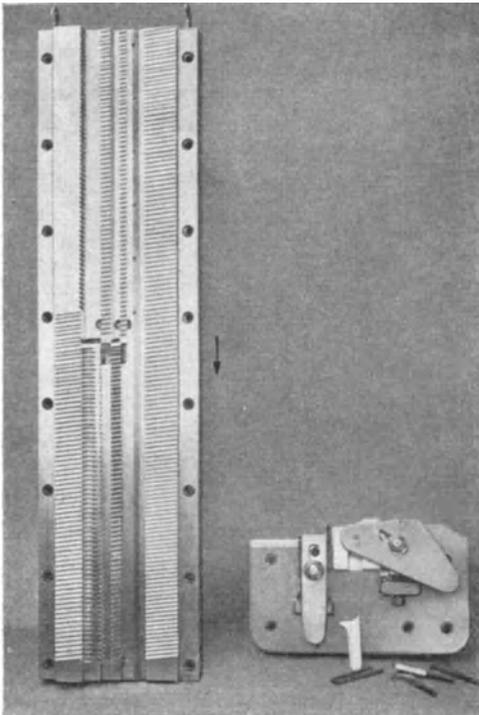


Abb. 49. Gebautes Räumzeug (Forst).

Räumzeughalter mit den Schneideteilen vom Räum Schlitten abgenommen und dann müssen die einzelnen Schneideteile vom Räumzeughalter getrennt werden. Erst dann lassen sich die Zähne nachschleifen.

Soll das Räumzeug besonders lange seine Schärfe behalten, so werden die Schneiden aus Hartmetall hergestellt und einzeln in den Räumzeughalter eingesetzt (Abb. 50).

Die bisher dargestellten Räumzeuge hatten Tiefenzustellung. Werden rohe Gußflächen bearbeitet, so ist diese Art der Spanabnahme unzureichend (Näheres s. Abschn. 4), und man verwendet Räumzeuge, bei denen der erste Teil der Zahnfolge keilförmig in die Gußoberfläche eindringt und dann in seitlicher Zustellung den Werkstoff forträumt (Abb. 51). Ein Räumzeug, bei dem ein Teil der Schneiden keilförmige Zustellung hat, ist in Abb. 52 dargestellt. Es wird die Anlagefläche eines Räderkastens sowohl vorgeschruppt, als auch fertig bearbeitet.

Andere Arten von seitlicher Zustellung zeigen Abb. 53 u. 54. In Abb. 53 ist ein Räumzeug dargestellt, das eine ebene Fläche bearbeitet. Sie wird zuerst

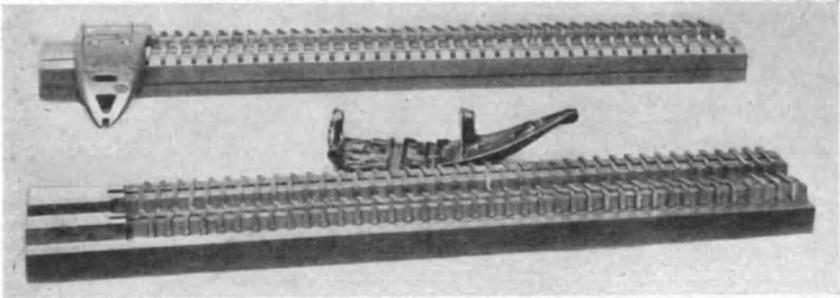


Abb. 50. Räumzeug mit Hartmetallschneiden (Forst).

geschruppt durch die beiden Räumereinsätze *A* und *B*, die ein Zerspanen von der Seite her bewirken. Sie können also auf einem roh gegossenen Teil ohne Vorarbeit ansetzen, da sie sofort kräftig unter der Gußkruste schneiden. Die letzten Zähne des Räumereinsatzes *B* überlappen diejenigen von *A*.

Dahinter folgt der Räumereinsatz *C*, der die vorgeschruppte Fläche durch ein Abheben einiger feiner Späne schlichtet. Das Räumzeug Abb. 54 bearbeitet ein vorgegossenes Profil. Die

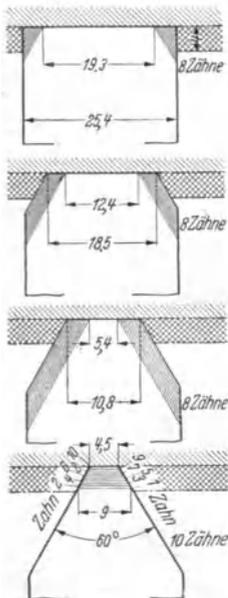


Abb. 51. Keilförmige Zustellung bei der Bearbeitung roher Gußstücke.

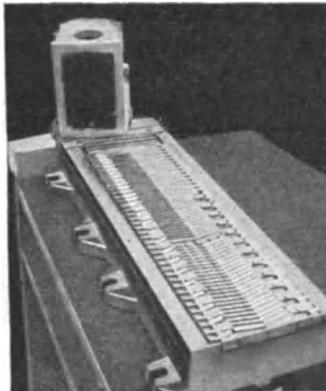
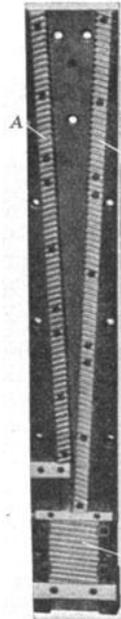


Abb. 52. Räumzeug zur Bearbeitung roher Gußflächen eines Räderkastens.



- A* = Räumereinsatz zum Abheben von Schicht *A*;
- B* = Räumereinsatz zum Abheben von Schicht *B*;
- C* = Räumereinsatz zum Abheben von Schicht *C*.

Abb. 53 a. Abb. 53 b. Räumzeug mit teilweise seitlicher Zustellung.

Bearbeitung der Fläche erfolgt wieder durch einen Schruppräumereinsatz *A* mit schrägliegenden Zähnen, die von der vorgegossenen Aussparung *II* nach rechts und links schruppen. Dann wird diese Fläche von Schlichträumereinsatz *C* ausgearbeitet. Die Räumarbeit auf den Seiten *III* vollziehen die Räumereinsätze *D* an beiden Seiten. Das halbrunde Profil *II* — das Kurbelwellenlager am Zylinder-

block — wird von dem Einsatz *B* bearbeitet. Er ist aus mehreren Sätzen von Räumzähnen zusammengesetzt, die durch Stahlmuttern befestigt sind. Das Räum-

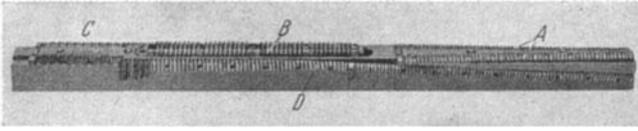


Abb. 54 a.

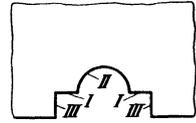


Abb. 54 b.

Abb. 54 a und b. Räumzeug mit teilweise seitlicher Zustellung.

A = Räumersatz für Fläche *I* (seitliche Zustellung); *B* = Räumersatz für Rundung *II* (Tiefenzustellung); *C* = Räumersatz zum Schlichten von Flächen *I* und *III* (Tiefenzustellung); *D* = Räumersatz für Fläche *III* (seitliche Zustellung).

zeug ist 2100 mm lang, und der Räumhub beträgt bei 15 m/min Schnittgeschwindigkeit und 25 m/min Rückhubgeschwindigkeit etwa $\frac{1}{4}$ Minute.

III. Die Räumvorrichtung.

A. Die Aufgaben der Räumvorrichtung.

32. Festlegung des Werkstücks. Wie jede Vorrichtung für die Metallbearbeitung hat auch die Räumvorrichtung die Aufgabe, das Werkstück im Verhältnis zum Werkzeug so festzulegen, daß als Ergebnis der Bearbeitung ein gewünschtes Maß erreicht wird. In dieser Lage muß dann das Teil gegenüber den Schnittkräften festgehalten werden, und es ergibt sich so die zweite Aufgabe, das Werkstück in der gewollten Lage festzuspannen. Die Spannkraften müssen beim Außenräumen besonders groß sein, da starke Schnittkräfte das Werkstück abzudrängen versuchen. Gleichzeitig muß aber darauf geachtet werden, daß sich das Werkstück unter diesen Kräften nicht unzulässig durchbiegt.

33. Gleichmäßige Spanabnahme. Neben den Aufgaben, die jede Vorrichtung hat, werden jedoch an eine gute Räumvorrichtung noch weitere Anforderungen gestellt. So ist es beim Räumen wichtig, daß an allen Stellen der Räumbreite bzw. der zu räumenden Profilbahn ein gleichmäßig starker Span abgenommen wird. Würde man hierauf nicht achten, so würden sich die Schneiden ungleichmäßig abnutzen, öfteres Nachschleifen würde dann die Lebensdauer des Räumzeuges herabsetzen.

Räumvorrichtungen, die entweder in waagerechten Räummaschinen als Vorlage dienen, oder aber als Vorrichtungen beim Außenräumen auf hydraulischen oder mechanischen Pressen angewandt werden, haben gegenüber den Vorrichtungen, die für eigentliche Außenräummaschinen gebaut sind, die Sonderaufgabe, das Räumzeug zu führen und sowohl Werkstück als auch Werkzeug gegenüber der Abdrängkraft abzustützen. Die Gleitbahn, gegen die sich das Räumzeug mit seinem Rücken abstützt, muß nachstellbar sein, um die beim Nachschärfen der Schneiden verloren gegangene Zahnhöhe ausgleichen zu können.

34. Schnelle Bedienbarkeit ist bei Räumvorrichtungen sehr wichtig, da hiervon der Ausnutzungsgrad der Maschine und damit die Wirtschaftlichkeit abhängt. Denn der Räumvorgang, also ein Hin- und Hergang des Räumzeuges, geht so schnell vor sich, daß auch bei Ausrüstung der Maschine mit Wechselvorrichtungen, die in den Bereich des Räumzeuges eingedreht oder eingeschwenkt werden, nur bei Verwendung von besonderen Schnellspannelementen die Vorrichtung genügend schnell beschickt und entleert werden kann. Um die Wichtigkeit dieser Forderung an die Räumvorrichtung zu veranschaulichen, ist in Abb. 55 der Ablauf eines

Räumvorgangs für drei verschiedene Verhältnisse in dem Zeit-Weg-Schaubild einer Zwillingsräummaschine gezeigt. Angenommen sind ein Hub von 1000 mm, eine Räumgeschwindigkeit von 12 m/min und eine Rückhubgeschwindigkeit von 18 m/min. In der Waagerechten sind bei *A* die Zeiten für das Wegschwenken des Werkstücks aus der Schnittbahn und bei *B* die Spannzeiten eingetragen. Das Wegschwenken nach der Zeit t_1 des Niedergangs geschieht in der Zeit t_2 . Dann folgt der Rückhub, für den die Zeit t_3 gebraucht wird. Für die Größe der Ausbringung ist nun die Spannzeit t_5 maßgebend, in der das zweite Werkstück (vor dem zweiten Räumschlitten) gespannt wird (gestrichelte Linie). Erst nach deren Ablauf zum Zeitpunkt T_9 braucht der zweite Niedergang des ersten Räumschlittens beendet zu sein; daraus ergibt sich sein Beginn zum Zeitpunkt T_7 . Die feingestrichelten Linien grenzen den Zeitraum ab, in dem der Niedergang des zweiten Schlittens ausgeführt werden könnte. Den Anfang dieses Niedergangs legt man wegen des gleichmäßigen Arbeitstakts in die Mitte zwischen T_0 und T_7 auf den Zeitpunkt T_3 .

Wird das Werkstück aus der Schlittenbahn selbsttätig weggeschwenkt und auch die Umsteuerung auf Vor- oder Rückgang selbsttätig ohne Stillstand von der Maschine ausgeführt, dann kann die dafür vorher nötige Zeit zum Spannen ausgenutzt werden, und der Zeitablauf schiebt sich zusammen (b).

Soll die Doppelschlittenmaschine mit beschleunigtem Rücklauf zeitlich voll ausgenutzt werden, so braucht man noch kürzere Spannzeiten und darum Drucköl- oder Preßluftspannung (c). Aus diesem Beispiel geht hervor, daß die Ausnutzung einer Räummaschine von der Schnelligkeit abhängt, mit der die Vorrichtung beschickt und entleert werden kann.

Soweit die Räummaschine nicht mit einem hin- und hergehenden Tisch ausgerüstet ist, kommt zu den bisher erwähnten Aufgaben der Vorrichtung als weitere die Zustellung, d. h. das Verschieben des Werkstücks zum Räumzeug hin vor Beginn des Arbeitshubes und das Entfernen des Werkstücks aus dem Bereich des Räumzeugs nach der Bearbeitung.

B. Vorrichtungsbaueteile.

35. Die Werkstückaufnahme bei Räumvorrichtungen umschließt zweierlei. Das Werkstück muß räumlich festgelegt und dazu die gleichmäßige Spanabnahme

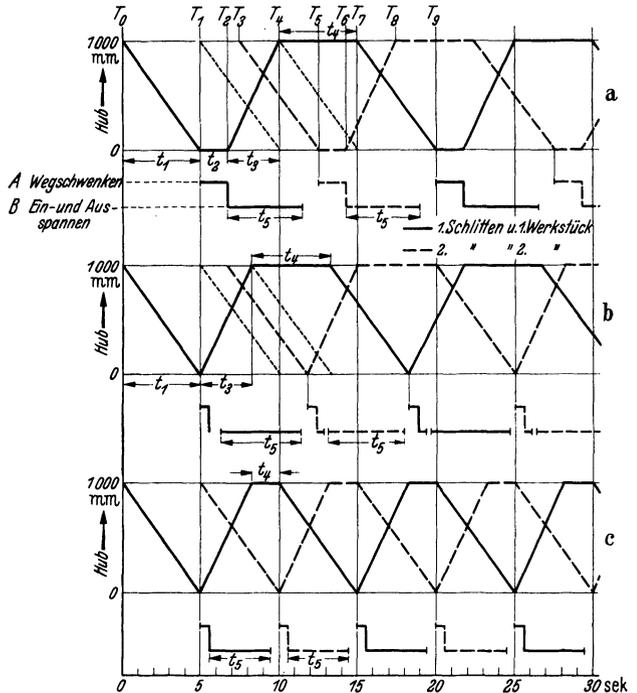


Abb. 55. Zeit-Weg-Schaubild einer Zwillingsaußenräummaschine.
 t_1 = Arbeitshub; t_2 = Wegschwenken; t_3 = Rückhub; t_4 = Stillstandszeit; t_5 = Spannzeit.

gesichert werden. Man geht hierbei verschiedene Wege. Soweit kleine Teile auf Waagrecht-Räummaschinen bearbeitet werden, legt man die Werkstücke in entsprechend geformte Aussparungen der Vorlage ein und läßt sie durch die Schnitt-

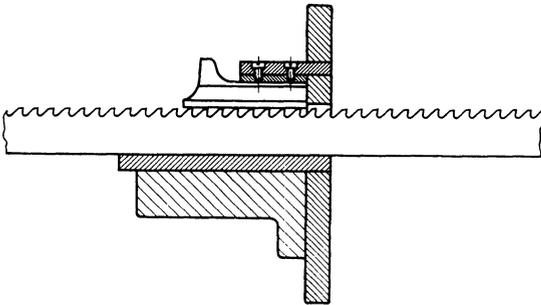


Abb. 56. Aufnahme des Werkstücks in Vorlage.

kraften gegen deren Wandungen andrücken (Abb. 56). Eine entsprechende Gestaltung des Räumzeuges sichert dabei die gleichmäßige Spanabnahme. Ähnlich dem Führungsteil der Räumnadel für die Innenbearbeitung sieht man auch beim Außenräumzeug eine solche Führung in der Form des Werkstückrohprofils vor. Dieses Profil ist etwas weiter als das Profil des ersten Zahnes. Teile, die

eine unerwünscht starke Materialzugabe haben, können dann nicht mehr in die Aussparung der Vorlage eingelegt werden. Auf ein besonderes Vorrichtungselement zum Ausrichten des Werkstücks bei der Aufnahme in die Vorrichtung kann in den Fällen verzichtet werden, in denen bereits Teile des Werkstücks (Flächen oder Bohrungen) bearbeitet sind und bei dieser Vorbearbeitung die Werkstücke an den Stellen der dabei verwandten Vorrichtung aufgelegt haben, die nunmehr geräumt werden sollen. Werden solche Werkstücke nun mit den bereits vorgearbeiteten Flächen an die Anlagestellen der Räumvorrichtung angelegt, so ist damit sichergestellt, daß die abzunehmende Schicht ein gegebenes Maß nicht überschreitet.

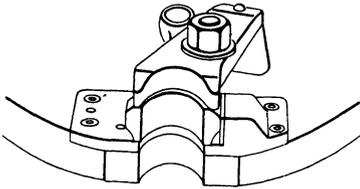


Abb. 57. Außenräumvorrichtung mit Vergleichsprofilen.

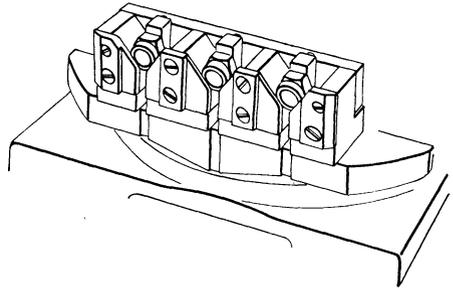


Abb. 58. Abstützung allseitig bearbeiteter Teile.

In vielen Fällen begnügt man sich beim Festlegen des Werkstücks damit, die angemessene Materialzugabe durch Augenschein zu kontrollieren, indem man das Profil des eingelegten Werkstücks mit einem ähnlichen Profil, das in die Unterstützungsfläche oder in das Spannelement eingearbeitet ist, vergleicht (Abb. 57).

Falls das zu bearbeitende Werkstück bereits allseitig bearbeitet ist und damit saubere und maßgerechte Anlageflächen besitzt, legt man es in eine Werkstückaufnahme ein, die in den drei Raumrichtungen das Werkstück eng umfaßt und ihm so eine eindeutige Lage gibt (Abb. 58). Hier ist keine besondere Ausrichtung mehr erforderlich, da ja die Einnahme einer anderen als der gewollten Lage für das Werkstück unmöglich ist. Eine unbedingte Sicherung der gleichmäßigen Spanabnahme geben Ausrichtschieber, die nach dem Einlegen vor das Werkstück geschoben werden (Abb. 59). Sie richten es aus und werden dann wieder in die Ausgangsstellung zurückgeschoben. Besonders wichtig sind Ausrichtschieber bei

solchen Werkstücken, bei denen zwei gegenüberliegende Seitenflächen geräumt werden. Der Ausrichtschieber hat dann vorne die Form eines Prismas, dessen Flanken beim Andrücken das Werkstück zurechtrücken und so die gleichmäßige Spanabnahme auf beiden Seiten sichern.

In Fällen, in denen eine besondere Werkstückausrichtung nicht möglich ist, sichert man das Räumzeug vor Beschädigung durch schwankende Materialstärken, indem man einem Teil der Zahnfolge Seitenzustellung oder keilförmige Zustellung (s. Abschn. 4) gibt. Ein solches Räumzeug ist gegen Schwankungen in der Materialzugabe des Werkstücks weniger empfindlich.

36. Das Spannen und Entspannen. Ein Festspannen des Werkstücks in der Vorrichtung ist nicht notwendig in den Fällen, in denen das Räumzeug auf mehreren Seiten des Werkstücks symmetrisch angreift und eine bearbeitete Auflagefläche, die senkrecht zur Räumrichtung liegt, vorhanden ist (Abb. 60). Das Werkstück wird hier ähnlich wie beim Innenräumen durch die Führungsteile der Räumzeuge in eine Lage gebracht, bei der auf den gegenüberliegenden Seiten die gleichen Spanmengen abgenommen werden. Die Hauptschnittkraft drückt dann das Werkstück gegen die Anlagefläche der Vorrichtung, und die Abdrängkräfte heben sich gegenseitig auf.

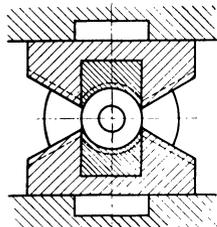
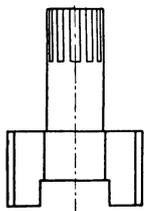


Abb. 60. Festhalten des Werkstücks bei symmetrisch angreifenden Räumzeugen.



nahmestellen der Vorrichtung, so daß es nach keiner Seite hin ausweichen kann.

Als Spannelemente für Außenräumvorrichtungen werden kräftig ausgebildete Klauen verwandt, die als Brücken über das Werkstück greifen, mit einem Ende auf ihm aufliegen und sich am anderen Ende gegen einen Festpunkt der Vorrichtung stützen. Durch eine Mutter, die möglichst mit einem Handgriff versehen sein sollte, wird diese Brücke gegen das Werkstück gezogen und es so gespannt. Nur dort, wo der Raum so beengt ist, daß Handgriffe sich gegenseitig behindern würden, oder dort, wo die Gefahr besteht, daß Handgriffe mit dem Räumzeug in Berührung kommen könnten, werden zur Festspannung der Klauen Sechskantmuttern verwandt, die dann mit Schraubenschlüsseln

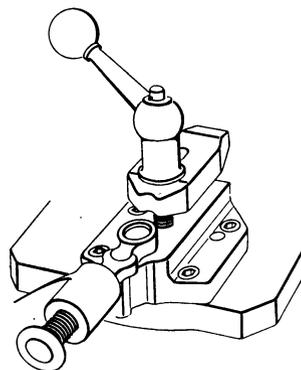


Abb. 59. Richten des Werkstücks durch Ausrichtschieber.

gebracht, bei der auf den gegenüberliegenden Seiten die gleichen Spanmengen abgenommen werden. Die Hauptschnittkraft drückt dann das Werkstück gegen die Anlagefläche der Vorrichtung, und die Abdrängkräfte heben sich gegenseitig auf.

Auch dann braucht das Werkstück nicht gespannt zu werden, wenn es bearbeitete Auflageflächen oder Bohrungen besitzt, an denen es gegenüber den Schnittkräften unterstützt werden kann, und zwar gegenüber der Hauptschnittkraft, der Abdrängkraft und den beiden Seitenkräften (Abb. 61). Denn die Schnittkräfte drücken das Werkstück gegen die Auf-

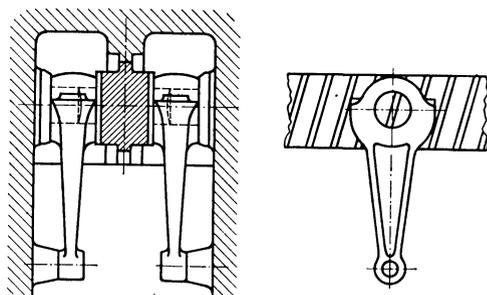


Abb. 61. Andrücken der Werkstücke gegen Aufnahme- und Unterstütsflächen durch die Schnittkräfte des Räumzeuges.

nahmenstellen der Vorrichtung, so daß es nach keiner Seite hin ausweichen kann.

festgezogen werden. Man sollte jedoch, wo irgend möglich, im Interesse der schnellen Bedienbarkeit der Vorrichtung solche einfachen Sechskantmuttern vermeiden. Man läßt die Spannklaue in vielen Fällen unmittelbar auf das Werkstück wirken (Abb. 62). Die Druckpunkte, in denen die Spannklaue auf dem Werkstück aufliegt, sollten sich dabei in möglichst großer Nähe der Angriffsstelle des Räumzeuges befinden. Nun kann das Teil so groß oder sperrig sein, daß es nicht möglich ist, mit einer einfachen Brücke sowohl eine große Kraft auf das Werkstück wirken zu lassen, wozu ein kurzer Hebelarm nötig ist, als auch die Druckstellen zwischen Spannklaue und Werkstück unmittelbar in die Nähe

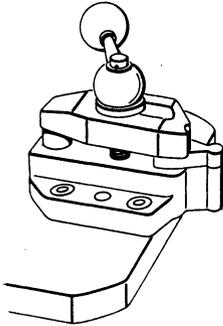


Abb. 62. Einfache Spannbrücke.

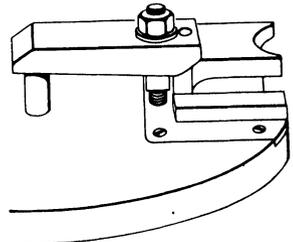


Abb. 63. Spannbrücke mit Zwischendruckstück.

der Angriffsstelle des Räumzeuges zu legen. Man legt dann zwischen Spannklaue und Werkstück noch ein besonderes Druckstück, das sich in einer Parallelführung bewegt (Abb. 63).

Unter den Klauen oder Druckstücken angebrachte Druckfedern lassen beim Lüften der Spanschrauben Klaue und Druckstück sofort nachkommen, so daß

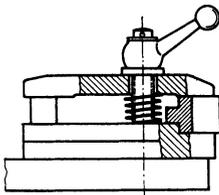


Abb. 64. Einfache, nicht parallel verschiebbare Spannbrücke.

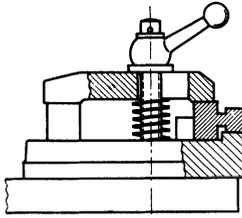


Abb. 65. Parallel verschiebbare Spannbrücke.

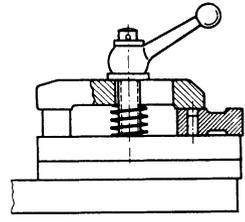


Abb. 66. Parallel verschiebbare Spannbrücke.

keine besondere Handbewegung zum Anheben der Spannelemente erforderlich ist. Die Spannklaue können dort, wo die Vorrichtungen auf einem Revolvertisch in Arbeitsstellung ein- und in Beschickungs-

stellung ausgeschwenkt werden, mit einer einfachen Bohrung auf dem Spannbolzen sitzen (Abb. 64). Sie sind dann in waagerechter Richtung nicht verschiebbar. Da die Vorrichtung indessen durch das Ausschwenken nach der Beschickungsseite hin offen ist, ist auch so ein ungehindertes Einlegen des Werkstücks möglich. Ist ein solcher Revolver- oder Schwenktisch jedoch nicht vorhanden, dann muß sich die Klaue nach dem Lüften der Spanschraube schnell vom Werkstück fortschieben lassen, damit das Werkstück nach oben hin entfernt und

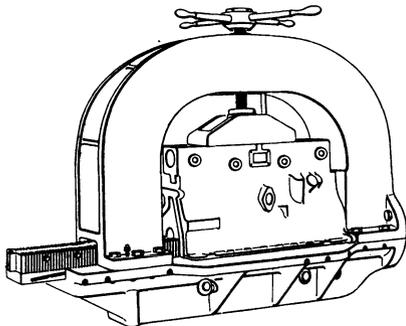


Abb. 67. Räumvorrichtung für Zylinderblockbearbeitung auf waagerechter Räummaschine (Forst).

ein neues von oben her eingelegt werden kann. Man arbeitet daher in die Klaue einen Schlitz ein, entlang dem sie verschoben werden kann (Abb. 65). Das gleiche

gilt, wenn das Werkstück mit einer Bohrung auf einem Dorn der Vorrichtung aufgenommen und so festgelegt wird (Abb. 66).

Bei größeren Teilen, also z. B. bei Räderkästen oder Kurbelgehäusen, ist die Festspannung durch Klaue und Druckstück unzureichend. Man nimmt hier U-förmige Brücken, in deren Querbalken sich eine Spannschraube abstützt und das Werkstück über eine Spannbacke gegen die Aufnahme­fläche der Vorrichtung drückt (Abb. 67).

Die Spannzeit wird verkürzt durch Anwendung von Exzentern, die die Klaue an einem Ende anheben und so das Werkstück auf seine Unterlage drücken (Abb. 68). Abb. 69 zeigt die Anwendung eines schwenkbar gelagerten Exzenter, das über eine eingeklappte Brücke die Werkstücke festspannt. Auch zur Bewegung von parallel geführten Spannbacken, die die Werkstücke gegen die Aufnahme­flächen der Vorrichtung andrücken, werden Exzenter verwandt (Abb. 70). Die Handseite des Hebels, der das Exzenter bewegt, wird vielfach mit einem Gewicht versehen, damit die Spannung ruckartig erfolgen kann und die Endstellungen des Exzenter gesichert sind.

Als bewegendes und gleichzeitig spannendes Glied der Vorrichtung werden auch gerne Stirn­nocken verwendet. Sie schließen Spann­zangen oder Spannbacken und halten so das Werkstück in seiner Lage fest (Abb. 71). Zur Entspannung sind Federn eingebaut. Soll das Festspannen und Entspannen besonders schnell erfolgen, so läßt man die Spannelemente der Vorrichtung durch Preßluft oder Preßwasser bewegen. Eine solche Vorrichtung wird unter „Beispiele von Räum­vorrichtungen“ auf S. 39 eingehend beschrieben.

37. Die Zustellung. Falls die Räummaschine keinen beweglichen Aufnahmetisch für das Werkstück besitzt, muß es durch die Vorrichtung selbst in den Bereich

Schatz, Außenräumen.

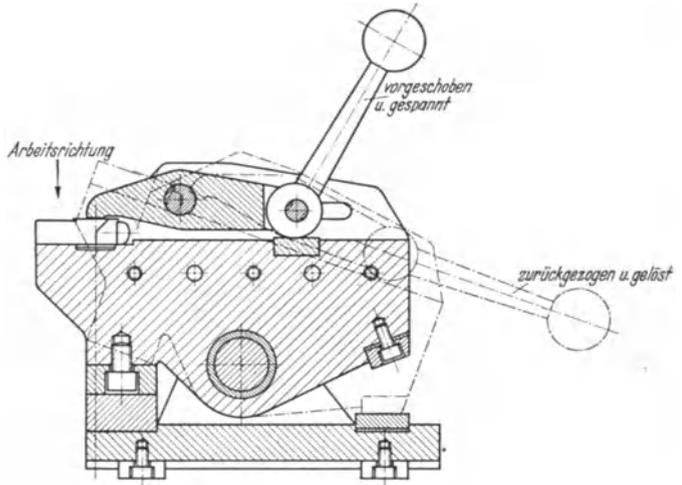


Abb. 68. Spannung des Werkstücks durch Exzenter.

Abb. 69 zeigt die Anwendung eines schwenkbar gelagerten Exzenter, das über eine eingeklappte Brücke die Werkstücke festspannt.

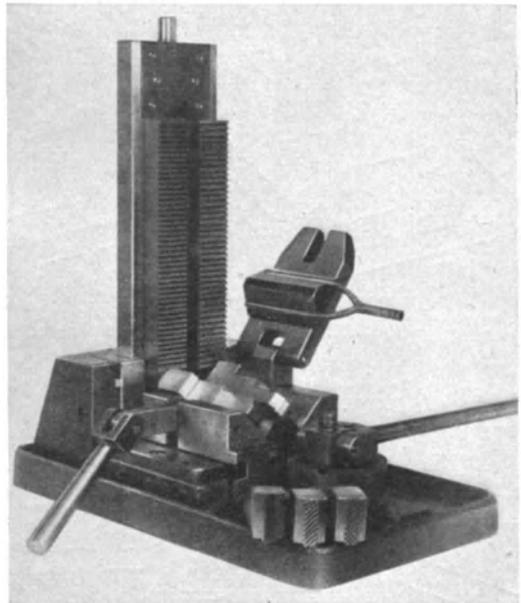


Abb. 69. Einschwenkbares Exzenter als Spannelement einer Außenräumvorrichtung (Schilling).

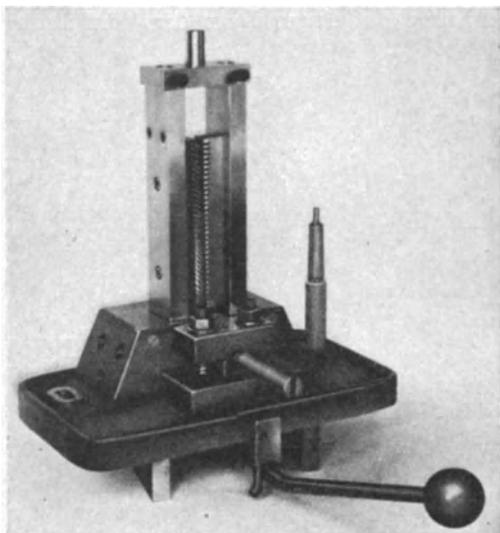


Abb. 70. Außenräumvorrichtung mit parallel geführter Spannbacke, die durch ein unter dem Tisch befindliches Exzenter angezogen wird (Schilling).

des Räumzeuges gebracht und aus ihm entfernt werden können. Es sind dann zwei Abschnitte der Bewegungsfolge zu unterscheiden: das

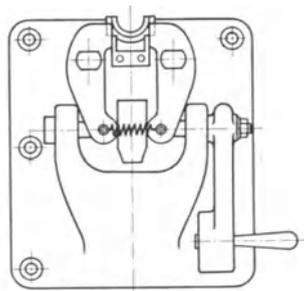


Abb. 71. Spannung des Werkstücks durch Doppelstirnnocken.

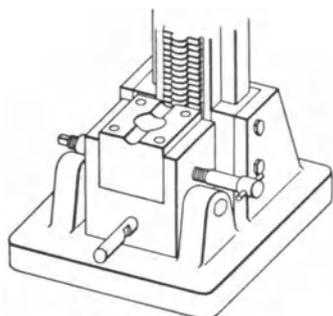


Abb. 72 a.

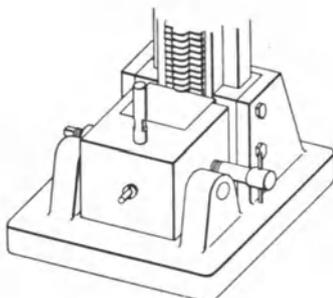


Abb. 72 b.

Abb. 72 a und b. Schwenkbare Räumvorrichtung.

Verschieben und das Verriegeln. Denn ist die Vorrichtung in Arbeitsstellung gebracht, so muß der bewegliche Teil für die Zustellung vollkommen festsitzen, um den Schnittkräften Widerstand entgegenzusetzen. Sehr einfach ist die Festlegung dort, wo die ganze Vorrichtung um eine waagerechte, zur Räumzeugrichtung querliegende Achse geschwenkt wird (Abb. 72). Man legt dabei die Achse möglichst so, daß die Vorrichtung durch ihr

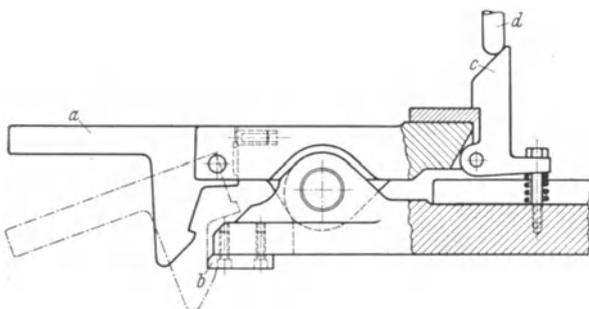


Abb. 73. Auslösung und Festhaltung an einer schwenkbaren Räumvorrichtung.

a = Handgriff; *b* = Haltenase; *c* = Haken; *d* = Auslösestift.

Eigengewicht in die ausgeschwenkte Lage zurückfällt. Vor Beginn des Räumhubes wird dann von Hand die Vorrichtung in die Arbeitslage gegen einen Anschlag eingeschwenkt. Die Hauptschnittkraft hält dann die Vorrichtung bis zum Ende des Hubes in dieser Lage. Wirkt die Hauptschnittkraft nicht mehr auf das Werkstück ein, so fällt die Vorrichtung wieder in ihre ausgeschwenkte Lage zurück.

Abb. 73 zeigt die Verriegelung einer Vorrichtung, die in Arbeitslage durch den Haken *c* festgehalten wird. Nach Ablauf des Räumhubes stößt der Anschlag *d* gegen eine schräge Fläche dieses Hakens und schwenkt ihn so aus seiner Lage heraus. Die Vorrichtung kippt durch ihr Eigengewicht zurück, und dann hängt sich Winkelhaken *a*, der gleichzeitig Handgriff ist, in Punkt *b* unter eine Haltenase. Die Vorrichtung ist damit in ihrer ausgeschwenkten Lage festgehalten, bis sie wieder von Hand durch Hochreißen des Winkelhebels *a* in die Arbeitslage gebracht wird.

Vielfach werden auch die Aufnahme- und Spannglieder mit dem Werkstück in der Vorrichtung gedreht und parallel verschoben und dann in Arbeitslage verriegelt. Hierzu werden

Keile verwandt oder auch eingeschwenkte Brücken (Abb. 74), die sich nach dem Drehen eines Exzenters fest gegen den verschiebbaren Teil der Vorrichtung abstützen und ihn so festhalten. Bei einer anderen Ausführung wird eine Spannschraube eingeschwenkt, deren Mutter um eine waagerechte Achse drehbar ist (Abb. 75). Anstatt diese Mutter, gegen die sich die Spannschraube abstützt, einzuschwenken, kann sie auch parallel verschoben und durch einen Bajonettverschluß verriegelt werden (Abb. 76).

Am leistungsfähigsten ist auch für das Verschieben der Vorrichtung die Bewegung durch Luft oder Preßwasser. Bewegung und Spannung folgen dann unmittelbar aufeinander, und der Bedienungsmann wird entlastet.

38. Die Erzielung kurzer Bedienungszeiten. Ganz allgemein ist bei Außenräumvorrichtungen darauf zu achten, daß die verschiedenen Abschnitte der Beschickung, wie die Aufnahme, das Ausrichten, das Spannen und dort, wo eine besondere Zustellung erforderlich ist, auch das Verschieben des Werkstücks in möglichst kurzer Zeit vor sich gehen. Man sollte also danach streben, mit möglichst wenigen und handgerecht gelegenen Handgriffen die Vorrichtung zu beschicken und zu entleeren. Die beste Lösung ist dann erreicht, wenn während der Drehung eines einzigen Handgriffes das Ausrichten, Spannen, Verschieben und Verriegeln unmittelbar aufeinander folgen und in umgekehrter Reihenfolge beim Rückwärtsdrehen des Handgriffes eine schnelle Entleerung möglich ist. Ist die Lösung dieser Aufgabe auf mechanischem Wege zu schwierig und zu teuer, so sollte Preßluft oder Preßwasser

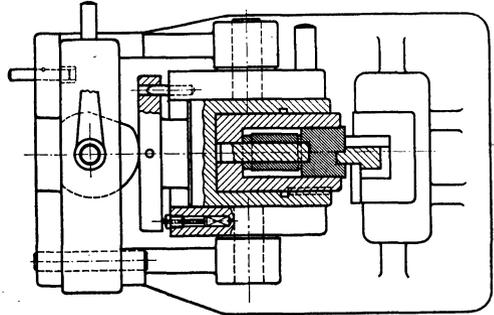


Abb. 74. Verriegelung der Räumvorrichtung in Arbeitsstellung durch eingeschwenkte Brücke mit Exzenterspannung.

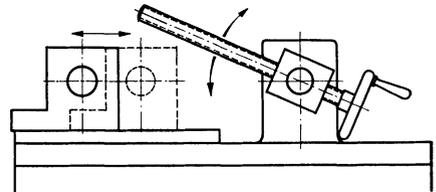


Abb. 75. Verriegelung in Arbeitsstellung durch eingeschwenkte Spannschraube.

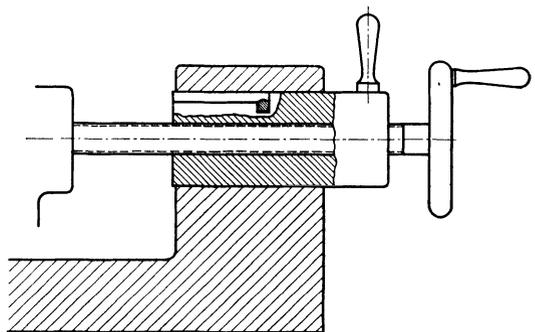


Abb. 76. Verriegelung in Arbeitsstellung durch parallel verschiebbare Spannschraube.

als Bewegungs- und Spannmittel verwandt werden. Von der gut durchdachten Vorrichtung ist die Wirtschaftlichkeit des Räumverfahrens unmittelbar abhängig.

C. Beispiele von Räumvorrichtungen.

Bei kleineren Teilen ist die Räumvorrichtung einfach. Das oder die Räumzeuge werden in der Vorrichtung selbst geführt, und man kann, soweit der Schneidenangriff symmetrisch erfolgt, auf besondere Spannlieder verzichten (Abb. 77). Abb. 78 zeigt den konstruktiven Aufbau einer Vorrichtung

für die Aufnahme von Sperrädern, die in symmetrischem Schneidenangriff auf einer Presse geräumt werden. Hier hält eine durch einen Exzenter angedrückte Lasse mehrere Werkstücke zusammen.

Bei waagerechten Räummaschinen ähnelt die Außenräumvorrichtung den sog. Vorlagen, wie sie für das Innenräumen verwandt werden; es ist nur eine zusätzliche Spannvorrichtung für das Festhalten solcher Teile, die einseitig bearbeitet werden, notwendig (Abb. 79). In Abb. 80 ist eine solche Vorlage zusammen

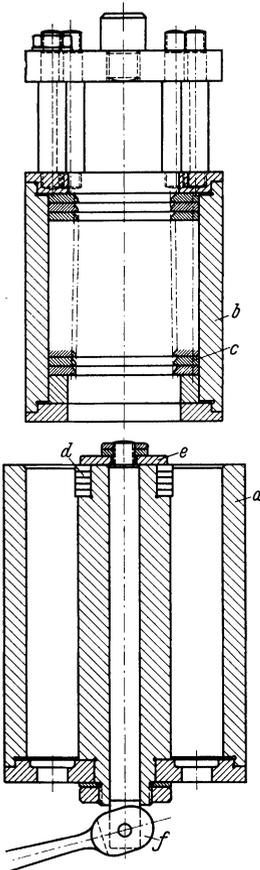


Abb. 78.
Einfache Vorrichtung für symmetrischen Schneidenangriff (Schilling).

- a = Führungszylinder;
- b = Führungskolben;
- c = Schneiden;
- d = Werkstücke;
- e = Drucklasche;
- f = Spannexzenter.

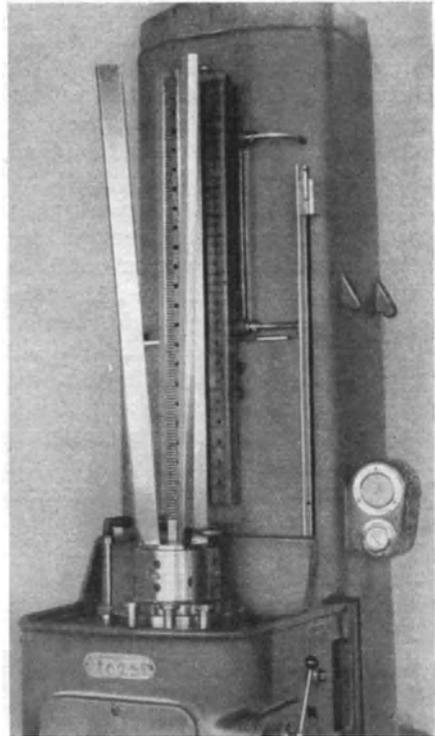


Abb. 77. Einfache Vorlage ohne Spannelemente (Forst).

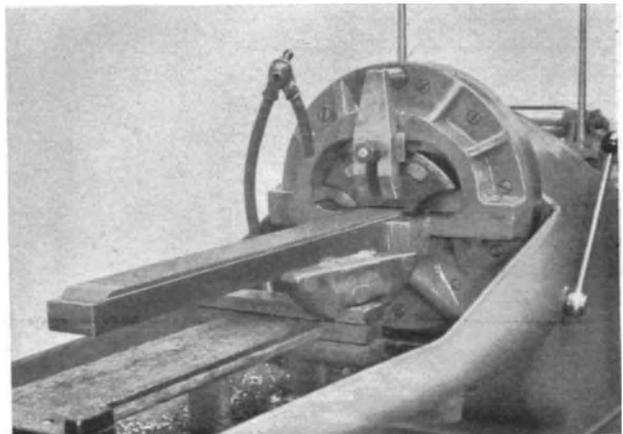


Abb. 79. Vorlage mit Spannbrücke (Forst).

mit dem Räumzeug für sich gesondert dargestellt.

Dort, wo das Räumzeug wegen seiner Größe nicht mehr in der Vorrichtung geführt werden kann und auf den Schlitten der Außenräummaschine gespannt wird, muß die Vorrichtung mit Abstützflächen gegenüber dem Werkstück und kräftigen Spannklauen ausgerüstet sein, um die Abdrängkraft aufnehmen und auf den Maschinentisch übertragen zu können. In der Abb. 81 ist eine solche Vorrichtung in einfachster Ausführung dargestellt. Man sollte solche einfachen Vorrichtungen nur dort anwenden, wo die Stückzahlen so niedrig sind, daß an den Kosten für Vorrichtung und Werkzeug so weit wie möglich gespart werden muß.

Besser ist schon die Mehrfachvorrichtung in Abb. 82. Da die betreffende Maschine einen Revolvertisch besitzt, ist das Einlegen und die Entnahme der Werkstücke sehr bequem. Das Spannen und Entspannen ist durch Anbringen von Griffen an den Spannmuttern erleichtert und beschleunigt worden. Vor der nach vorne ausgeschwenkten Vorrichtung ist der Ausrichtschieber zu sehen, der durch Druck auf den vorne liegenden Knopf gegen das Werkstück verschoben wird und es mit seiner prismatischen Klaue ausrichtet.

Eine weitere Beschleunigung in der Beschickung weist die Vorrich-

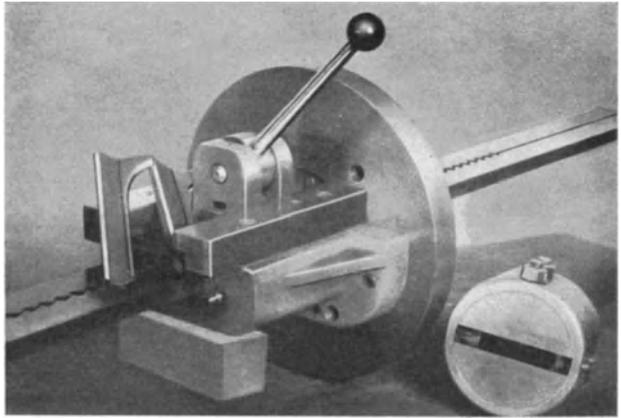


Abb. 80. Vorlage mit Exzentrerspannung (Forst).



Abb. 81. Räumvorrichtung zum gleichzeitigen Bearbeiten mehrerer Werkstücke (Forst).

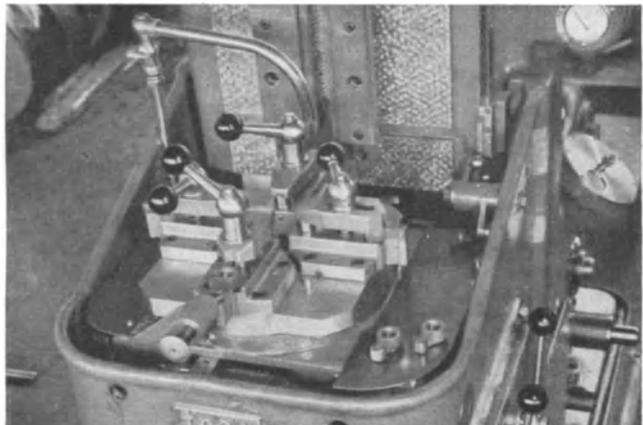


Abb. 82. Mehrfachvorrichtung für Revolvertisch (Forst).

tung Abb. 83 auf. Hier werden gleichzeitig zwei Teile gespannt, und zwar mit nur einer Vierteldrehung des Handhebels. Auf der Achse dieses Hebels sitzt ein Ex-

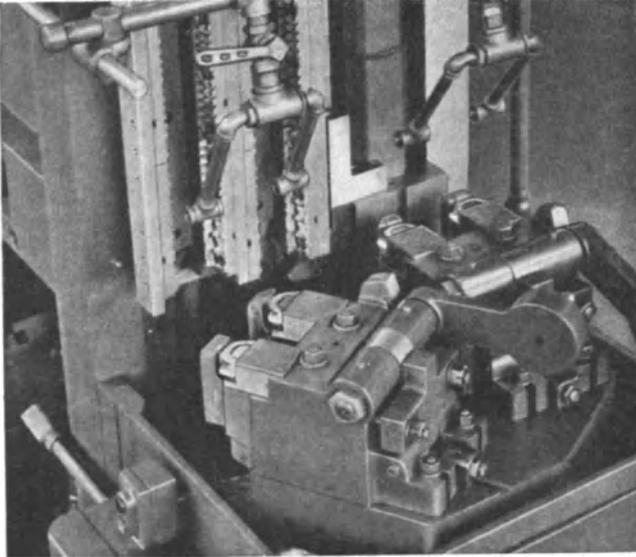


Abb. 83. Mehrfachvorrichtung für Zwillingräummaschine.

kende Vorrichtung Abb. 84 wird durch Preßluft bewegt. Es werden an dem geschweißten Vorderachsbalken eines Kraftwagens zwei Flächen geräumt. Hierzu

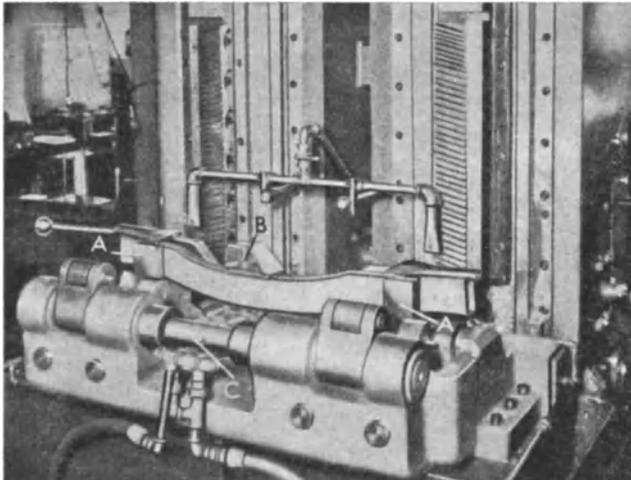


Abb. 84. Preßluftbetätigte Vorrichtung.

A = U-förmige Backen zur Aufnahme des Werkstücks; B = festes Widerlager; C = Kupplung.

zenter, das einen Schieber in der Vorrichtung nach hinten zieht und so die Teile spannt. Die Maschine hat zwei Arbeitsstellen, vor denen die Räumzeuge abwechselnd auf- und abwärts gehen. Der Aufspanntisch für die Vorrichtungen ist hier nicht drehbar, sondern wird lediglich hin- und hergeschwenkt und bringt so einmal die Werkstücke für die eine und das anderemal diejenigen für die andere Arbeitsstelle in den Eingriffsbereich des jeweiligen Räumzeuges.

Die mit geringstem Zeitaufwand zu beschickende Vorrichtung Abb. 84 wird durch Preßluft bewegt. Es werden an dem geschweißten Vorderachsbalken eines Kraftwagens zwei Flächen geräumt. Hierzu wird eine doppelständige Räummaschine genommen, deren Räumzeuge gleichzeitig und in der gleichen Richtung arbeiten. Die Vorrichtung besteht aus zwei U-förmigen Bahnen A, in die das Werkstück eingelegt wird und einer Schwenkvorrichtung, die nach dem Einlegen das Werkstück um 90° in die Arbeitsstellung dreht. Hierbei legt sich der Vorderachsbalken gegen zwei feste Blöcke, von denen einer bei B sichtbar ist und wird damit fest in die Bahnen A gepreßt. Außerdem werden durch den Luftdruck

keilförmige Bahnen gegen die Enden der Vorderachse gepreßt. Die beiden Kniehebel zum Schwenken der U-förmigen Bahnen werden durch eine Kupplung C

verbunden, die so viel Spiel zuläßt, daß die beiden Seiten des Werkstücks gleichmäßig gespannt werden. Bei dieser Vorrichtung braucht also nur das Ventil der Preßluftleitung geöffnet zu werden, und dann folgt unmittelbar fast gleichzeitig das Schwenken und Spannen des Werkstücks. So ist es möglich, daß in dieser Vorrichtung 120 Achsen in der Stunde geräumt werden können.

Die eingehende Beschreibung zweier Vorrichtungen soll ihre Konstruktionseinzelheiten zeigen. Es werden die beiden vorderen Naben eines Lagerbocks an den Flächen *A* und *B* vor- und fertiggeräumt (Abbildungen 85 u. 86). Der Werkstücktisch ist kippbar. Das Ausrichten des rohen Schmiedestückes ist notwendig, damit auch bei starker Abnutzung der Schmiedegesenke eine gleiche Bearbeitungshöhe abzunehmen ist. Das Ausrichten erfolgt nun in folgender Weise: Die Nabe *K* wird im Prisma des Kolbens *Q* aufgenommen und durch den Ausgleichhebel *H* mit Prismenbacken *G* festgespannt. Unmittelbar in der Nähe des Räumzeuges liegt der rechte Arm des Schmiedestückes auf dem Federbolzen *C* auf, der durch den Handknopf *J* gehoben und gesenkt wird. Ist so das Werkstück ausgerichtet, so wird es an jeder der beiden Naben durch die um Zapfen *D* drehbare Brücke *L* festgespannt. Die Spannkraft erfolgt durch Druckluft (Druckzylinder *F*).

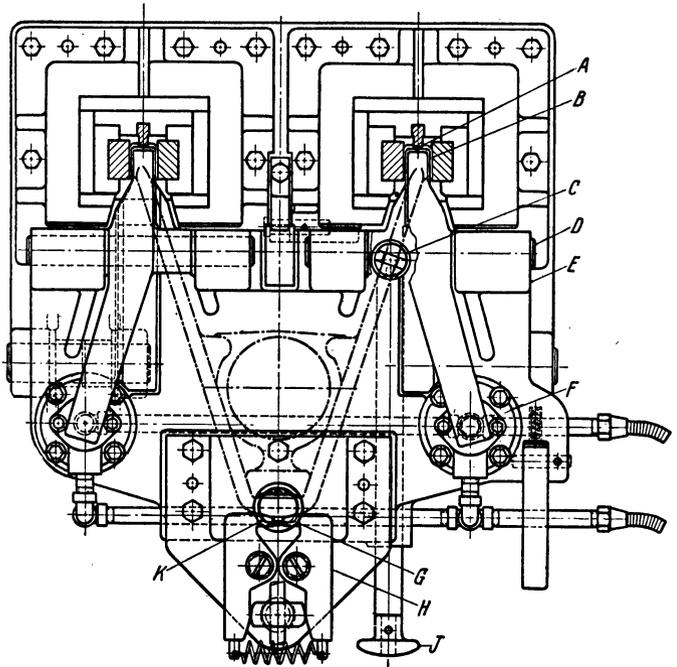


Abb. 85. Aufsicht einer Außenräumvorrichtung mit Preßluftspannung.
A = Räum einsatz; *B* = Räum einsatz; *C* = Federbolzen; *D* = Zapfen des Spannhebels; *E* = Lager des Spannhebels; *F* = Druckzylinder; *G* = Prismenbacken; *H* = Ausgleichhebel; *J* = Handknopf; *K* = Nabe des Werkstücks.

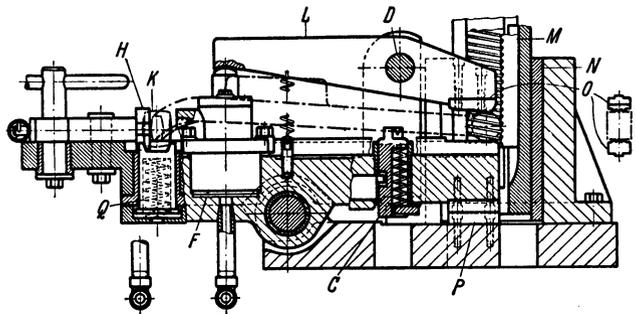


Abb. 86. Seitenansicht der Vorrichtung Abb. 85.
C = Federbolzen; *D* = Zapfen zum Spannhebel; *F* = Druckzylinder; *H* = Ausgleichhebel; *K* = Nabe des Werkstücks; *L* = Spannhebel; *M* = Räum einsatzhalter; *N* = Führungsbahn; *O* = Spannbacken; *P* = Anschlag; *Q* = Kolben.

Der gleiche Lagerbock wird in der Vorrichtung Abb. 87 u. 88 noch an drei weiteren Flächen geräumt, und zwar an der Nabe *C* und zwei schrägen Flächen

an den Armen. Aufnahmestellen für das Werkstück sind die vorher beschriebenen Nabenbohrungen *C* und *Q*, in die die Zapfen *A* und *R* eingreifen. Beim Beschieben der Vorrichtung wird das Arbeitsstück über die Schienen *P* mit der Nabenbohrung *C* auf den Zapfen *A* aufgeschoben. Mit den Zapfen *R* wird die Lage des Werkstücks in der Vorrichtung eindeutig festgelegt. Es stützt sich in der Längsrichtung mit der vorbereiteten Fläche *B* gegen die Schulter des Zapfens *A*. In der Seitenrichtung liegen die vorbereiteten Außenflächen *Q* gegen entsprechende Gegenflächen, durch die Bewegung der Zapfen *R*, die auf schrägen Führungen mit Hilfe der Doppelringkurbel *T* im Gehäuse *F* verschieb-

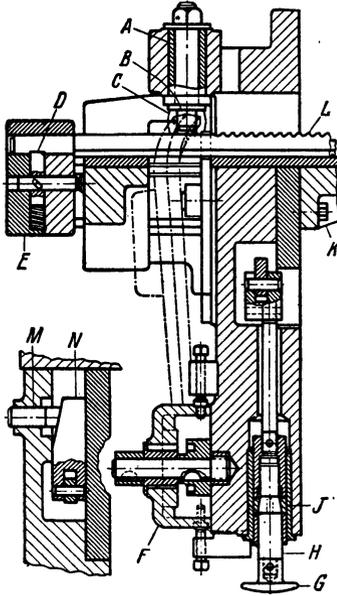


Abb. 87. Räumvorrichtung für ein schwer festzulegendes, sperriges Werkstück.

A = Haltezapfen; *B* = Stirnfläche des Werkstücks; *C* = Nabe des Räumzeuges; *D* = Klinke zum Halten des Räumzeuges; *E* = Räumzeughalter; *F* = Gehäuse der Ringkurbel; *G* = Handgriff; *H* = Schaft der Ausgleichstange; *J* = Keile; *K* = Spanntisch; *L* = Räumeinsatz; *M* = Anschlagbolzen; *N* = Keil.

Der Schnittdruck des Räumwerkzeuges *L* wird durch Zapfen *A*, der Schnittdruck der schrägstehenden Werkzeuge *U* durch Anschlagbolzen *M* aufgenommen. Diese wurden vorher durch Einwärtsschieben des Handgriffes *G* über Ausgleichhebel *O* und Keil *N* so weit an das Werkzeug herangeschoben, bis sie zur Anlage kamen. In dieser Stellung sind sie nach Drehen des Handgriffes *G* verriegelt. Das Verriegeln erfolgt durch die drei Keile *I*, die durch den kegeligen Teil des Schaftes *H* bewegt werden.

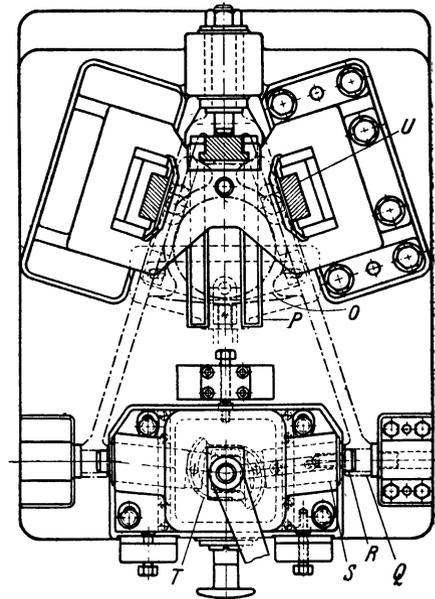


Abb. 88. Seitenansicht der Vorrichtung Abb. 87. *O* = Ausgleichhebel; *P* = Schiene; *Q* = Nabe des Werkstücks; *R* = Aufnahmezapfen; *S* = Führung; *T* = Doppelringkurbel; *U* = Räumeinsatz.

bar sind, wird das Werkstück gleichzeitig in beiden Richtungen festgelegt.

IV. Die Räummaschine.

A. Aufbau.

Die Räummaschine für Außenräumarbeiten ist in ihrem Aufbau verhältnismäßig einfach. Denn, wie bereits im Abschnitt über die Mechanik des Außenräumvorgangs gesagt wurde, findet zwischen Werkzeug und Werkstück nur eine

Bewegung statt. Jede Räummaschine hat in ihrem grundsätzlichen Aufbau eine Aufspannfläche zur Aufnahme des Werkstückes oder der Werkstückvorrichtung, sowie einen Schlitten, der sich hin- und herbewegt und dabei das Werkzeug an dem Werkstück vorbeiführt. Hinzu tritt der Maschinenantrieb.

Die drei grundsätzlichen Baugruppen der Räummaschine — Werkstückaufnahme, Werkzeugschlitten und Maschinenantrieb — müssen in einem besonders kräftigen Maschinenkörper zusammengefaßt werden, da die Kräfte, die beim Außenräumen zwischen Werkstück und Werkzeug wirken, verhältnismäßig groß sind, und auch die Schwingungen im Verlaufe des Räumhubes sich nicht in Schwingungen des Maschinengestelles umsetzen dürfen. Anderenfalls wäre eine Güteverringerung der hergestellten Oberfläche die Folge. Hinzu kommen noch die Einstell- und Steuerungselemente, die zur Handhabung der Maschine erforderlich sind, sowie Beobachtungseinrichtungen, die diese Handhabung erleichtern.

Der grundsätzliche Aufbau einer senkrechten Außenräummaschine ist aus Abb. 89 zu erkennen. Auf dem Tisch *a* wird die Vorrichtung aufgenommen. Er ist mit Hilfe eines Handhebels in Querrichtung zur Bewegung des Räum Schlittens verschiebbar, um das Werkstück in den Bereich des Werkzeuges bringen und daraus entfernen zu können. Der Räum Schlitten *b* wird durch Preßöl, das in den Zylinder *c* eintritt, hin- und herbewegt. Werkstückaufnahme, Werkzeugschlitten und Hydraulik sind in einem durch Rippen gut versteiften Maschinenständer untergebracht. Um

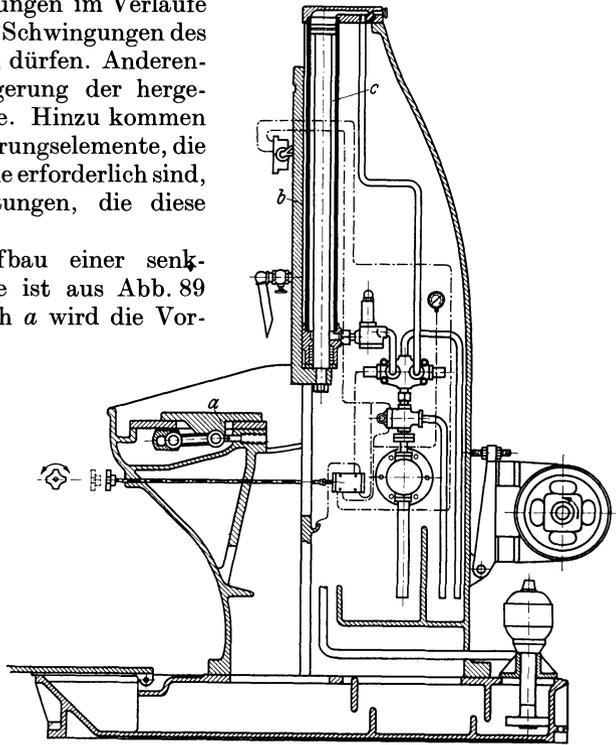


Abb. 89. Allgemeiner Aufbau einer Senkrechträummaschine.
a = Tisch; *b* = Räum Schlitten; *c* = Öldruckzylinder.

das Beschieken der Vorrichtungen zu erleichtern, ist vor der Maschine eine erhöhte Plattform vorgesehen, auf die sich der Bedienungsmann der Maschine stellen kann. Er hat dann die Vorrichtung in bequemer Griffhöhe vor sich liegen.

Bei der überwiegenden Mehrzahl von Außenräummaschinen steht das Werkstück fest, während sich der Werkzeugschlitten bewegt. Die möglichen und unter besonderen Bedingungen angewandten Abwandlungen der Bewegungsverhältnisse beim Außenräumvorgang sind im Abschnitt 2 erwähnt. Die waagerechte Räummaschinenbauart, wie sie schon seit langen Jahren für Innenräumarbeiten gebräuchlich ist und auch für das Außenräumen kleinerer Teile verwandt werden kann, soll hier nicht besonders besprochen werden, da sie durch andere Veröffentlichungen genügend bekannt sein dürfte.

39. Die Werkstückaufnahme. Aus der Bewegungsfolge beim Räumvorgang ergeben sich die Gesichtspunkte für die konstruktive Ausbildung der Werkstückaufnahme. Nach Einschalten des Räumhubes bewegt sich das Räumzeug

langsam am Werkstück vorbei und nimmt hier die Oberflächenschicht stufenweise ab. Ist der Räumschlitten unten angelangt, so muß, bevor er zurückgehen kann, das Werkstück aus dem Bereich der Schneiden entfernt werden, da sonst die geräumte Fläche durch die zurückgehende Zahnfolge zerstört sowie das Räumzeug beschädigt würde. Es ist also zu fordern, daß der Vorrichtungstisch senkrecht zur Bewegungsrichtung des Räumzeuges beweglich ist, denn nur hierdurch kann das Entfernen des Werkstücks aus der Bewegungsbahn des Räumzeugs auf die schnellste Art und Weise vorgenommen werden, so daß der Räumschlitten ohne Aufenthalt wieder in seine obere Ausgangsstellung zurückkehren kann. Ist dieser Vorrichtungsaufspanntisch nicht beweglich, so muß erst das fertige Werkstück aus der Vorrichtung ausgespannt und so die Bahn für den Rücklauf frei gemacht werden. Dadurch geht Bearbeitungszeit verloren. Auch muß man, falls die Aufspannplatte der Vorrichtung feststehend ist, mit dem Aufspannen des nächsten zu bearbeitenden Teiles so lange warten, bis der Räumschlitten sich wieder in der oberen Lage befindet, denn sonst würde ja das neue Werkstück der Zahnfolge beim Zurückgehen den Weg versperren.

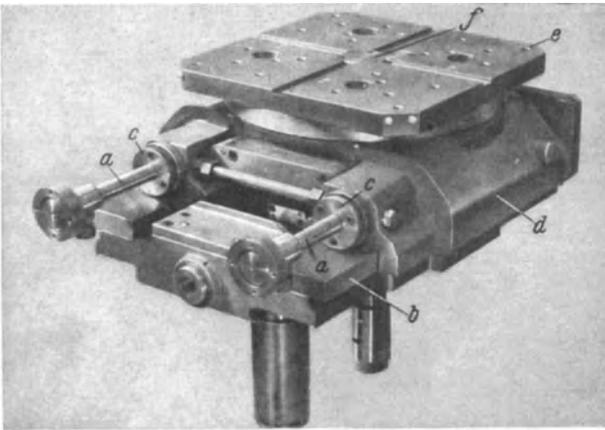


Abb. 90. Revolvertisch einer Senkrechtäummaschine (Forst).
a = Kolben; *b* = Führung; *c* = Stopfbüchsen; *d* = Werkstückschlitten;
e = Aufspannplatte; *f* = Schutzdeckel.

(bis 10 m/min) als auch der Rückhub (bis 20 m/min) schnell vor sich gehen, werden die Beschickungszeiten, also die Entnahme des Werkstücks aus der Vorrichtung und seine Aufnahme und Festspannung, im allgemeinen die Zeit überschreiten, die für Hin- und Hergang des Räumschlittens erforderlich ist. Das bedeutet, daß die Räummaschine nur mit einem Teil ihrer Leistungsfähigkeit ausgenutzt würde. Dieser Umstand würde die Wirtschaftlichkeit des Außenräumverfahrens stark herabsetzen, denn die Aufwendungen für das Werkzeug und die Maschinen sind so hoch, daß nur bei einer aufs höchste ausgenutzten Leistungsfähigkeit der Räummaschine diese Kosten durch die Beschleunigung der Fertigung wieder herausgeholt werden können.

Ist die Vorrichtungsaufnahmeplatte dagegen beweglich, und wird diese Bewegung außerdem noch hydraulisch betätigt, so kann der Räumschlitten nach Beendigung des Arbeitshubes unmittelbar wieder zurückkehren. Während nun der Räumschlitten zurückgeht, kann die Vorrichtung von dem fertiggestellten Werkstück entleert und mit einem unbearbeiteten Werkstück beschickt werden. Gewöhnlich wird dieser Vorgang länger dauern als der Rücklauf des Räumschlittens, so daß also auch in diesem Falle die volle Leistungsfähigkeit der Maschine in dem Ausmaß, in dem die Beschickungszeit der Vorrichtung die Zeit für den Rückwärts-
 hub überdeckt, unausgenutzt bliebe. Um nun auch diese Verlustzeit noch aus-

spannplatte der Vorrichtung feststehend ist, mit dem Aufspannen des nächsten zu bearbeitenden Teiles so lange warten, bis der Räumschlitten sich wieder in der oberen Lage befindet, denn sonst würde ja das neue Werkstück der Zahnfolge beim Zurückgehen den Weg versperren.

Bei feststehendem Aufspanntisch läßt sich also die Vorrichtung nur während des Stillstandes des Räumschlittens entleeren oder beschicken. Da nun aber sowohl der Arbeitshub des Räumschlittens

zuschalten, besitzt eine Bauart (Abb. 98) einen Revolvertisch, auf den mehrere Vorrichtungen aufgespannt werden können. Dieser Revolvertisch wird dann jedesmal während der Rückwärtsbewegung des Schlittens gedreht. In diesem Falle kann auch der Arbeitshub der Maschine für das Beschicken der Vorrichtungen benutzt werden. Während des Rückwärtshubes und während eines Teiles des Vorwärtshubes wird das vorher bearbeitete Werkstück aus der Vorrichtung, die aus dem Bereich des Räumzeuges herausgeschwenkt worden ist, entfernt und, ebenfalls während des Arbeitshubes, wieder ein neues Werkstück eingespannt.

Die Abb. 90 zeigt einen solchen Werkstückschlitten mit Revolvertisch. Zur Ausrichtung der Vorrichtung sind Nuten angebracht, und eine Anzahl von Schraubenlöchern können die Befestigungsschrauben für die Vorrichtung aufnehmen. Der hin- und hergehende Werkstückschlitten *d* gleitet auf der Führung *b*. Innerhalb dieses Schlittens befinden sich zwei Zylinder; die darin befindlichen Kolben *a* sind fest mit dem Maschinengestell verbunden. Unterhalb des Schutzdeckels *f* befindet sich ein auf dem Bilde nicht sichtbarer Mitnehmerbolzen, über den die hin- und hergehende Bewegung des Werkstückschlittens in eine Drehbewegung

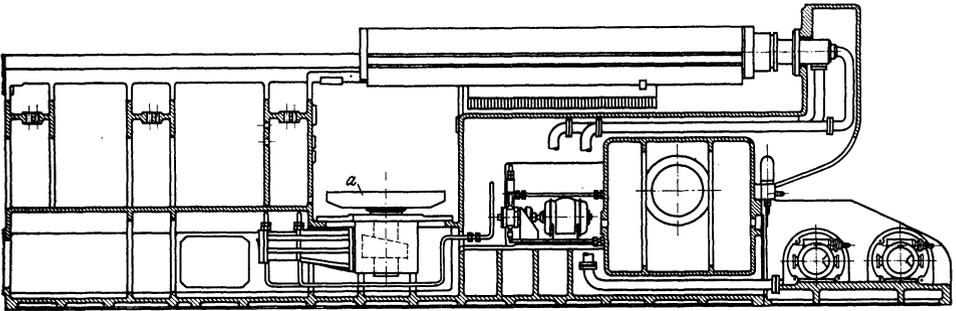


Abb. 91. Waagerechte Sonderräummaschine für Zylinderblockbearbeitung.
a = Werkstücktisch.

des Revolverteilers umgesetzt wird. Soll die Maschine ohne Revolvertisch arbeiten, so ist dieser Mitnehmerbolzen herauszuziehen.

Bei Maschinen, welche einen einfachen querbeweglichen Werkstückschlitten und einen solchen mit drehbarem Revolvertisch haben, können die Vorrichtungen verhältnismäßig einfach sein. Dagegen muß, falls der Werkstücktisch feststehend ist und man trotzdem die Leistungsfähigkeit der Maschine gut ausnutzen möchte, die Vorrichtung so ausgebildet sein, daß sich das Werkstück aus der Bahn der Zahnfolge entfernen und wieder einschwenken läßt (s. Abschn. 37).

Bei waagerechten Sonderräumenmaschinen für das Räumen von Zylinderblöcken werden diese Blöcke auf einem Tisch *a* aufgenommen und gespannt (Abb. 91). Dann wird der Tisch so weit gehoben, daß das Werkstück in den Bereich des Räumzeuges gelangt. Bei einer anderen Bauart dieser Sonderräumenmaschinen befindet sich das Räumzeug nicht oberhalb der Werkstückaufnahme, sondern in waagerechter Richtung daneben (Abb. 92). Werkstücke, die auf einer Rollenbahn herankommen, werden in einen schwenkbaren Tisch eingespannt, in dem zunächst die zu bearbeitende Fläche oben liegt (Abb. 93). Dann wird der Tisch um 90° geschwenkt und verriegelt, und nun liegt die zu bearbeitende Fläche des Zylinderblocks in waagerechter Richtung vor der Zahnfolge des Räumzeuges. Der Schwenktisch wird sowohl hydraulisch geschwenkt als auch hydraulisch verriegelt. Denn nur auf diese Weise ist es möglich, die Beschickungszeit den eigentlichen Räumzeiten anzupassen.

40. Die Räumzeugbewegung. Zur Aufnahme des Außenräumzeugs ist der Schlitten der Maschine (Abb. 98) mit Quer- und Längsnuten versehen, in die Paßfedern des Räumzeugs eingreifen. Eine große Anzahl von Gewindelöchern ist vorgesehen, damit jede Art von Räumzeug gut und sicher durch Verschrauben auf dem Schlitten befestigt werden kann. Um Zeit zu sparen, ist die Rücklaufgeschwindigkeit des Schlittens meist doppelt so hoch wie die Geschwindigkeit des Arbeitshubes. Erreicht wird der Geschwindigkeitsunterschied dadurch, daß man auf der einen Seite des Kolbens durch besonders großen Durchmesser der Kolbenstange den Füllraum des Zylinders künstlich kleiner macht (Abb. 89), so daß also bei gleicher

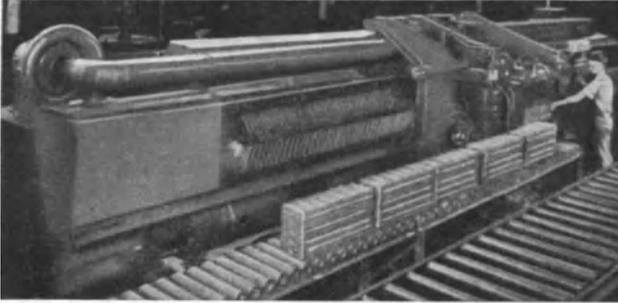


Abb. 92. Sonderräummaschine für Zylinderblockbearbeitung mit schwenkbarer Werkstückaufnahme.

Füllgeschwindigkeit aus dem Ölkreislauf die Rücklaufbewegung infolge schnellerer Ausfüllung des auf der entsprechenden Seite liegenden Zylinderraums schneller vor sich geht als der Arbeitshub.

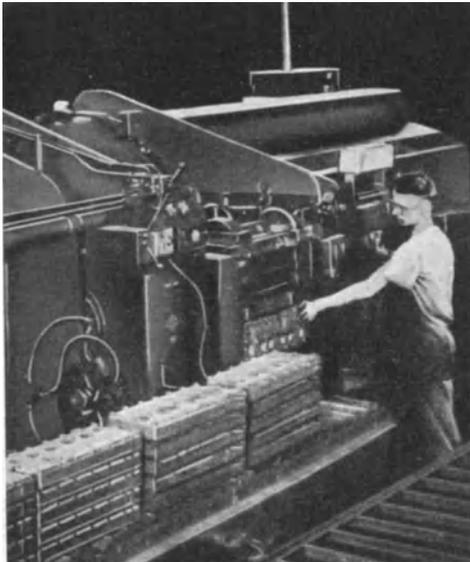


Abb. 93. Bedienungsraum der Sonderräummaschine
Abb. 92.

Zur Umsteuerung der Ventile sind seitlich am Räumzeugschlitten Anschläge angebracht, die in der gewünschten Hoch- und Tieflage den Ölkreislauf umschalten (Abb. 98). Bei dieser Umschaltung entsteht infolge der Abbremsung des in Bewegung befindlichen Schlittens ein Stoß, der von der Ölmenge, die sich in der Endlage noch im Zylinder befindet, aufgenommen werden muß. Je größer nun die Geschwindigkeit, um so größer muß der Raum, der in der Endlage noch mit Öl gefüllt ist, bemessen sein, damit die lebendige Energie des Räumschlittens das Öl nicht so weit verdrängt, daß der Kolben gegen die Stirnwand des Zylinders stößt.

Bei den waagerechten Sonderräummaschinen für die Zylinderblockbearbeitung ist die Räumzeugaufnahme und -bewegung grundsätzlich ähnlich gelöst wie bei den vielseitig verwendbaren senkrechten Außenräummaschinen. Einige Bauarten bringen auch gleichzeitig zwei Räumzeuge auf dem Räumschlitten an, von denen jedes je eine Seite des Zylinderblocks nacheinander räumt (Abb. 104). Die Maschine hat infolgedessen auch zwei Werkstückaufnahmestellen.

41. Der Maschinenantrieb. Bei einer Außenräummaschine werden der Werkzeugschlitten und teilweise der Tisch zum Aufspannen des Werkstücks bewegt.

Der Werkzeugschlitten soll das Räumzeug mit gleichmäßiger Geschwindigkeit am Werkstück vorbeiführen, damit die Schnittbedingungen an jeder Stelle der Zahnfolge gleich sind, und es dann, möglichst beschleunigt, wieder in die Ausgangslage zurückbringen. Da außerdem der Hub verhältnismäßig groß ist, sind mechanische Getriebe, wie sie zur Umsetzung drehender Bewegung in hin- und hergehende bei Exzenterpressen, senkrechten sowie waagerechten Stoßmaschinen üblich sind, also Kurbel-, Exzenter- oder Kulissengetriebe, nicht anwendbar. Ältere Bauarten von Innenräummaschinen hatten eine Räumzeugbewegung durch Ritzel und Zahnstange. Bei kleineren Räummaschinen findet man noch heute diese Bauart, doch hat sie sich für größere Räummaschinen nicht bewährt und wird nur noch verwandt, wo es darauf ankommt, den Preis der Maschine niedrig zu halten. Der Grund

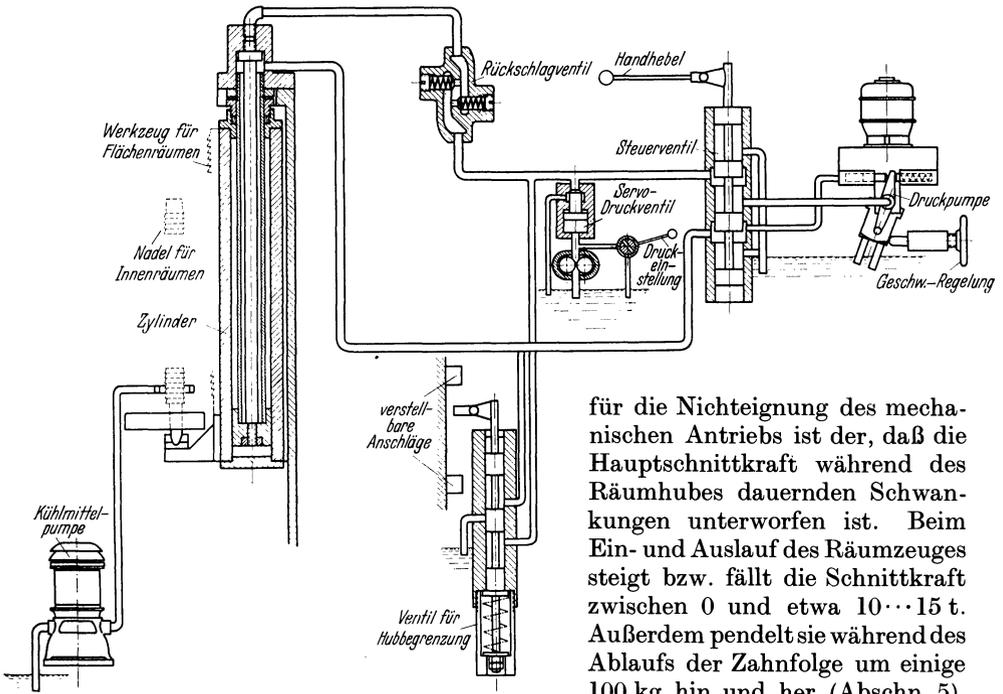


Abb. 94. Antrieb einer Senkrechtäummaschine für Innen- und Außenräumen (Hydrauma).

geeignet. Er kann stoßweise Beanspruchungen leicht aufnehmen und ausgleichen, erlaubt, die Schnittgeschwindigkeit des Schlittens stufenlos zu regeln und erleichtert außerdem die Beobachtung des Räumvorganges (vgl. Abschn. 54). Die Räummaschine hat infolgedessen einen Pumpensatz zur Erzeugung von Öldruck und -bewegung sowie ein Leitungssystem für den Ölkreislauf und dessen Steuerung.

Die zweckmäßige Ausbildung des Ölkreislaufs bietet verschiedene Grade der Schwierigkeit, je nachdem die Maschine von Hand gesteuert wird, oder aber die einzelnen Phasen des Räumablaufs halb- oder vollselbsttätig aufeinanderfolgen sollen. Die Forderung nach einer Zustell- und Abhebewegung des Aufspanntisches für das Werkstück verwickelt die Hydraulik noch weiter. Es werden im folgenden der Ölkreislauf einer einfachen senkrechten Außenräummaschine für Handsteuerung ohne Werkzeugtischbewegung, einer selbsttätigen waagerechten Sonderräummaschine für Zylinderblockbearbeitung mit Werkstücktischbewegung

für die Nichteignung des mechanischen Antriebs ist der, daß die Hauptschnittkraft während des Räumhubes dauernden Schwankungen unterworfen ist. Beim Ein- und Auslauf des Räumzeuges steigt bzw. fällt die Schnittkraft zwischen 0 und etwa $10 \cdots 15$ t. Außerdem pendelt sie während des Ablaufs der Zahnfolge um einige 100 kg hin und her (Abschn. 5).

Für diese Verhältnisse ist der hydraulische Antrieb am besten

sowie einer selbsttätigen senkrechten Zwillingsräummaschine, ebenfalls mit Werkstücksbewegung, beschrieben.

a) Die Räummaschine, deren Ölkreislauf in Abb. 94 dargestellt ist, ist sowohl für Innen- als auch für Außenräumen zu verwenden. Sie ist besonders gedacht für solche Verhältnisse, in denen vielseitige Räumarbeiten sowohl für Innen- als auch für Außenbearbeitung anfallen. Man hat daher bei dieser Maschine darauf verzichtet, die einzelnen Bewegungen selbsttätig ablaufen zu lassen, um dadurch auch zu einer Verbilligung der Maschine zu kommen. Eine Druckpumpe, die durch einen Geschwindigkeitsregler für verschieden starke Förderung eingestellt werden kann, drückt das Öl durch ein Steuerventil, das handbetätigt ist, und ein Rückschlagventil in die Arbeitsseite des Zylinders. Der Druck kann durch ein

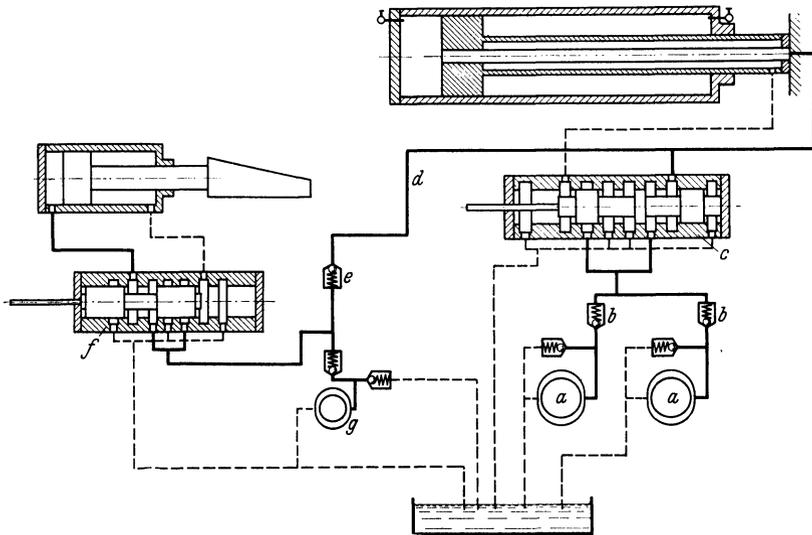


Abb. 95. Ölkreislauf einer Zylinderblockräummaschine mit Tischbewegung.

a = Ölpumpe; *b* = Kugelventil; *c* = Steuerschieber; *d* = Ölleitung; *e* = Kugelventil; *f* = Steuerschieber; *g* = Hilfsölpumpe.

Servo-Druckventil auf einer gewünschten Höhe gehalten werden. Eingestellt wird dieses Servo-Druckventil durch einen Handhebel, der ein Überlaufventil eines Sonderölkreislaufes, der nur zur Druckerzeugung im Servo-Druckventil dient, mehr oder weniger freigibt und dadurch den Gegendruck zum Hauptkreislauf regelt. Die Bewegung des Räumschlittens wird nach oben und unten durch ein Ventil für Hubeinstellung begrenzt. Dieses Ventil wird durch verstellbare Anschläge am Räumschlitten bewegt. Es gibt je nachdem entweder dem Öl der Arbeitsseite oder dem Öl der Leerlaufseite den Weg in den Ölbehälter frei.

b) Abb. 95 zeigt den Ölkreislauf für eine waagerechte Sonderräummaschine für die Zylinderblockbearbeitung. Die Ölpumpen *a* fördern das Öl über Kugelventile *b* zum Steuerschieber *c*. Dieser Schieber leitet das Drucköl entweder auf die Arbeitsseite des Räumzylinders oder auf dessen Leerlaufseite. Die Ölleitung, die den Steuerschieber *c* mit der Arbeitsseite des Räumzylinders verbindet, hat eine Abzweigung *d* zum Steuerschieber *f* und damit zum Zylinder des Werkstückschlittens, so daß gleichzeitig mit der Zuleitung von Drucköl für den Arbeitshub der Maschine der Werkstückschlitten in Arbeitsstellung gebracht

und in dieser Lage gehalten wird. Das Drucköl für den Rückzug des Werkstückschlittens fördert die Hilfspumpe *g*.

e) Der Ölkreislauf der Zwillingsräummaschine Abb. 96 wird in Bewegung gesetzt durch die Ölpumpe *a*, die durch einen Elektromotor von 22,5 kW Leistung angetrieben wird. Die Räumkraft dieser Maschine beträgt 10 t. Als erstes ist im Ölkreislauf der Schieber *b* zum Ingangsetzen und Abstellen der Maschinenbewegungen eingebaut. Von diesem Anlaßschieber aus geht eine Ölleitung unter Zwischenschaltung eines Manometers *c* zum Steuerschieber *e* für die Räumzeugbewegung. Dieser Steuerschieber verbindet abwechselnd die beiden Räum-

schlittenzylinder mit der Druckleitung. Wird der Zylinder eines Räumzeuges auf der Arbeitsseite mit Drucköl gefüllt, so wird gleichzeitig die Leitung zur Arbeitsseite des anderen Räumzylinders mit der Ölrückleitung verbunden, die durch ein Kugelventil *d* von 2 Atm. eingestellt ist und in das Sammelbecken führt. Auf dem Wege zwischen dem Manometer *c* und dem Steuerschieber *e* für die Räumzeugbewegung ist eine Leitung zum Handeinschaltventil *f* für die Bewegung der Werkstückschlitten *g* abgeleitet. Jenseits dieses Handeinschaltventils befindet sich der Steuerschieber *h* für die Tischbewegung. Auch hier wird das Drucköl abwechselnd der Arbeitsseite des Werkstückschlittens der einen Arbeitsstelle, das andere Mal der Arbeitsseite des Werkstückschlittens der anderen Arbeitsstelle zugeleitet. Beide Steuerventile, sowohl dasjenige für die Steuerung der Ölzufuhr zur Arbeitsseite der Räumschlitten, als auch dasjenige zur Steuerung der Ölzufuhr zu den Werkstückschlitten werden elektrisch verschoben (Steuermagnete *i*). Bewegt werden diese Steuermagnete, vorausgesetzt, daß die Handgriffe *k* eingeschaltet sind, von den Schaltschützen *l* aus.

Die Leerlaufseiten der Arbeitszylinder für die Räumzeugschlitten und die Werkstückschlitten sind nicht durch einen eigentlichen Ölkreislauf mit dem Öl-

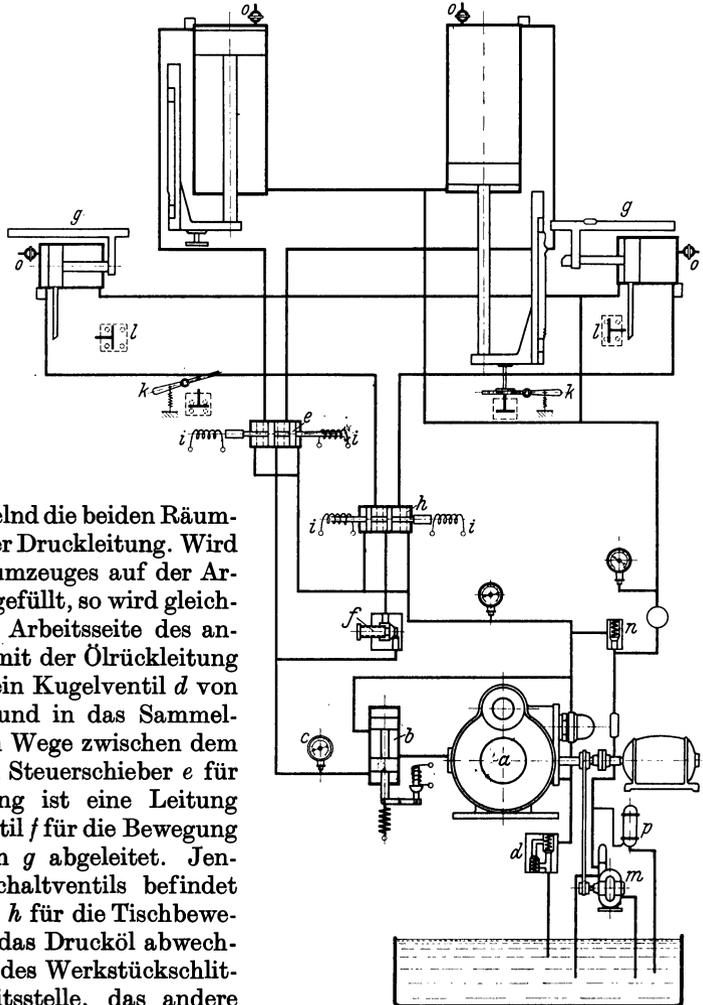


Abb. 96. Ölkreislauf einer Zwillingsräummaschine mit Tischbewegung und selbsttätiger Schaltung.
a = Ölpumpe; *b* = Schieber; *c* = Manometer; *d* = Kugelventil; *e* = Steuerschieber; *f* = Handeinschaltventil; *g* = Werkstückschlitten; *h* = Steuerschieber; *i* = Steuermagnete; *k* = Handgriffe; *l* = Schaltschützen; *m* = kleine Pumpe; *n* = Kugelventil; *o* = Ventile für Luftauslaß; *p* = Ölreiniger.

sammelbehälter verbunden, sondern hier pendelt eine Ölsäule von dem einen Zylinder zum anderen. Ausgelöst wird diese Pendelbewegung jeweils durch das Drucköl auf der Arbeitsseite des entsprechenden Zylinders. Es ist hier nur notwendig, verlorengegangenes Öl laufend zu ergänzen. Dies geschieht durch eine kleine Förderpumpe *m*, die einen Druck von etwa 2 Atm. aufrechterhält. Das überschüssige Öl, das von der Pumpe *m* über den Ersatzbedarf des Lecköls hinaus gefördert wird, tritt durch das auf 2 Atm. eingestellte Kugelventil *n* in die Leerlaufleitung des Hauptölkreislaufes ein. Bei *o* sind Ventile für den Luftauslaß vorgesehen. Daneben hat die Pumpe *m* noch die Aufgabe, das Öl im Kreislauf durch den Öleiniger *p* hindurchzupumpen, so daß also der Reinheitsgrad des Öles dauernd aufrechterhalten bleibt.

B. Bauarten.

Entsprechend dem weiten Anwendungsgebiet des Außenräumens ist auch die Zahl der Bauarten von Räummaschinen sehr groß. Von den einfachen Maschinen, die universal anwendbar sind, und auf denen sowohl Innen- wie Außenräumarbeiten durchgeführt werden können bis zur Sonderaußenräummaschine für Zylinderblöcke gibt es die verschiedensten Abstufungen von Umstellbarkeit und Leistungsfähigkeit, wobei eine höhere Leistung stets mit einem Verlust an Umstellbarkeit erkaufte werden muß. Auf eine Beschreibung der waagerechten Räummaschinen, die sowohl für Innen- als auch Außenräumen verwandt werden können, wird hier verzichtet, da diese Bauart durch andere Veröffentlichungen genügend bekannt ist.

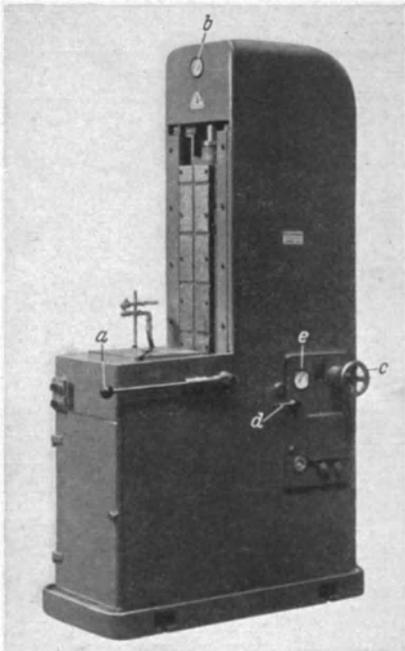


Abb. 97. Senkrechtäummaschine für Innen- und Außenbearbeitung (Hydrauma).

a = Steuerhebel; *b* = Druckmesser (Arbeitsseite);
c = Handrad zur Schnittgeschwindigkeitsverstellung;
d = Handhebel für Sicherheitsdruck;
e = Druckmesser (Sicherheitsdruck). (Antrieb s. Abb. 94.)

42. Räummaschine für Innen- und Außenräumen. Abb. 97 zeigt eine vereinigte Innen- und Außenräummaschine, die so einfach wie irgend möglich aufgebaut ist, und deren Kosten infolgedessen niedrig sind. Die Bewegung des Räumschlittens, an dem sich als Zugelement für die Räumnadel unten ein winkelförmiges Querhaupt befindet, muß in seinen einzelnen Bewegungen mit Hilfe des Hebels *a* von Hand gesteuert werden. Eine Zustellbewegung des Aufspanntisches für die Vorrichtung fehlt. Es kann jedoch hierfür eine Sondereinrichtung auf den Tisch aufgebaut werden. Dieser Sondertisch hat elektrischen Antrieb und ist von der Maschine ganz unabhängig. Es ist jedoch zu

beachten, daß bei Aufbau eines solchen beweglichen Sondertisches die Ausnutzbarkeit der Räumzeuglänge geringer wird. Der Druck auf der Arbeitsseite kann am Druckmesser *b* abgelesen werden, und so ist eine gute Kontrolle des Räumzeugzustandes gesichert. Die Schnittgeschwindigkeit wird mit Handrad *c* eingestellt und der Sicherheitsdruck, bei dem der Räumschlitten stillsteht, durch Handhebel *d*. Ein Manometer *e* zeigt die Höhe dieses Sicherheitsdruckes an.

43. Senkrechte Außenräummaschine. Die Bauart Abb. 98 beschränkt sich bewußt auf das Außenräumen, hat dafür jedoch eine wesentlich größere Leistungsfähigkeit. An einer Säule ist der Arbeitsschlitten *a* geführt, auf dem die verschiedenen Werkzeuge aufgespannt werden; der Schlitten wird durch Drucköl bewegt, das durch eine feststehende Kolbenstange in einen am Schlitten befestigten Zylinder gedrückt wird. Die größte Schlittenbelastung beträgt 16000 kg, der Hub geht bis zu 1250 mm. Die Geschwindigkeit kann stufenlos bis hinauf zu 12 m/min geregelt werden.

Die Werkstücke werden auf einen Tisch aufgespannt, der durch Drucköl in die Räumstellung gebracht und vor Einschaltung des Rückhubes wieder aus ihr zurückgezogen wird; statt des einfachen Tisches kann auch ein Tisch mit mehreren Werkstückaufnahmen (Revolvertisch) eingebaut werden, so daß vorn die Werkstücke gewechselt werden können, während auf der Gegenseite geräumt wird (Handhabung s. Abschn. 56...62).

44. Zwillingenaußenräummaschine. Die Zwillingenbauart der Außenräummaschine Abb. 99 ermöglicht es, die Leistungsfähigkeit des Räumverfahrens voll auszunutzen. Auf dem schwenkbaren Arbeitstisch werden zwei Vorrichtungen aufgespannt, die wechselseitig beschickt werden. Während das eine Räumzeug abwärts geht und das Werkstück der Arbeitsstelle *I* bearbeitet, geht das andere Räumzeug zurück, und während dieser Zeit wird die Arbeitsstelle *II* beschickt. Sind die Vorrichtungen für genügend schnelle Bedienbarkeit eingerichtet (mit pneumatischer oder hydraulischer Bewegung), so kann die Maschine durchlaufend ohne Unterbrechung arbeiten, wobei also stets eines der Räumzeuge unter Schnitt steht.

45. Maschinen mit feststehendem Räumzeug. Ganz verlassen wurde die hin- und hergehende Bewegung bei zwei Bauarten von Räummaschinen, bei denen die Werkstücke fortlaufend entlang dem Räumzeug geführt werden. Abb. 100 zeigt eine Maschine mit Kettenvorschub. Die Kette bewegt in dauerndem Kreislauf

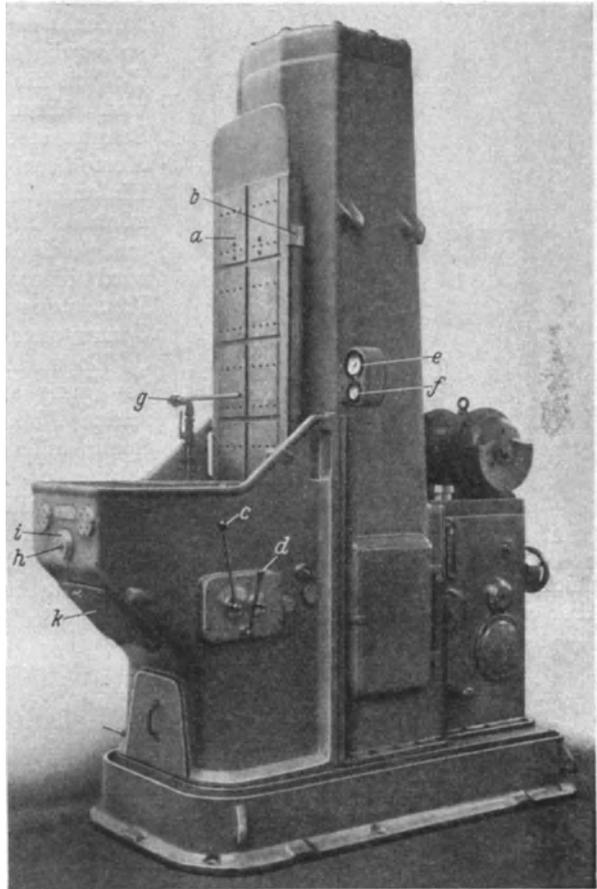


Abb. 98. Senkrechte Außenräummaschine (Forst).

a = Werkzeugschlitten; *b* = verstellbarer Anschlag; *c* = Steuerhebel; *d* = Sicherheitshebel; *e* = Druckmesser für Zugbelastung; *f* = Druckmesser für Vorsteuerung; *g* = Kühlmittelleitung; *h* = Verstellspindel für Werkstücktisch; *i* = Skalascheibe für Verstellspindel; *k* = Tür zum Innern des Werkstücktisches.

eine Anzahl von Vorrichtungen, und in diese Vorrichtungen wird jeweils vor Beginn des Räumzeugeingriffs das Werkstück eingelegt. Diese Bauart ist nur wirtschaftlich bei gleichbleibender Massenbearbeitung des gleichen oder ähnlicher Teile, da die Vorrichtungen, mit denen rings herum die Kette besetzt ist, hohe feste Kosten erfordern. Liegen jedoch solche Arbeiten vor, so ist die Maschine sehr leistungsfähig, da die Zeit für den Rückhub vollkommen fehlt und während der Zeit, in der ein Teil unter Schnitt steht, bereits am Auslaufende der Kette bearbeitete Teile abgespannt und am Einlaufende Rohteile eingespannt werden können. Die Laufzeit der Maschine ist damit gleich der Zerspanungszeit. Angewandt wird diese Maschine zum Räumen von Pleuelstangen. Die Kette ist mit acht Spannvorrichtungen beschickt.

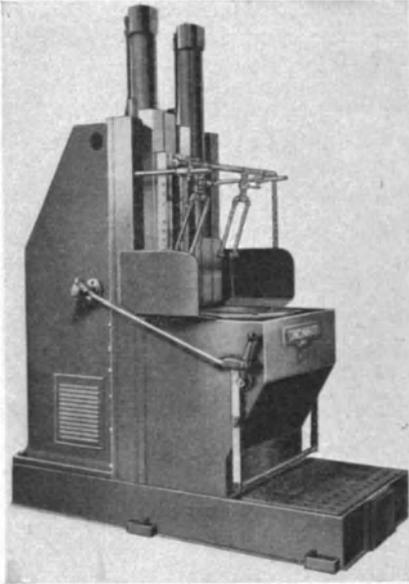


Abb. 99. Zwillingsaußenräummaschine.

Ebenfalls mit fortlaufender Werkstückbewegung arbeitet die Rundtischräummaschine Abb. 101 u. 102, bei der mehrere Spannstellen die zu bearbeitenden Teile aufnehmen und an einem feststehenden Räumzeug vorbeiführen. Hier gilt das gleiche wie bei der mit Kettenbewegung versehenen Maschine: die Laufzeit der Maschine ist

gleichzeitig Zerspanungszeit, und so ist die größte Ausnutzungsmöglichkeit erreicht. Aber auch hier sind die festen Kosten, die die Vorrichtungen erfordern, hoch,

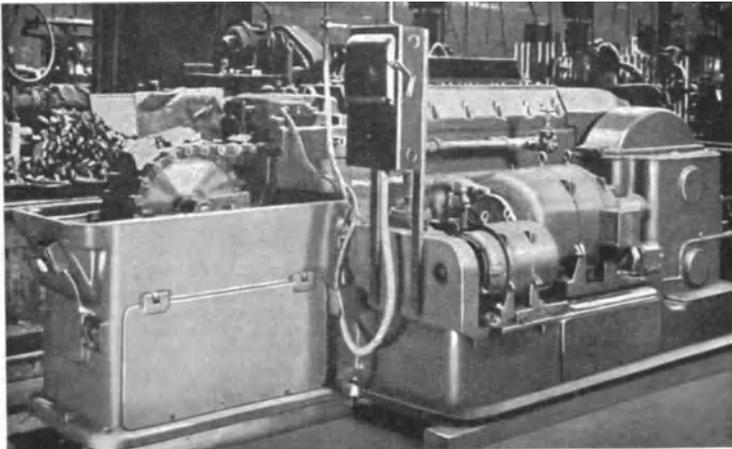


Abb. 100. Außenräummaschine mit Kettenvorschub des Werkstücks.

und die Maschine ist damit nur bei ausgesprochener Massenfertigung wirtschaftlich. Sie eignet sich besonders für kleine Teile, bei denen nur eine geringe Schichthöhe abzutragen ist. Denn das Räumzeug kann nur eine begrenzte Länge haben, da sonst der Rundtisch einen zu großen Durchmesser bekommen würde.

46. Rundräummaschine. Abb. 103 zeigt die Anwendung des Rundräumverfahrens beim Drehen von Kurbelwellen. Das Räumzeug hat eine Länge von

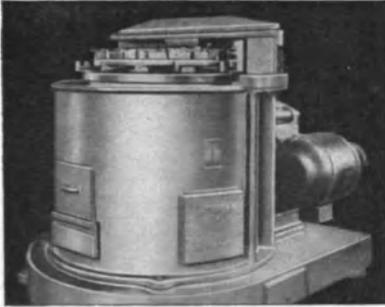


Abb. 101. Rundtischräummaschine.

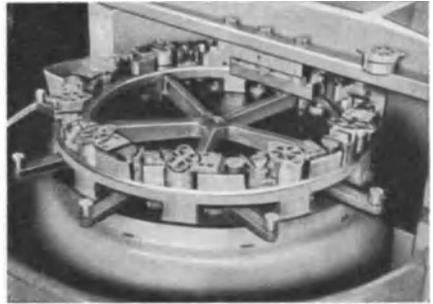


Abb. 102. Arbeitsstelle der Rundtischräummaschine Abb. 101.

1350 mm, und die Kurbelwelle wird in einem Hub sowohl geschruppt als auch fertigbearbeitet. Die Rundräummaschine besitzt zwei Antriebe. Der Motor für das Werkstück hat 20 PS, derjenige des Räum Schlittens 10 PS. Ein dritter Motor von 2,5 PS ist für das Drucköl vorgesehen.

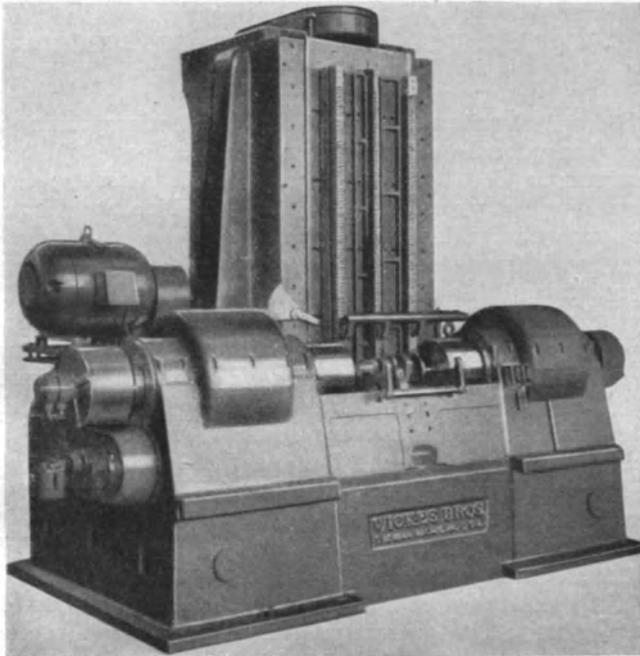


Abb. 103. Außenrundräummaschine.

47. Zylinderblockräummaschine. Zur Bearbeitung von Zylinderblöcken wurden Sonderräummaschinen entwickelt, da sowohl die Räumzeuglänge als auch der Hub gegenüber den Universalräummaschinen wesentlich größer sein muß (Abb. 104).

Hier ist daher die senkrechte Bauart der Räummaschine nicht mehr anwendbar. Die Maschine besitzt zwei Arbeitsstellen. Ausschwenkbare Spannvorrichtungen gestatten eine nahezu ununterbrochene Arbeit. Während das Werkstück an der einen Arbeitsstelle unter Schnitt steht, geht das Räumzeug der anderen Arbeits-

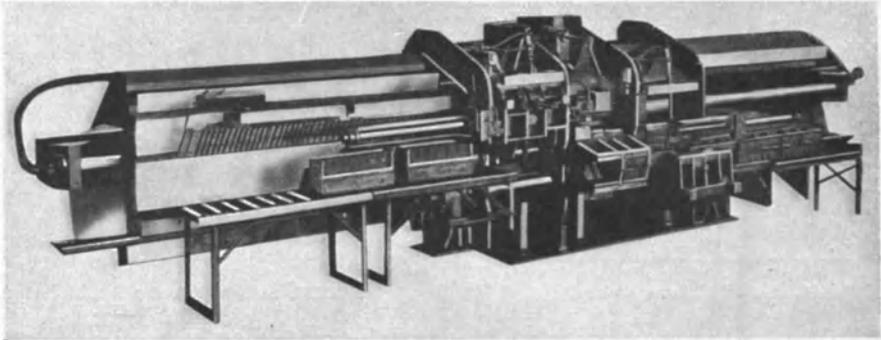


Abb. 104. Sonderräummaschine für Zylinderblockbearbeitung.

stelle zurück und inzwischen kann für diese Arbeitsstelle das bearbeitete Werkstück entfernt und ein noch unbearbeitetes eingespannt werden. Die Räumzeuge werden nach jedem Durchgang selbsttätig gereinigt.

V. Die Anwendung des Außenräumens.

A. Allgemeines.

48. Vorzüge des Außenräumens. Der Wert des Außenräumens als Verfahren der Metallbearbeitung beruht auf folgenden Merkmalen:

Die Ausbringung in der Zeiteinheit ist groß, die Schnittgeschwindigkeit ist niedrig, das Werkzeug hat viele Schneiden, und Maschine und Werkzeug sind von großer Starrheit und Einfachheit im Aufbau.

Die hohe Leistungsfähigkeit des Außenräumens beruht darauf, daß die Schneidfolge während eines Hubes die gesamte zu bearbeitende Fläche überdeckt und von ihr Werkstoff abhebt. Es ist daher im Gegensatz zu den meisten anderen zerspanenden Arbeitsverfahren nicht notwendig, daß das Werkzeug zum Werkstück verschoben wird, um zeilenweise neue Abschnitte des Werkstückes vor das Werkzeug zu bringen. Mit einem Hub ist daher beim Räumen ein Werkstück bearbeitet. Dazu kommt noch, daß verschiedene Bearbeitungsaufgaben, wie das Schruppen, Schlichten, Schaben und Glätten, in einem Werkzeug zusammengefaßt werden können. Damit wird Zeit gespart für den sonst notwendig werdenden Werkzeugwechsel und für Spannzeiten.

Die Schnittgeschwindigkeit beim Außenräumen ist geringer als bei den meisten zerspanenden Arbeitsverfahren; sie liegt zwischen 6 und 14 m/min. Zum Vergleich sei nur die Schnittgeschwindigkeit des mit dem Räumen im Wettbewerb stehenden Fräsens angeführt, die zwischen 16 m/min (Schruppen) und 24 m/min (Schlichten) liegt.

Ein wichtiges Merkmal des Räumens ist die Verteilung der Zerspanungsaufgabe auf viele Schneiden. Dadurch ist die Zeit, in der die einzelne Schneide den Werkstoff zu zerspanen hat, gering. In nur etwa 5% der Bearbeitungszeit steht der Einzelzahn unter Schnitt, während beim Walzenfräsen im Durchschnitt 15% und beim Stirnfräsen 75% der Bearbeitungszeit tatsächliche Belastungszeit der Einzel-

schneide ist. Die Einzelschneide des Räumzeuges ist also hinsichtlich der Abnutzung wesentlich geringer beansprucht, als die Einzelschneide des Fäasers.

Die geringe Schnittgeschwindigkeit und die Verteilung der Zerspanungsaufgabe auf viele Schneiden wirken sich zusammen in einer hohen Standzeit des Räumzeuges aus.

Eine Übersicht über Leistung und Standzeit bei verschiedenen Außenräumarbeiten zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5. Leistungen beim Außenräumen von Kraftwagenteilen.

Werkstück	Werkstoff	Bearbeitung	Schnittgeschwindigkeit m/min	Leistung Stck./Std.	Anzahl der Werkstücke je Schliff des Räumzeuges	Spanmenge (cm ³) bzw. abgenommene Schicht (mm)
Stoßdämpferhebel	Stahl	Profil ausarbeiten	—	200	1200	—
Kupplungshebel	Stahl	2 Nocken räumen	—	300	2000	—
Kupplungs-scheiben	Stahlguß	angegossenes Auge räumen	—	275	2000	—
Lager am Differentialgehäuse	Grauguß	Anlagefläche räumen	—	60	800	—
Lagerarm für Steuerung	Gesenkschmiedestück	Aussparungen einarbeiten	—	200	3000	—
Pleuelstange	Gesenkschmiedestück	seitliche Anlageflächen bearbeiten	—	200	1500	—
Pleuelstange	Gesenkschmiedestück	Anlagefläche für Lager bearbeiten	7,3	490	21600	1,42 cm ³
Pleuelstange	Gesenkschmiedestück	Lagermulde und Anlagefläche bearbeiten	8,9	360	—	3,2 mm
Zahnsektor	Grauguß	Zähne räumen	—	225	3500	—
Kurbelwellenlagerdeckel	Grauguß	Fertigbearbeitung der Anlageflächen	7,9	398	31500	10,2 cm ³
Zylinderblock	Zylinderguß	4 Lagerdeckelanlageflächen bearbeiten	8,2	112	7000	28,0 cm ³
Steuerungssektor	Gesenkschmiedestück	Schruppen von 5 Zähnen	10,8	600	—	—
Gegengewicht	Gesenkschmiedestück	Innen- und Außenflächen bearbeiten	8,3	225	—	4,7 mm

Wegen der Starrheit und Einfachheit im Aufbau von Maschine und Werkzeug ist das Außenräumen besonders geeignet für die Bearbeitung solcher Teile, die enge Maßtoleranzen verlangen. Denn da Maschine und Werkzeug einfach sind, ist der Einfluß ihrer Fehlerquellen auf das Arbeitsergebnis gering. Dazu kommt, daß die hohe Standzeit die Einhaltung enger Maßtoleranzen für lange Zeit sichert.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das Außenräumen sowohl sehr leistungsfähig ist und in der Arbeitsgeschwindigkeit den Verformverfahren (Ziehen) nahekommt, als auch Werkstücke hoher Maßgenauigkeit und Oberflächengüte liefert.

49. Grenzen des Außenräumens. Das Außenräumzeug ist ein ausgesprochenes Einzweckwerkzeug, denn es muß in seiner Gestaltung auf eine gegebene Räumaufgabe abgestimmt werden. Es muß sich der Form des zu räumenden Stückes, dessen Werkstoff, der Räumlänge und den konstruktiven Merkmalen des Werkstückes (Starrheit) anpassen. Da gleichzeitig das Werkzeug und die Vorrichtung teuer sind, ist das Außenräumen in seiner heutigen Anwendungsform nur für die Bearbeitung größerer Stückzahlen geeignet, es sei denn, daß man die Wirtschaftlichkeit bewußt vernachlässigt, um die technischen Vorteile des Außenräumens auszunutzen, als da sind: Erreichung enger Maßtoleranzen und hohe Oberflächengüte.

50. Vergleich mit Fräsen. In Wettbewerb mit dem Außenräumen steht vor allem das Fräsen. Beide Verfahren weisen so große Unterschiede in den Kosten von Vorrichtung und Maschine sowie in der Leistung auf, daß es, um die Wirtschaftlichkeit des Außenräumens im Vergleich zum Fräsen einwandfrei festzustellen, notwendig ist, diese Wirtschaftlichkeit formelmäßig zu errechnen, denn unterhalb einer kritischen Stückzahl, bei der sowohl das Fräsen als auch das Räumen gleich wirtschaftlich sind, wird das Räumen mit abnehmender Stückzahl sehr schnell teurer, während oberhalb dieser Stückzahl sich durch Räumen eine starke Verbilligung ergibt. Das Risiko ist also groß, und man sollte die Mühe nicht scheuen, an Hand der folgenden Formel die Wirtschaftlichkeit nachzurechnen.

Errechnet wird der Kostenunterschied zwischen dem Fräsen und Räumen bei der Bearbeitung je Meter Werkstücklänge:

$$KU = L \left(\frac{1}{n p_F} - \frac{1}{m p_R} \right) + \frac{G_F}{p_F} - \frac{G_R}{p_R} + \frac{M_F}{i_F s_F p_F} \left[1 + (i_F + 1) \frac{p}{2} \right] - \frac{M_R}{i_R s_R p_R} \left[1 + (i_R + 1) \frac{p}{2} \right] + \frac{W_F + V_F}{z_F F_{FW}} - \frac{W_R + V_R}{z_R F_{RW}}$$

Hierin ist:

<i>KU</i>	Kostenunterschied je m Bearbeitungslänge	<i>p_F</i>	Fräsleistung in m/Std.
<i>L</i>	Stundenlohn	<i>p_R</i>	Räumleistung in m/Std.
<i>G_F</i>	Gemeinkosten Fräsen/Stde.	<i>i_F</i>	Lebensdauer Fräsmaschine in Jahren
<i>G_R</i>	Gemeinkosten Räumen/Stde.	<i>i_R</i>	Lebensdauer Räummaschine in Jahren
<i>M_F</i>	Anschaffungskosten Fräsmaschine	<i>s_F</i>	tatsächliche Arbeitsstunden im Jahre, Fräsmaschine
<i>M_R</i>	Anschaffungskosten Räummaschine	<i>s_R</i>	tatsächliche Arbeitsstunden im Jahre, Räummaschine
<i>W_F</i>	Kosten Fräswerkzeug	<i>p</i>	Zinsfuß
<i>W_R</i>	Kosten Räumwerkzeug	<i>z_F</i>	mit 1 Fräswerkzeug durchschnittlich zu erzielende Bearbeitungslänge in m
<i>V_F</i>	Kosten Fräsvorrichtung	<i>z_R</i>	mit 1 Räumwerkzeug zu erzielende Bearbeitungslänge in m
<i>V_R</i>	Kosten Räumvorrichtung	<i>F_{FW}</i>	Ausnutzungsfaktor Fräswerkzeug
<i>n</i>	Anzahl der von 1 Mann bedienten Fräsmaschinen	<i>F_{RW}</i>	Ausnutzungsfaktor Räumwerkzeug
<i>m</i>	Anzahl der von 1 Mann bedienten Räummaschinen		

B. Die Handhabung und Wartung des Werkzeuges.

51. Lagerung, Transport, Aufspannung. Da das Räumwerkzeug teuer und empfindlich ist, ist eine sorgfältige Behandlung bei der Lagerung, beim Transport und beim Auf- und Abspannen besonders wichtig. Man sollte darauf achten, daß niemals ein Räumzeug hart auf den Boden aufgesetzt wird. Das beste ist, das Räumzeug gleich nach dem Abspannen in einen Holzkasten zu legen, es in diesem Holzkasten zu transportieren und auch aufzubewahren. Hierbei sind besonders die Schneiden zu schützen, da ein Stoß mit metallischen Gegenständen leicht die Zähne beschädigen kann. Um das Aufspannen des Räumzeuges

auf den Schlitten der Maschine zu erleichtern, wird der Räumzeughalter mit Haken versehen, an denen es vom Transportwagen aus in eine senkrechte Lage gebracht, in Schlittenhöhe gehoben und während der Befestigung vor dem Schlitten gehalten werden kann. Es sollte daher an jeder senkrechten Räummaschine ein Hebezeug, und zwar am besten ein von Hand betätigter Schwenkkran, vorgesehen werden.

Um eine Verwechslung von Räumzeugen zu vermeiden, ist es zweckmäßig, die technischen Daten, die der Gestaltung des Räumzeuges zugrunde gelegt wurden, auf den Räumzeughalter gut sichtbar aufzuschlagen. Das sind folgende Angaben:

1. die Räumlänge, für die das Räumzeug gebaut ist,
2. der Werkstoff, den es zerspanen soll,
3. die Höchstbelastung des Werkzeuges,
4. die anzuwendende Schneidflüssigkeit,
5. die Größe von Spanwinkel, Breite der Fase und Freiwinkel,
6. die anzuwendende Schnittgeschwindigkeit.

Nur so können Irrtümer beim Gebrauch der Räumzeuge mit Sicherheit verhütet werden. Denn jede Anwendung eines Räumzeuges für Arbeitsbedingungen, für die es nicht gebaut ist, führt zu seiner Zerstörung.

52. Schnittgeschwindigkeit. Tabelle 6 enthält Erfahrungswerte. Voraussetzung für die Anwendung dieser Schnittgeschwindigkeiten ist, daß die Leistung der Maschine ausreicht.

Tabelle 6. Schnittgeschwindigkeiten beim Außenräumen in m/min.

Grauguß	6··· 8	Duralumin	12··· 16
Stahl	8··· 10	Hydrionalium	12··· 16
Stahlguß	6··· 8	Silumin	10··· 12
Temperguß	8··· 10	Elektron	12··· 16
Messing	10··· 12		

53. Schmierung. Dem reichlichen Überspülen der unter Schnitt stehenden Zähne mit einer Schneidflüssigkeit ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Die Schneidflüssigkeit hat drei Aufgaben. Sie soll die Schneidstellen schmieren und damit sowohl die Kraft herabsetzen, als auch zur Oberflächenverbesserung beitragen. Dann sollen die Schneiden gekühlt werden, und schließlich soll der Flüssigkeitsstrom die Späne aus den Zahnlücken ausspülen. Es sind daher zwei Zutrittsstellen für die Schneidflüssigkeit vorzusehen, und zwar an der Eintrittsseite der Schneiden für Schmierung und Kühlung und an der Austrittsseite zur Spülung. Tabelle 7 gibt für Stahl und Grauguß bewährte Schneidflüssigkeiten an (s. auch Betriebsblatt AWF 37).

Tabelle 7. Schneidflüssigkeiten für Räumarbeiten an Stahl und Grauguß.

Bestandteile	Zu bearbeitender Werkstoff		
	sehr zäher Stahl	weicher Stahl	Grauguß
Terpentin . . . l	0,95 } erst 0,9 } mischen, 0,9 } dann dazu:	—	5,7
Bleiweiß . . . kg		25,4	25,4
Schwefelblüte kg		0,9	0,9
Leinöl . . . l	3,8	—	—
Paraffinöl . . l	3,8	5,7	5,7
Maschinenöl . l	—	11,4	11,4

leicht zu bearbeitender Grauguß kann auch trocken bearbeitet werden, doch verbessert die Zuführung von Bohreremulsion die Oberfläche und erleichtert die Säuberung der Zahnlücken von Spänen. Beim Räumen von Nichteisenmetallen kommt in Frage

für Messing: Bohrölemulsion,
 für Weißmetall: Paraffinöl,
 für Aluminium: eine Mischung aus Terpentin und Benzin,
 für Silumin: dünnflüssiges Mineralöl,
 für Elektron: Vorschriften der Hersteller einholen.

Die Verwendung der erwähnten, auf die einzelnen Werkstoffe abgestimmten Schneidflüssigkeiten ist jedoch nur zweckmäßig, wo es sich um eine fortlaufende Massenfertigung handelt oder wo durch organisatorische Maßnahmen dafür gesorgt ist, daß die zu bearbeitenden Werkstücke nach Werkstoffsorten gesammelt werden, damit ein öfteres Wechseln der Schneidflüssigkeit vermieden wird. Falls die Werkstoffe der zu bearbeitenden Werkstücke oft wechseln, ist es besser, als Schneidflüssigkeit Tran zu verwenden, der sich für alle Werkstoffe gleich gut eignet, wenn er auch nicht ganz so leistungsfähig ist, wie die erwähnten Mischflüssigkeiten.

54. Beobachtung des Räumzeugzustandes beim Arbeiten ist wichtig, damit ein Abstumpfen der Schneiden frühzeitig erkannt wird. Die Abstumpfung zeigt sich

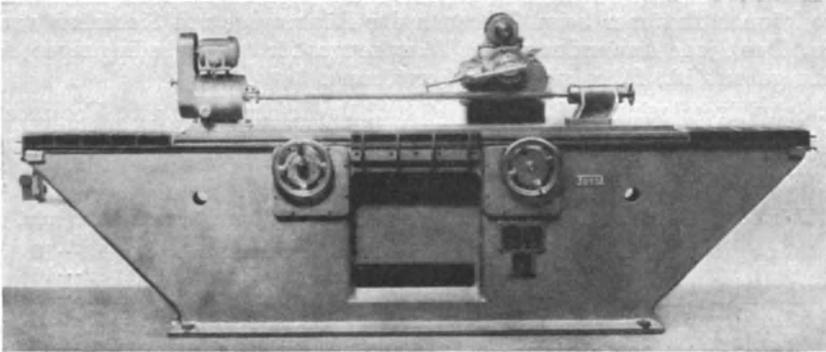


Abb. 105. Sonderschleifmaschine für das Schärfen von Räumzeugen (Forst).

an der steigenden Schnittkraft, deren Beobachtung durch ein im Ölkreislauf eingebautes Manometer leicht möglich ist, da die Maschinen meist hydraulischen Antrieb haben. Man wechselt das Werkzeug aus, wenn die Schnittkraft das 1,3- und 1,4fache der Kraft erreicht hat, die bei scharfem Werkzeug anzuwenden war. Um das Räumzeug vor jedem Bruch zu schützen, wird im Ölkreislauf an einem Sicherheitsventil ein Höchstdruck eingestellt, bei dessen Erreichen die Maschine aussetzt. Ein anderes Merkmal zur Feststellung der Abstumpfung ist die Maßänderung an den hergestellten Werkstücken. Da die Schnittkraft bei Abstumpfung steigt, weicht das Werkstück auch stärker aus und das Fertigmaß beim Arbeiten mit stumpfer Schneide wird infolgedessen über dem Maß liegen, das mit scharfem Werkzeug erreicht wird.

Nach Gebrauch ist das Räumzeug sorgfältig zu reinigen und mit einem Rostschutzmittel zu versehen. Erst dann wird es in den oben beschriebenen Holzkasten gelegt und ins Werkzeuglager gebracht.

55. Schärfen des Räumzeuges. Das Nachschärfen des Räumzeuges erfordert große Sorgfalt. Falls nur wenig Räumarbeiter im Betrieb sind, ist es zweckmäßig, das Nachschärfen von einer Sonderfirma ausführen zu lassen. Wird das Außenräumen dagegen so stark angewandt, daß sich ein Facharbeiter mit den Eigenarten des Räumzeugeschärfens vertraut machen kann, so sollte eine Sonderschleif-

maschine aufgestellt werden, mit der alle Schärfarbeiten an Räumzeugen durchgeführt werden können. Abb. 105 stellt die Gesamtansicht einer solchen Schärfmaschine dar. Die Abb. 106 u. 107 zeigen den Schleifkopf der Maschine, der einmal für das Schleifen des Freiwinkels, im andern Falle für das Schleifen des Spanwinkels eingestellt ist. Der Schleifkopf ist in der Höhe verstellbar und läßt sich sowohl um eine waagerechte Achse drehen, um verschiedene Rücken- und Freiwinkel anschleifen zu können, als auch um eine senkrechte Achse, um Räumzeuge mit im Neigungswinkel angebrachten Schneiden zu schärfen. Die hin- und hergehende Bewegung längs der Schneide wird von Hand ausgeführt, die am Handgriff angreift und den Schlitten hin- und herschiebt. Solange die Fase noch genügend breit ist, wird der Zahn nur an der Brustfläche (Spanwinkel) geschliffen (s. Abschn. 16). Zunächst wird grobgeschliffen, wozu keramisch gebundene Scheiben mit einem dem Profil des Zahnlückengrundes entsprechenden Querschnitt, mit einer Körnung von $60 \cdots 80$ und einer Härte $K \cdots L$ verwandt werden. Nach dem Grobschleifen werden die Zähne feingeschliffen mit keramisch gebundenen Scheiben mit einer Körnung von 120 und einer Härte $K \cdots L$. Nach dem Feinschleifen ist entstandener Schleifgrat durch Abziehen der Fase zu entfernen, wobei die Bewegungsrichtung des Abziehsteins schräg zur Schneide verlaufen muß. Ist nach mehrmaligem Nachschleifen der Zahnbrust der in Tabelle 3 (Abschnitt 16) genannte untere Wert für die Fasenbreite erreicht, so muß an

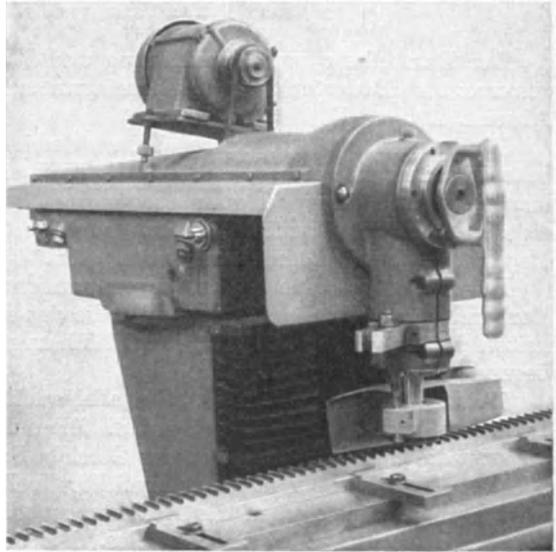


Abb. 106. Schleifen des Freiwinkels auf der Sonderschleifmaschine Abb. 105.

jedem Zahn eine neue Fase angeschliffen werden. Um dabei die gleichmäßige Verteilung der Räumaufgabe auf die einzelnen Schneiden zu sichern, wird die Zahnfolge in der Richtung der Steigung vorher überschliffen (s. auch Abschn. 12). Beim Anschleifen neuer Fasen muß bei gebauten Räumzeugen das

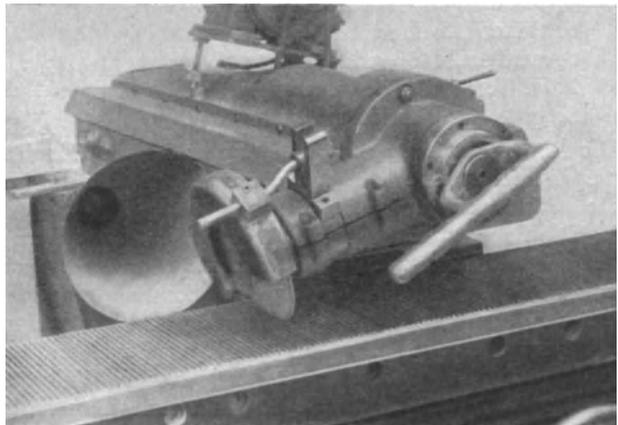


Abb. 107. Schleifen des Spanwinkels auf der Sonderschleifmaschine Abb. 105.

betreffende Schneidenteil und bei geführten einteiligen Räumzeugen die Gleitbahn der Vorrichtung nachgestellt werden (s. Abschn. 23 u. 29).

C. Handhabung und Wartung der Maschine.

Der Darstellung von Handhabung und Wartung der Maschine wird eine der senkrechten Bauarten von Außenräummaschinen zugrunde gelegt (Abb. 98, Abschn. 43).

56. Aufstellung. Wegen des hohen Gewichts der Maschine sollte sie auf ein gutes Fundament gestellt werden. Mit Hilfe einer genauen Wasserwaage muß die Maschine gut längs und quer ausgerichtet werden. Fundamentschrauben sind, da die Maschine Einzelantrieb hat, nicht erforderlich, sondern es genügt, den Maschinenfuß mit Zement zu untergießen.

Bevor die Maschine in Betrieb genommen werden kann, sind eine Reihe von Vorbereitungsmaßnahmen zu treffen, die das Einfüllen der verschiedenen Flüssigkeiten für Antrieb, Schmierung und Kühlung sowie das Einstellen auf eine vorliegende Aufgabe umschließen.

57. Einfüllen des Treiböles. Um alle, auch die kleinsten Fremdkörper fernzuhalten, sollte man das Treiböl beim Einfüllen durch ein Filtertuch hindurchgießen, da sonst die Gefahr besteht, daß das Getriebe Schäden erleidet. Bevor die Maschine arbeiten kann, muß das neu eingefüllte Treiböl entlüftet werden. Genaue Anweisungen hierüber geben die Bedienungsvorschriften der Lieferfirmen.

58. Menge und Güte des Treiböles. Die Menge des Treiböles, die für die beschriebene Maschine erforderlich ist, beträgt 265 kg. Das Treiböl muß von hoher Güte sein, um den verschiedenen Arbeitsbedingungen gerecht zu werden. Es muß folgende Eigenschaften haben:

1. günstige Viskosität,
2. flache Viskositätskurve,
3. tiefliegender Stockpunkt,
4. hochliegender Flammpunkt,
5. Schaumfreiheit,
6. wasserabstoßende Wirkung,
7. vollkommene Säurefreiheit,
8. gute Wärmeleitfähigkeit.

Die Viskosität kann zwischen Engler 2,5 und Engler 8 bei 50° C liegen. Je höher die Viskosität eines Öles ist, desto größer sind die inneren Widerstände und damit die Wärmezunahme.

Die flachlaufende Viskositätskurve ist zu fordern, damit die Viskosität bei verschiedenen Temperaturen, also beispielsweise zwischen niedriger Temperatur im Winter und hoher Temperatur im Sommer möglichst wenig Schwankungen aufweist. Damit zusammen hängt die Forderung des tiefliegenden Stockpunktes. Liegt er zu hoch, d. h. zu nahe bei der tiefsten Temperatur, bei welcher die Maschine im Winter anfahren muß, so steigt der innere Widerstand des Öles bei weiter sinkender Temperatur sehr stark an, und ein Anlaufen ist nur unter besonderen Vorichts- und Hilfsmaßnahmen möglich. Es besteht dann die Gefahr, daß durch Überbeanspruchung einzelner Maschinenteile Zerstörungen in der Maschine auftreten.

Der Flammpunkt sollte hoch liegen, damit bei hoher Öltemperatur keine Öldampfbildung eintreten kann. Er sollte zwischen 165···175° C liegen.

Besonders wichtig für ein Treiböl ist die Schaumfreiheit. Sie ist die Voraussetzung für einen ruhigen, störungsfreien Lauf. Der Schaum entsteht durch Ein-

blasen oder Mitreißen von Luft in den Ölkreislauf. Maßgebend für die Geschwindigkeit des Ausscheidens und des Abstoßens der eingedrungenen Luft ist die Oberflächenspannung der betreffenden Flüssigkeit. Je geringer die Oberflächenspannung, um so rascher ist die Luftausscheidung. Bei einem guten Treiböl sollte eingefüllte Luft schnell an die Oberfläche steigen und dort kleine Schaumbläschen bilden, die rasch brechen. Die Schaumfreiheit des Öles ist deshalb wichtig, weil mit steigendem Luftgehalt der Wirkungsgrad der Pumpe und damit ihre Fördermenge stark sinkt. Auch der Öldruck, die Strömungsgeschwindigkeit und gleichzeitig damit die Wärmeabfuhr werden herabgesetzt. Temperaturerhöhung ist die Folge. Auch tritt dann, wenn das Öl mit Luft durchsetzt ist, eine Verzögerung in der Druckübertragung ein, da die Flüssigkeit dann nicht mehr unzusammendrückbar ist.

Das Öl sollte wasserabstoßend sein, weil die Hohlräume im Innern einer Maschine stets Kondenswasser bilden. Dieses Wasser würde sich bei einem nicht wasserabstoßenden Öl mit diesem emulgieren.

Bei säurehaltigem Treiböl können sich innerhalb des Ölkreislaufs bei der Berührung mit verschiedenen Metallen elektrische Elemente bilden, und die elektrolytischen Vorgänge würden zu einer Zerstörung von Maschinenteilen führen. Die gute Wärmeleitfähigkeit des Treiböles ist erforderlich, weil hohe Temperaturen im Ölkreislauf den Wirkungsgrad der Maschine herabsetzen.

Es ist also sehr wichtig, das Treiböl sorgfältig auszuwählen. Zu empfehlen sind folgende Ölsorten:

Voltol-Gleitöl I der Fa. Rhenania Ossag, Hamburg,

DTE-Mittel der Deutschen Vakuum-Ölgesellschaft,

Baku Y der Derop,

Hydraulic-Öl der Houghton Fabrik K.G. Magdeburg-B.

59. Einfüllen der Schmieröle. Drei verschiedene Schmier-systeme sind bei der Räummaschine mit Schmierstoffen zu versehen. Die Führungen des Werkzeugschlittens und des Werkstücktisches sind an einen Zentralöler angeschlossen. Die Rollenkette zwischen Motor und Treibölpumpe läuft in einem Ölbad. Die übrigen Schmierstellen der Maschine, die durch Kugelnippel abgeschlossen sind, müssen mit einer Ölpressen täglich geschmiert werden. Die Bedienungsvorschriften der Lieferfirmen enthalten für das Füllen und Nachfüllen der verschiedenen Schmier-systeme mit Öl genaue Anweisungen.

60. Einfüllen der Schneidflüssigkeit. Als Behälter für die Schneidflüssigkeit ist der Maschinenfuß ausgebildet. Erforderlich sind etwa 80 kg. Die Maschine darf nur in Betrieb genommen werden, nachdem die Schneidflüssigkeit eingefüllt ist. Anderenfalls würde die Pumpe beschädigt werden. Von Zeit zu Zeit muß der Kühlmittelbehälter gereinigt werden. Es ist darauf zu achten, daß jeweils die dem zerspannten Werkstoff angepaßte Schneidflüssigkeit (s. Abschn. 53) verwandt wird. Beim Wechseln des Werkstoffes wird die im Behälter enthaltene Schneidflüssigkeit ausgepumpt und die dem zu bearbeitenden Werkstoff angepaßte Schneidflüssigkeit eingefüllt. Wird Tran verwandt, so ist ein Umfüllen nicht erforderlich.

61. Das Einstellen der Maschine. Vor Beginn jeder neuen Arbeit muß die Maschine für die Arbeitsweise eingestellt werden, die für die gegebene Räumaufgabe die zweckmäßigste ist. Für den Werkzeugschlitten sind einzustellen: der Hub und die Schnittgeschwindigkeit. Außerdem muß für die Ölleitung der Sicherheitsdruck eingestellt werden.

Zur Einstellung des Hubes dienen zwei seitlich am Werkzeugschlitten angebrachte Anschläge.

Die Schnittgeschwindigkeit wird mit einem kerbverzahnten Schlüssel an der Scheibe *e* (Abb. 108) eingestellt. Um ein unbefugtes Verstellen zu verhindern, sollte der Schlüssel nach der Einstellung von der Maschine abgenommen werden.

Der Sicherheitsdruck des Ölkreislaufs wird mit dem Handrad *g* (Abb. 108) nach einer im Fenster sichtbaren und beweglichen Teilung eingestellt. Die Einstellung wird durch das Schloß *h* gegen unbefugtes Verstellen gesichert. Sobald die eingestellte Zugkraft überschritten wird, bleibt die Maschine stehen.

Die Maschine kann für drei Arbeitsweisen eingestellt werden, und zwar:

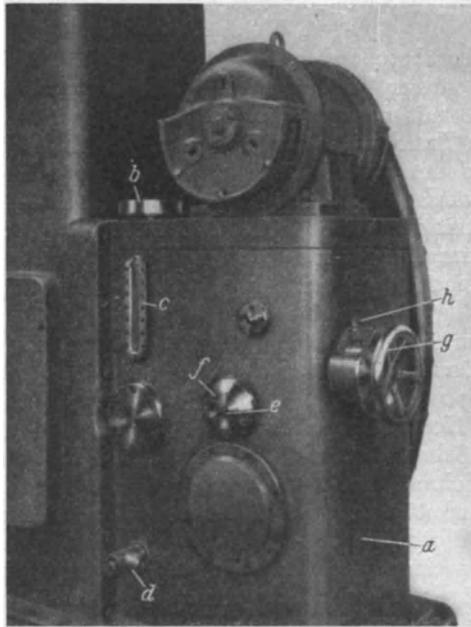


Abb. 108. Einstellung von Schnittgeschwindigkeit und Sicherheitsdruck an der Außenräummaschine Abb. 98.
a = Treibölbehälter; *b* = Einfüllöffnung für Treiböl; *c* = Ölstandglas Treiböl; *d* = Treibölablaßhahn; *e* = Spindel zum Einstellen der Schnittgeschwindigkeit; *f* = Sicherungsschraube; *g* = Handrad zum Einstellen des Sicherheitsdrucks; *h* = Schloß zum Sichern des Sicherheitsdrucks.

I. Arbeiten mit feststehendem Drehtisch und selbsttätiger Unterbrechung.

II. Arbeiten mit Drehtisch und selbsttätiger Unterbrechung nach jedem Arbeitsgang.

III. Durchlaufendes Arbeiten mit Drehtisch.

Arbeitsweise I:

Nach dem Einrücken der Maschine geht der Werkstücktisch aus der Ausgangslage nach vorne in Räumstellung. Darauf bewegt sich der Werkzeugschlitten nach unten und räumt. Nach Schluß des Hubes geht der Werkstücktisch wieder nach hinten und bleibt stehen, worauf der Werkzeugschlitten nach oben in seine Ausgangsstellung zurückkehrt.

Arbeitsweise II:

Die Maschine wird durch Hebel *a* (Abb. 110) in Gang gesetzt. Der Werkstücktisch geht in Räumstellung. Dann bewegt sich der Werkzeugschlitten nach unten.

Nach Beendigung des Hubes geht der Werkstücktisch wieder zurück, wobei sich der Drehtisch um 90° dreht. Der Werkzeugschlitten geht wieder nach oben in Ausgangsstellung und bleibt stehen.

Arbeitsweise III:

Nach dem Einrücken der Maschine durch Hebel *b* geht der Werkstücktisch nach vorne in Räumstellung. Der Werkzeugschlitten geht nach unten und räumt. Der Werkstücktisch fährt zurück, wobei sich der Drehtisch um 90° dreht. Der

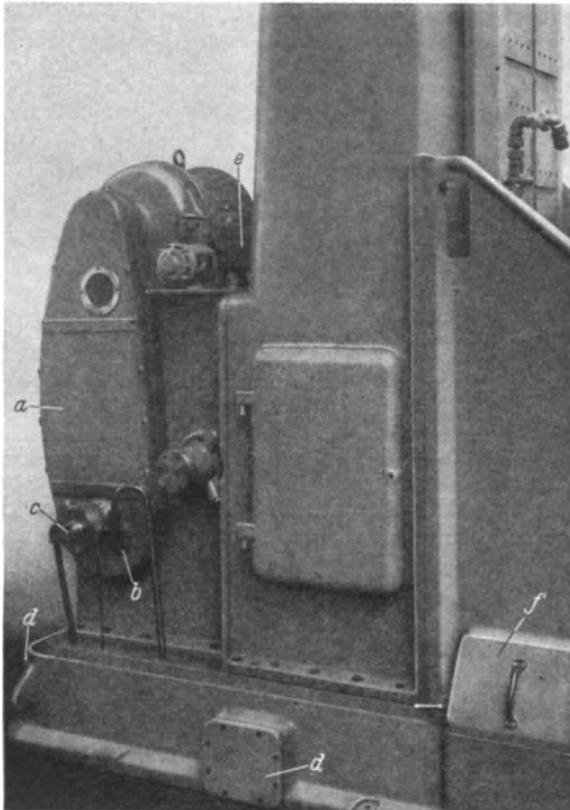


Abb. 109. Der Antrieb der Treibölpumpe (Maschine Abb. 98).

a = Kettenkasten; *b* = Ölstandglas für Kettenkasten; *c* = Kühlmittelpumpe; *d* = Reinigungsöffnung Kühlmittelbehälter; *e* = Zentralöler; *f* = Öffnung zum Entfernen der Späne.

Werkzeugschlitten geht nach oben und sobald er in der oberen Stellung angekommen ist, bewegt sich der Werkstücktisch wieder in Räumstellung. Die Arbeitsfolge wiederholt sich so fortlaufend ohne Unterbrechung.

Über die Einstellung der verschiedenen Arbeitsweisen geben die Bedienungs-vorschriften der Lieferfirma nähere Auskunft.

62. Die Wartung der Maschine. Die Räummaschine erfordert wegen der Einfachheit in ihrem Aufbau nur geringe Wartung. Es ist lediglich darauf zu achten, daß regelmäßig die im vorderen Teil des Maschinenfußes sich sammelnden Späne entfernt werden und die Behälter für die Treib- und Schmierstoffe genügend

gefüllt sind. Eine stärkere Ansammlung von Spänen würde die Bewegung des Werkzeugschlittens in der Nähe des unteren Umkehrpunktes behindern.

Nach einem einschichtigen Betrieb von etwa 12 Monaten (bei Mehrschichtenbetrieb entsprechend kürzer) muß im allgemeinen das Treiböl erneuert werden.

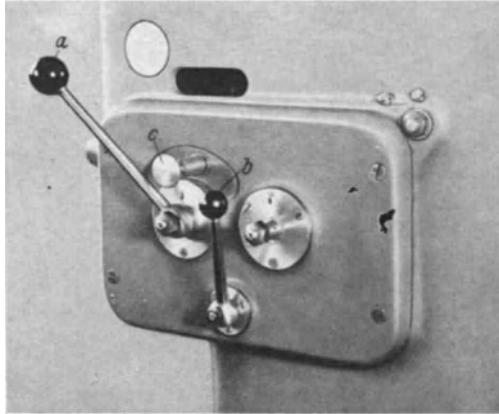


Abb. 110. Bedienungsriffe und Einstellknopf (Maschine Abb. 98).

a = Steuerhebel; *b* = Sicherheitshebel (zum Unterbrechen aller Bewegungen); *c* = Index zum Einstellen des Bewegungsablaufs.

Genügt seine Schmierfähigkeit noch, so kann es nach mechanischer Reinigung wieder gebraucht werden.

Auch der Zustand der Schmiermittel in den verschiedenen Schmier-systemen muß regelmäßig geprüft, und die verbrauchten Mengen müssen ergänzt werden.

Das Buch vom Spannen. Von **Paul Forkardt**, Kommanditgesellschaft, Düsseldorf. Mit 315 Abbildungen und 8 Maßtafeln im Anhang. 219 Seiten. 1939. Gebunden RM 15.—

Rechnen an spanabhebenden Werkzeugmaschinen. Ein Lehr- und Handbuch für Betriebsingenieure, Betriebsleiter, Werkmeister und vorwärtsstrebende Facharbeiter der metallverarbeitenden Industrie. Von Maschineningenieur **Franz Riegel**, Nürnberg.

Erster Band: **Rechnerische Grundlagen, Kegeldrehen, Gewindeschneiden, Teilkopfarbeiten, Hinterdrehen.** Mit 144 Textabbildungen, 68 Beispielen, 19 Berechnungs- und 22 Zahlentafeln. VIII, 161 Seiten. 1937. RM 9.60

Grundzüge der Zerspanungslehre. Eine Einführung in die Theorie der spanabhebenden Formung und ihre Anwendung in der Praxis. Von Dr.-Ing. **Max Kronenberg**, Beratender Ingenieur, Berlin. Mit 170 Abbildungen im Text und einer Übersichtstafel. XIV, 264 Seiten. 1927. Gebunden RM 20.25

Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe. Von Dr.-Ing. habil. **K. Krekeler** VDI. („Werkstattbücher“, Heft 61.) Mit 68 Abbildungen im Text. 59 Seiten. 1936. RM 2.—

Spanlose Formung. Schmieden, Stanzen, Pressen, Prägen, Ziehen. Bearbeitet von zahlreichen Fachgelehrten. Herausgegeben von Dr.-Ing. **V. Litz**, Betriebsdirektor bei A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel. („Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure“, Band IV.) Mit 163 Textabbildungen und 4 Zahlentafeln. VI, 152 Seiten. 1926. Gebunden RM 11.34

Taschenbuch für Schnitt- und Stanzwerkzeuge. Von Dr.-Ing. **G. Oehler**. Zweite, verbesserte Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen, Literaturnachweisen, Konstruktions- und Berechnungsbeispielen. VI, 136 Seiten. 1938. Gebunden RM 8.70

Schnitte und Stanzen. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Studium und Praxis. Von Betriebsingenieur **Ernst Göhre**.

Erster Band: **Schnitte.** Mit 183 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. VI, 192 Seiten. 1927. RM 12.15; gebunden RM 14.40

Zweiter Band: **Biegestanzen und Biege-Verbundwerkzeuge.** Mit 302 Abbildungen im Text. VI, 230 Seiten. 1930. RM 18.—; gebunden RM 20.70

Vielschnittbänke, ihre Konstruktion und Arbeit. Von Oberingenieur Professor Dr. techn. **Max Kurrein**, Berlin. Mit 164 Abbildungen und 3 Zahlentafeln. 114 Seiten. 1929. Gebunden RM 13.50

Härten und Vergüten des Stahles. Von Ingenieur-Chemiker **Hugo Herbers.**

Vierte, völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage. (25.—31. Tausend.) („Werkstattbücher“, Heft 7.) Mit 96 Abbildungen und 6 Tabellen. 68 Seiten. 1938. RM 2.—

Die Praxis der Warmbehandlung des Stahles. Von **P. Klostermann,**

Hagen i. W. Vierte Auflage des bisher unter dem Titel „Härten und Vergüten“, 2. Teil, erschienenen Heftes (25.—30. Tausend.) („Werkstattbücher“, Heft 8.) Mit 119 Abbildungen und 7 Tabellen im Text. 68 Seiten. 1940. RM 2.—

Die Baustähle für den Maschinen- und Fahrzeugbau. Von Professor

Dr.-Ing. habil. **Karl Krekeler** VDI, Aachen. („Werkstattbücher“, Heft 75.) Mit 36 Abbildungen und 39 Tabellen im Text. 56 Seiten. 1939. RM 2.—

Der Vorrichtungsbau. Von **Fritz Grünhagen,** Berlin. Erster Teil: Einteilung,

Einzelheiten und konstruktive Grundsätze. Dritte, verbesserte Auflage. (15.—21. Tausend.) („Werkstattbücher“, Heft 33.) Mit 288 Abbildungen und 3 Normentafeln. 64 Seiten. 1939. RM 2.—

Zweiter Teil: Typische Einzelvorrichtungen. Bearbeitungsbeispiele mit Reihen planmäßig konstruierter Vorrichtungen. Kritische Vergleiche. Zweite, verbesserte Auflage. (8.—14. Tausend.) („Werkstattbücher“, Heft 35.) Mit 138 Abbildungen im Text. 59 Seiten. 1936. RM 2.—

Elemente des Vorrichtungsbaues. Von Oberingenieur **E. Gempe.** Mit

727 Textabbildungen. IV, 132 Seiten. 1927. RM 6.07; gebunden RM 6.97

Vorrichtungen im Maschinenbau nebst Anwendungsbeispielen aus

der Praxis. Von Oberingenieur **Otto Lich.** Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 656 Abbildungen im Text. VII, 500 Seiten. 1927. Gebunden RM 23.40

Zeitsparende Vorrichtungen im Maschinen- und Apparatebau. Von

O. M. Müller, Beratender Ingenieur, Berlin. Mit 987 Abbildungen. VIII, 357 Seiten. 1926. Gebunden RM 14.—

Einteilung der bisher erschienenen Hefte nach Fachgebieten (Fortsetzung)

III. Spanlose Formung

Heft

Freiformschmiede I (Grundlagen, Werkstoff der Schmiede, Technologie des Schmiedens). 2. Aufl. Von F. W. Duesing und A. Stodt	11
Freiformschmiede II (Schmiedebispiele). 2. Aufl. Von B. Preuss und A. Stodt	12
Freiformschmiede III (Einrichtung und Werkzeuge der Schmiede). 2. Aufl. Von A. Stodt	56
Gesekschmiede I (Gestaltung und Verwendung der Werkzeuge). 2. Aufl. Von H. Kaessberg	31
Gesekschmiede II (Herstellung und Behandlung der Werkzeuge). Von H. Kaessberg	58
Das Pressen der Metalle (Nichteisenmetalle). Von A. Peter	41
Die Herstellung roher Schrauben I (Anstauchen der Köpfe). Von J. Berger	39
Stanztechnik I (Schnitttechnik). 2. Aufl. Von E. Krabbe. (Im Druck)	44
Stanztechnik II (Die Bauteile des Schnittes). Von E. Krabbe	57
Stanztechnik III (Grundsätze für den Aufbau von Schnittwerkzeugen). Von E. Krabbe	59
Stanztechnik IV (Formstanzen). Von W. Sellin	60
Die Ziehtechnik in der Blechbearbeitung. 2. Aufl. Von W. Sellin	25

IV. Schweißen, Löten, Gießerei

Die neueren Schweißverfahren. 4. Aufl. Von P. Schimpke	13
Das Lichtbogenschweißen. 2. Aufl. Von E. Klose	43
Praktische Regeln für den Elektroschweißer. Von Rud. Hesse	74
Widerstandsschweißen. Von Wolfgang Fahrenbach	73
Das Löten. 2. Aufl. Von W. Burstyn	28
Das ABC für den Modellbau. Von E. Kadlec	72
Modelltischlerei I (Allgemeines, einfachere Modelle). 2. Aufl. Von R. Löwer	14
Modelltischlerei II (Beispiele von Modellen und Schablonen zum Formen). 2. Aufl. Von R. Löwer	17
Modell- und Modellplattenherstellung für die Maschinenformerei. Von Fr. und Fe. Brobeck	37
Kupolofenbetrieb. 2. Aufl. Von C. Irresberger. (Vergriffen)	10
Handformerei. Von F. Naumann	70
Maschinenformerei. Von U. Lohse	66
Formsandaufbereitung und Gußputzerei. Von U. Lohse	68

V. Antriebe, Getriebe, Vorrichtungen

Der Elektromotor für die Werkzeugmaschine. Von O. Weidling	54
Die Getriebe der Werkzeugmaschinen I (Aufbau der Getriebe für Drehbewegungen). Von H. Rögnitz	55
Maschinelle Handwerkzeuge. Von H. Graf	79
Die Zahnformen der Zahnräder. Von H. Trier	47
Einbau und Wartung der Wälzlager. Von W. Jürgensmeyer	29
Teilkopfarbeiten. 2. Aufl. Von W. Pockrandt	6
Spannen im Maschinenbau. Von Fr. Klautke	51
Der Vorrichtungsbau I (Einteilung, Einzelheiten und konstruktive Grundsätze). 3. Aufl. Von F. Grünhagen	33
Der Vorrichtungsbau II (Typische Einzelvorrichtungen, Bearbeitungsbeispiele mit Reihen planmäßig konstruierter Vorrichtungen). 2. Aufl. Von F. Grünhagen	35
Der Vorrichtungsbau III (Wirtschaftliche Herstellung und Ausnutzung der Vor- richtungen). 2. Aufl. Von F. Grünhagen. (Im Druck)	42

VI. Prüfen, Messen, Anreißen, Rechnen

Werkstoffprüfung (Metalle). 2. Aufl. Von P. Riebensahm	34
Metallographie. Von O. Mies	64
Technische Winkelmessungen. 2. Aufl. Von G. Berndt	18
Messen und Prüfen von Gewinden. Von K. Kress	65
Das Anreißen in Maschinenbau-Werkstätten. 2. Aufl. Von F. Klautke	3
Das Vorzeichnen im Kessel- und Apparatebau. Von A. Dorl	38
Technisches Rechnen I. 2. Aufl. Von V. Happach	52
Der Dreher als Rechner. 2. Aufl. Von E. Busch	63
Prüfen und Instandhalten von Werkzeugen und anderen Betriebsmitteln. Von P. Heinze	67