

Moderne Zeitkalkulation

Aus der Praxis
des allgemeinen Maschinenbaues

bearbeitet von

Otto Auerswald

Vorkalkulator

Mit 69 Abbildungen im Text
und 42 Tabellen



Berlin
Verlag von Julius Springer
1927

ISBN-13: 978-3-642-98877-6 e-ISBN-13: 978-3-642-99692-4
DOI: 10.1007/978-3-642-99692-4

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

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1927

Geleitwort.

Mit seinem Buche über moderne Zeitkalkulation gibt Herr Auerswald Werkstatt-Erfahrungen bekannt, die in langjähriger, zielbewußter Arbeit gesammelt worden sind. Sie haben das Fegfeuer der Praxis hinter sich und werden allen Zeitkalkulatoren äußerst wertvolle Ergänzungen ihrer eigenen Arbeit bringen. Das Buch behandelt einen Teilausschnitt systematischer Organisationsarbeit für Umstellung von Betrieben auf größere Wirtschaftlichkeit. Diese Beschränkung ist mit Willen vorgenommen worden, um gerade die Frage der Zeitkalkulation in erster Linie zu fördern.

Noch höher ist indessen die erzieherische Wirkung des Buches zu stellen. Auf dem Gebiet der Zeitkalkulation herrscht heute noch soviel Unklarheit und Geheimniskrämerei, daß jeder Beitrag zu begrüßen ist, der hier Wandel schafft. In der vernünftig denkenden Arbeiterschaft ist ein so erfreulicher Drang nach Fachwissen und nach Erkenntnis der wirtschaftlichen Zusammenhänge lebendig, daß aufklärende Unterweisungen stets zu einer Besserung des Einkommens und einem besseren Verständnis zwischen Arbeitnehmer und Arbeitgeber führen.

Unser deutsches Vaterland und wir alle können nur wieder in die Höhe kommen durch ernsteste Arbeit an unserer Weiterbildung. Möge das Buch von Herrn Auerswald in diesem Sinne wirken, dann wird es das erfüllen, wofür es in die Öffentlichkeit hinausgeht, mitzuhelfen an der Gesundung unserer Wirtschaft!

Nürnberg, im März 1927.

E. Gottschau.
Dipl.-Kaufmann.

Vorwort.

Das vorliegende Buch verfolgt den Zweck, jedem Fachmann im allgemeinen Maschinenbau die Möglichkeit zu geben, die mechanische Bearbeitungszeit von Werkstücken selbständig nach dem modernen Zeitsystem auszurechnen. Es enthält keinerlei unverständliche Formeln, so daß es jedermann zugänglich ist.

Der Betriebsleitung und dem Kalkulationsbureau soll dieses Buch ein Hilfsmittel zur Modernisierung und Vereinfachung des Kalkulationswesens sein und zwar hauptsächlich in der Berechnung von Maschinenlaufzeiten.

Durch das Anlegen von leichtverständlichen und leichtübersichtlichen Graphischen Laufzeittabellen, wie sie in diesem Buche eingehend beschrieben sind, soll das zeitraubende und leicht zu Irrtümern führende Berechnen nach Formeln vollständig vermieden werden.

Dem Werkmeister soll das Buch ein Hilfsmittel sein, um bei auftretenden Differenzen im Betrieb den Arbeitern gegenüber aufklärend wirken zu können.

Auch die intelligenten Facharbeiter müßten sich dafür interessieren, denn die Zeitkalkulation, wenn auf fachmännischen Grundlagen aufgebaut, ist absolut kein Geheimnis und kann bei der vernünftigen Arbeiterschaft nur Vertrauen erwecken.

Bemerken möchte ich noch, daß sämtliche in diesem Buche angegebenen Werte als Anhaltspunkte und als Durchschnittswerte zu betrachten sind, wenn auch ein großer Teil in der Praxis für den einen oder anderen Betrieb absolut verwendbar ist.

Durch meine Tätigkeit als Vorkalkulator in mehreren Großbetrieben und meine organisatorische Ausbildung bei Herrn E. Gottschau bin ich grundsätzlicher Gegner von Angaben fester Werte. Diese können immer nur sinngemäß von einem zum anderen Betrieb übertragen werden. Es ist und bleibt deshalb eigene Sache der einzelnen Betriebe, diese Werte den jeweiligen Betriebsverhältnissen entsprechend selbst festzulegen und anzupassen.

Zum Schlusse spreche ich Herrn Ingenieur Schnapp, Ansbach, meinen besonderen Dank aus für seine tatkräftige Unterstützung bei Ausarbeitung des Buches. Möge dasselbe allgemeines Interesse erwecken und jedem ein nützlicher Ratgeber sein.

Ansbach, im April 1927.

Otto Auerswald.

Inhaltsverzeichnis.

| | Seite |
|---|-------|
| I. Die Zeitkalkulation in ihren Grundlagen und in ihrer Durchführung | 1 |
| Die Grundlagen der Zeitkalkulation. | 1 |
| Durchführung der Zeitkalkulation. | 4 |
| II. Das Maschinendiagramm. | 7 |
| III. Die Berechnung der Bearbeitungszeiten an Drehbänken. Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe (Drehen) | 10 |
| Anleitung zur Selbstanfertigung graphischer Zeittabellen | 24 |
| IV. Die Berechnung der Laufzeit beim Plandrehen. | 24 |
| V. Festlegung der Handzeiten | 25 |
| VI. Erläuterung zum Kalkulationsblatt. | 27 |
| 1. Kalkulationsbeispiel für Spitzendrehbank | 29 |
| 2. Kalkulationsbeispiel für Spitzendrehbank | 31 |
| 1. Kalkulationsbeispiel für Revolverdrehbank. | 32 |
| 2. Kalkulationsbeispiel für Revolverdrehbank. | 33 |
| 1. Kalkulationsbeispiel für Bohrwerk | 34 |
| 2. Kalkulationsbeispiel für Bohrwerk | 34 |
| VII. Das Ausreiben zylindrischer und konischer Bohrungen mit Reibahlen auf Drehbänken und Bohrmaschinen | 36 |
| VIII. Die Berechnung der Bearbeitungszeiten an Bohrmaschinen | 40 |
| 1. Kalkulationsbeispiel für Bohrmaschine | 43 |
| 2. Kalkulationsbeispiel für Bohrmaschine | 45 |
| 3. Kalkulationsbeispiel für Bohrmaschine | 46 |
| IX. Das Gewindeschneiden. | 47 |
| 1. Kalkulationsbeispiel für Gewindeschneiden auf Drehbank | 67 |
| 2. Kalkulationsbeispiel für Gewindeschneiden auf Drehbank | 68 |
| X. Die Berechnung der Bearbeitungszeiten an Rundschleifmaschinen | 69 |
| Kalkulationsbeispiel für Rundschleifmaschine | 73 |
| Kalkulationsbeispiel für Rund- und Innenschleifmaschine | 74 |
| XI. Die Innenschleifmaschine | 76 |
| Kalkulationsbeispiel für Lochschleifmaschine. | 78 |
| XII. Die Zylinderschleifmaschine. | 79 |
| Kalkulationsbeispiel für Zylinderschleifmaschine | 81 |
| XIII. Vertikal- und Horizontalfräsmaschinen. | 82 |
| Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe | 85 |
| 1. Kalkulationsbeispiel für Fräsmaschine. | 86 |
| 2. Kalkulationsbeispiel für Fräsmaschine. | 87 |
| XIV. Keilnuten-Fräsmaschine | 88 |
| Kalkulationsbeispiel für Nutenfräsmaschine | 90 |
| XV. Zahnradfräsen nach dem Teilverfahren | 91 |
| Kalkulationsbeispiel für automatische Stirnräderfräsmaschine (Teilverfahren) | 92 |
| Kalkulationsbeispiel für Zahnradfräsen auf Horizontalfräsmaschine mit Teilapparat. | 93 |
| XVI. Zahnradfräsen nach dem Abwälzverfahren | 94 |
| Kalkulationsbeispiel für Abwälzfräsmaschinen | 101 |

| | Seite |
|---|-------|
| XVII. Das Fräsen von Schneckenrädern | 102 |
| a) Tangentialverfahren. | 102 |
| b) Radialverfahren | 103 |
| Kalkulationsbeispiel für Schneckenräder (Tangentialverfahren) . | 105 |
| Kalkulationsbeispiel für Schneckenradfräsmaschine (Radialver- fahren). | 105 |
| XVIII. Die Gewindefräsmaschine | 106 |
| a) Spitzgewinde mit Gruppenfräser gefräst | 106 |
| b) Flachgewinde und Schnecken | 108 |
| Kalkulationsbeispiel für Gewindefräsmaschine | 110 |
| Kalkulationsbeispiel für Schneckenfräsmaschine | 111 |
| XIX. Die Langhobelmaschine | 111 |
| Beispiel zur Laufzeitberechnung nach graphischen Laufzeittabellen | 114 |
| Kalkulationsbeispiel für Langhobelmaschine | 116 |
| XX. Die Shapingmaschine | 118 |
| Kalkulationsbeispiel für Shapingmaschine | 122 |
| XXI. Die Stoßmaschine. | 123 |
| Kalkulationsbeispiel für Stoßmaschine. | 124 |
| XXII. Festlegung der Arbeitszugaben | 125 |

Verzeichnis der Tabellen.

Drehen.

1. Durchschnittswerte für Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe.
2. Durchschnittswerte über Schnittzahlen bei normalen Arbeitszugaben.
3. Hilfstabelle zur Errechnung minutlicher Umdrehungszahlen und Schnittgeschwindigkeiten.
4. Durchschnittswerte für Schnitt anstellen und messen.
5. Aufteilung der Serienzeit (feste Zeit).

Reiben.

6. Materialzugaben beim Reiben.

Bohren.

7. Durchschnittswerte für Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe.

Gewindeschneiden.

8. Durchschnittswerte über Schnittgeschwindigkeiten.
9. Laufzeitabelle für Whitworth-Gewinde von $\frac{1}{4}$ ÷ 6 Zoll.
10. „ „ Gas-Gewinde von $\frac{1}{8}$ ÷ 18 Zoll.
11. „ „ Whitworth-Feingewinde 1 von 56 ÷ 499 mm \emptyset .
12. „ „ „ „ 2 von 20 ÷ 189 mm \emptyset .
13. „ „ „ „ Metrisches Gewinde von 1 ÷ 149 mm \emptyset .
14. „ „ „ „ Metrisches Feingewinde 1 von 154 ÷ 499 mm \emptyset .
15. „ „ „ „ 2 von 24 ÷ 189 mm \emptyset .
16. „ „ „ „ 3 von 1 ÷ 300 mm \emptyset .
17. „ „ „ „ 4 von 55 ÷ 250 mm \emptyset .
18. „ „ „ „ 5 von 9 ÷ 82 mm \emptyset .
19. „ „ „ „ 6 von 6 ÷ 80 mm \emptyset .

Schleifen.

20. Durchschnittswerte für Schnittgeschwindigkeiten, Schnittiefen und Vorschübe.
21. Durchschnittswerte über Schleifzugaben.
22. Durchschnittswerte für Schnitte anstellen und messen.
23. Durchschnittswerte für Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe (Lochschleifmaschinen).
24. Laufzeitabelle für kleine Innenschleifmaschine.

Fräsen.

25. Zugaben für Fräserauslauf.
26. Durchschnittswerte über Schnittgeschwindigkeiten.
27. Durchschnittswerte über minutliche Vorschübe.
28. Spindelumdrehungen einer Keilnutenfräsmaschine.
29. Laufzeitabelle einer Keilnutenfräsmaschine.

Zahnradfräsen.

30. Vorschübe, Fräserumdrehungen und Zusatzbreiten (Teilverfahren).
31. Durchschnittswerte über Vorschübe pro Radumdrehung (Abwälzverfahren).
32. Fräserumdrehungen und Zusatzbreiten für Abwälzfräser.
33. Hilfstabelle zur Laufzeitberechnung beim Abwälzfräsen.

VIII

Verzeichnis der Tabellen.

Schneckenradfräsen.

- 34. Vorschübe pro Radumdrehung (Tangentialverfahren).
- 35. „ „ „ (Radialverfahren).

Gewindefräsen.

- 36. Durchschnittswerte über minutliche Vorschübe.
- 37. „ „ „ Zusatzbreiten.

Hobeln.

- 38. Schnittgeschwindigkeiten und minutliche Doppelhübe einer Langhobelmaschine.
- 39. Durchschnittswerte über Schnittgeschwindigkeiten.
- 40. „ „ „ Vorschübe.
- 41. Zeittabelle und minutliche Doppelhübe einer Shapingmaschine.

Arbeitszugaben an Rohmaterial.

- 42. Durchschnittswerte über normale Bearbeitungszugaben.

I. Die Zeitkalkulation in ihren Grundlagen und in ihrer Durchführung.

Zeitkalkulation als solche ist schon seit vielen Jahren bekannt, vornehmlich in Amerika ist ihr rege Aufmerksamkeit gewidmet worden und sie ist in großem Umfange durchgeführt. Wenn ihre Einführung in Deutschland so langsam vor sich geht, und in vielen Betrieben auf so große Schwierigkeiten stößt, so ist dies meistens auf die Unkenntnis zurückzuführen, die über sie herrscht, und die mangelnde Sorgfalt für die Gestaltung ihrer Grundlagen. Die Grundlagen der Zeitkalkulation ergeben sich aus den verschiedenen Faktoren, aus welchen sich die Zeitaufwendungen zusammensetzen. Bei ihrer Anwendung wird aber in den seltensten Fällen genügend auf die Unterscheidung dieser Faktoren geachtet.

Die Grundlagen der Zeitkalkulation.

Als Faktoren des Zeitaufwandes haben wir zu unterscheiden:

Maschinenzeit. Diese stellt die Zeit dar, welche eine Maschine benötigt, um die Bearbeitung des betreffenden Stückes (z. B. Schrappen, Schleifen, Bohren) durch die Maschine selber auszuführen.

Handzeit. Die Handzeiten sind die Zeiten, die der an der Maschine beschäftigte Arbeiter braucht, um die erforderlichen Handgriffe (Aufspannen des Stückes, Einstellen der Maschine, Ingangsetzen der Maschine, Umschalten der Bearbeitungswerkzeuge usw.) auszuführen.

Serienzeit. Diese Zeit entfällt nicht nur auf ein Stück, sondern muß auf die ganze Zahl der zu bearbeitenden Stücke aufgeteilt werden. Hierunter fällt z. B. das Herrichten einer Bank für besondere Arbeitsoperationen, wie Konusdrehen, Gewindeschneiden usw.

Jede dieser Zeitaufwendungen muß für sich erfaßt und für sich be-

Druckfehlerberichtigung.

- S. 33 am Kopf vom Kalkulationsblatt lies in der ersten Spalte unter Schnitteinstellung „Schnittzahl“ statt Schnittlänge.
- S. 68 Zeile 6 von unten lies „Spantiefe“ statt Spanntiefe.
- S. 70 Tabelle 20 erste Zeile lies richtig „Gußeisen 0,03—0,04 mm“.
- S. 99 Tabelle 33 (im Kopf) lies richtig „Vorschübe pro Radumdrehung von $0,1 \div 0,75$ mm“.

sprochen. Hier sei nur betont, daß Maschinen- und Handzeit jeweils getrennt und desgleichen auch die Serienzeit für sich ermittelt und festgelegt wird.

Gehen wir nunmehr zur Besprechung der Grundlagen über, welche zur Festsetzung der angeführten Zeitaufwendungen erforderlich sind. Hierzu gehören zur Ermittlung der Maschinenzeiten:

Festlegung der Arbeitszugabe. Dies ist in der Hauptsache Angelegenheit des technischen Bureaus im Verein mit dem Betrieb. Für die verschiedenen Materialien werden die jeweils für die Bearbeitung günstigen Zugaben festgelegt und für die Zukunft vom technischen Bureau auf den Zeichnungen vorgesehen.

Festlegung der Normalmaschinen. Es ist dies Sache des Werkzeugbureaus in Verbindung mit der Betriebsleitung. Unter dem Ausdruck „Normalmaschine“ ist die Gruppierung der Maschinen einerseits nach Gattungen und innerhalb der Gattungen nach Größen zu verstehen. Eine klare Übersicht über die vorhandenen Maschinen ist für die Zeitkalkulation unerlässlich, um für die Bearbeitung die passendste Maschine aus dem vorhandenen Maschinenbestand herauszunehmen. Dieser Aufteilung der Maschinen vom Werkzeugbureau aus geht parallel eine Aufstellung der Maschinen nach Unkostengruppen von seiten der Kalkulation, um die Maschine nach ihren verschiedenen Unkostenätzen richtig zu erfassen.

Festlegung der Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe. Die Festsetzung der Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe ist ebenfalls Sache des Werkzeugbureaus. Für jede Maschine wird, wie an anderer Stelle noch näher ausgeführt wird, eine Maschinenkarte angelegt, und für die Maschine ein Sägediagramm aufgestellt. Gleichartige Maschinen werden nach Möglichkeit durch Änderung der Riemenscheiben und sonstige kleine Umstellungen auf gleiche Diagramme gebracht.

Nach allgemeinen Erfahrungen läßt sich sagen, daß die Normalisierung des Maschinenparkes, wie sie gewissermaßen genannt werden kann, durchaus nicht so schwer vorzunehmen und durchzuführen ist, wie es zuerst den Anschein hat und auch von Werkzeugkonstruktoren behauptet wird. Infolge des Bestrebens der Werkzeugmaschinenfabriken, ihre Maschinen nicht für eine spezielle Arbeitsweise, sondern möglichst als Universaltype zu bauen, liegen die einzelnen Geschwindigkeitsstufen moderner Maschinen meistens schon so nahe beieinander, daß eine gegenseitige Anpassung der Bänke durchführbar ist. Die Normalisierung der Vorschübe kann auf größere Schwierigkeiten stoßen, auch diese läßt sich aber in weitem Umfange durchführen.

Sind alle Grundlagen bezüglich Arbeitszugabe, Normalmaschinen und Schnittgeschwindigkeiten ermittelt, so kann an die Verarbeitung

dieser Werte in Form von Kurven herangetreten werden. Es sind festzulegen:

- Arbeitszeiten für Drehbänke,
- Arbeitszeiten für Bohrmaschinen usw.

Die Kurven werden teils für einzelne Maschinen aufgestellt, sofern diese aus dem übrigen Maschinenbestand herausfallen, im allgemeinen aber für Maschinengruppen festgelegt. Auf die praktische Anwendung wird an anderer Stelle noch näher eingegangen.

Zur Ermittlung der Handzeiten und Serienzeiten ist erforderlich:

Festlegung der Handzeiten und Zuschläge. Grundsätzlich ist hierzu zu bemerken. Auch eine Normalisierung des Zeitaufwandes kann im gewissen Sinne stattfinden, oder anders ausgedrückt, man kann mit Durchschnittszeiten rechnen. Es würde zu weit führen, wenn man sagen wollte, ein Dreher hat eine Bank von 3 m Länge, sein Nachbar eine Bank von 4 m Länge, infolgedessen braucht der erste nicht soviel Zeit zur Verstellung seines Supportes wie der zweite. Die Differenz im Zeitaufwand ist für diese Handgriffe nicht so bedeutend, daß man nicht mit einer Durchschnittszeit für die einzelnen Handgriffe zurecht kommt, wie Schnitteinstellen, Umstellen des Supportes usw. Eine viel größere Verschiedenheit wie zwischen den einzelnen Maschinen besteht allein schon in der Verschiedenheit der Arbeitsbeweglichkeit der Leute bei ihrer Arbeit.

Wollte man auf dem Wege der Differenzierung immer weiter gehen, so würde dies zu dem Schluß führen, daß man für jeden Mann bei seinem Eintritt erst seine Arbeitsbeweglichkeit ermittelt und diese jeweils als Faktor in die Kalkulation des betreffenden Mannes einsetzen müßte. Und auch dann hätte man doch nicht die tägliche Verschiedenheit der Arbeitsbeweglichkeit in Rechnung gezogen. Es wird dies lediglich als grasses Beispiel angeführt, daß es keinen Zweck hat, in theoretischer Kleinarbeit zu weit zu gehen und den Kalkulatoren unnötige Arbeit aufzubürden.

Schon die täglichen Schwankungen der Transmissionsgeschwindigkeiten, also auch der Schnittgeschwindigkeit an den einzelnen Maschinen, sind so groß, daß die viel mehr ausmachen als die eben erwähnten Differenzierungen und Zeitaufwand. Auch diesen Schwankungen ist nur mit Durchschnittsgeschwindigkeiten zu begegnen, denn sie sind abhängig von der Belastung der Werkstatt, von der Belastung der elektrischen Leitungen (auch der Fernleitungen), von der Witterung (kaltes Öl, Riemenschlupf usw.).

Es würde an dieser Stelle zu weit gehen, auf die angeführten Grundlagen in ihren einzelnen Punkten näher einzugehen. Prinzipiell ist zu bemerken, daß die Grundlagen jeweils für jeden Betrieb und bei größeren Werken sogar für jede Abteilung gesondert ermittelt werden müssen.

Was für einen Betrieb oder eine Abteilung paßt, paßt nicht ohne weiteres auch für einen anderen Betrieb, wo vielleicht völlig andere Verhältnisse vorhanden sind. Es ist daher dringend davor zu warnen, Grundlagen eines Betriebes ohne genaueste Durchprüfung durch hierzu befähigte Fachstellen auf andere Betriebe übertragen zu wollen. Ein vollständiger Mißerfolg würde die unausbleibliche Folge sein.

Die Richtlinien zur Schaffung der Grundlagen bestehen in der Durcharbeit der Betriebe im Verein von Betriebsleitung, technischem Bureaubetrieb und Vorkalkulation, hierbei ist selbstverständlich davon auszugehen, daß die gerade bestehenden Verhältnisse durchaus kein Evangelium darstellen sollen, welches für alle Zeiten bindend ist.

Die vorhandenen Verhältnisse sollen nur den Ausgangspunkt für die Erfassung der Zeitaufwendungen bilden und zugleich die Richtlinien bestimmen, in denen eine Besserung einzelner Verhältnisse herbeigeführt werden muß. Bei Ausarbeitung der Grundlagen fallen die Mängel des Betriebes den verantwortlichen Persönlichkeiten von selber in die Augen oder werden andernfalls von dem mit der Einführung betrauten entsprechend verdeutlicht. Durch allmähliche Abstellung der Mängel kann dann im Laufe der Monate eine Vereinheitlichung des Betriebes und eine rationellere Ausnützung des Betriebes mit Bestimmtheit erreicht werden.

Durchführung der Zeitkalkulation.

Ein Zeitkalkulator verarbeitet die zu kalkulierenden Stücke an Hand der Stückzeichnungen. Soweit es möglich ist, wird ihm das Stück selber zwecks Verdeutlichung der Aufspannmöglichkeiten usw. zur Verfügung gestellt. Der Kalkulator bespricht mit seinem Vorstand zuerst in großen Zügen den Arbeitsgang des Stückes in bezug auf Aufeinanderfolge der einzelnen Bearbeitungen und Verwendung der passenden Maschinengattungen. Liegt der Arbeitsgang fest, so fängt er an, auf dem Kalkulationsblatt jede einzelne Bearbeitung einzutragen. Er muß sich zu diesem Zwecke jeden einzelnen Handgriff bei der Ausführung der Arbeit vergegenwärtigen und dies in kurzen Bemerkungen niederlegen. Hat er so den Arbeitsplan ausgearbeitet, die Zahlen der Schnitte, die Schnittgeschwindigkeiten, den Vorschub usw. eingesetzt, so schreitet er zur Ermittlung der Zeiten.

Die Zeiten sind in Tabellen oder Kurven so aufgestellt, daß dem Kalkulator die Arbeit nach Möglichkeit vereinfacht ist. Das Auffinden der jeweiligen Zeitwerte erfordert nur wenige Sekunden Arbeit. Ausrechnungen nach Formeln sind überhaupt ausgeschaltet. Es werden nur einfache Multiplikationen ausgeführt. So sind in den Zeiten für Gewindeschneiden alle Rechenvorgänge schon enthalten.

Für die Zeiten, welche auf die ganze Serie entfallen, findet zur

Aufteilung auf die Einzelstücke eine Kurve Verwendung, welche durch jahrelange Erfahrungen festgelegt wurde. In diesem auf die gesamte Serie entfallenden Zeitaufwand sind mehrere Zeitfaktoren enthalten, die sich jeweils bei jedem Stück verschieden gestalten, so das Herichten der Maschinen, das Einstellen derselben usw. Ferner ist auch dem Arbeiter in dieser Zeit eine gewisse Frist eingeräumt, um sich die notwendige Handfertigkeit anzueignen. Aus diesem Grunde konnten diese Zeitkurven nicht auf Grund theoretischer Berechnungen, sondern nur auf Grund praktischer Erprobungen festgelegt werden.

Kalkulationsblatt.

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|----------------------|-------------|--------------------|---------------|---------------------------|----------|-------------|----------|------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | | Gegenstand: | | | | Zeichnung Nr.: | | | | |
| | | Material: | | | | Stck. Zahl/Einheit: | | | | |
| | | Type: | | | | Maschinen-Nr.: | | | | |
| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | Zeitaufwand | | |
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit |
| | | | | | | | | | | |
| Ausgestellt am: | | | | | | Geprüft am: | | | | |

Der Kopf des Kalkulationsblattes wird in sämtlichen Spalten nach den aus der Zeichnung ersichtlichen Angaben ausgefüllt. Die Spalte Fertiggewicht wird bei noch nicht bearbeiteten Stücken manchmal nicht sofort ausgefüllt werden können und muß dies möglichst bald nachträglich nachgeholt werden. Als Anzahl wird die für die betreffende Type pro Einheit anzufertigende Stückzahl eingetragen.

Zur Festlegung der Arbeitsfolge hat der Zeitkalkulator sich den Gang der Bearbeitung seinem genauen Verlaufe nach zu überlegen und darauf zu achten, daß die einzelnen Arbeiten auch in ihrer Reihenfolge so hintereinander ausgeführt werden, wie sie wirklich bei der Bearbeitung in der Werkstätte vorgenommen werden. Wenn z. B. ein Stück gedreht und gefräst werden soll, wird das Drehen meist vor dem Fräsen stattfinden, und wäre also falsch, wenn die Arbeit des Fräsen vor die Arbeit des Drehens gestellt werden würde.

Ist sich der Kalkulator über den besten Bearbeitungsgang für das Stück auf Grund der im Betriebe gegebenen Verhältnisse an vorhandenen Maschinen usw. klar, so geht er dazu über, eine Arbeit nach der anderen mit allen Einzelheiten niederzuschreiben. Hierbei wird er an erster Stelle die Maschine ihrer Gattung und ihrer Gruppe nach

festlegen, also z. B. Drehbank bis 180 bis 450 mm usw. Spitzenhöhe oder Bohrmaschine 15 mm Durchmesser.

Hierbei kommt es darauf an, daß er sich jeden Anschluß des Arbeitsstückes genau vor Augen führt und die schriftlichen Aufteilungen der Arbeitsvorgänge so weit durchführt, daß später bei der Bearbeitung in der Werkstätte auftretende Meinungsverschiedenheiten mit den Arbeitern leicht geklärt werden können. Für jeden einzelnen Arbeitsvorgang hat der Kalkulator festzulegen, welches Werkzeug zur Verwendung kommt, welche Schnitteinstellung vorgenommen werden muß usw. Hierzu gehören die Zahl der Schnitte, zur Berechnung des Zeitaufwandes die Länge oder Breite der zu bearbeitenden Fläche, der günstige Vorschub.

Sind diese Grundlagen für den einzelnen Arbeitsgang festgelegt, so rechnet der Kalkulator an Hand seiner Tabellen oder Kurven die Zeiten aus. Hierbei hat er vor allem zu unterscheiden die Zeit, die bei der Bearbeitung jedes Stückes sich wiederholt, und die Zeit, die vom Arbeiter nur einmal für die gesamte Serie aufgewendet wird. Angenommen, an einem Stück soll Gewinde geschnitten werden und hierbei müssen die einzelnen Räder an der Bank entsprechend eingestellt werden, so ist zu unterscheiden, ob dieses Einstellen der Räder, wie das immer der Fall sein wird, nur einmal für die gesamte Serie stattfindet. Alsdann kommt diese Zeit in die Spalte feste Zeit. Wäre dagegen das Stück so schwer, daß Auf- und Abspannen mehr Zeit ausmachen würde als die Umstellung der Bank, so würde selbstverständlich in solchen Fällen die Zeit nicht mehr unter feste Zeit, sondern unter Handzeit gesetzt werden.

Bei der Zeit, die für jedes Stück aufgewendet werden muß, hat der Kalkulator dann die weitere Unterscheidung zwischen Maschinen- und Handzeit zu beachten. Wie schon ausgeführt, sind Maschinenzeiten die reinen Laufzeiten der Maschinen, wie sie sich aus der Schnittgeschwindigkeit und dem Vorschub ergeben. Handzeiten sind die Zeiten, wie sie dem Arbeiter für die Ausführung der zur Einstellung der Maschinen oder sonst erforderlichen Handgriffe gewährt werden. Prinzipiell ist zu sagen, daß die Maschinenzeiten mit genauer Zeit einzusetzen sind. Für die Handzeiten werden sowohl Auf- und Abspannen wie sonstige Zeiten nach oben abgerundet.

Ist auf die geschilderte Weise jeder einzelne Arbeitsgang vom Kalkulator ausgearbeitet, so wird das Kalkulationsblatt vom Vorstand geprüft und der Prüfungsvermerk an der entsprechenden Stelle eingetragen. Die Prüfung hat sich in erster Linie auf die richtige Wahl der Bearbeitung, die sachgemäße Bearbeitung selber, die richtige Wahl der Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe und richtige Wahl der Werkzeuge zu erstrecken. Die Prüfung der Berechnung des Zeitauf-

wandes wird sich auf Stichproben beschränken können und wird nur dann öfter erforderlich sein, wenn sich bei den einzelnen Herren wiederholt Unstimmigkeiten ergeben.

Die Ausarbeitung der Kalkulationsblätter gibt zugleich die Grundlage für die Arbeitsunterweisung des Arbeiters. Hierfür wird sie auf entsprechende Formulare abgeschrieben unter Weglassung der Zeitwerte, und diese Formulare auf der Rückseite der Zeichnung aufgezogen. Infolgedessen müssen sich alle Kalkulatoren klar sein, daß ihre Arbeit der öffentlichen Kritik der Werkstatt unterliegt, also fachmännisch irgendwie zu beanstandende Angaben sofort Unstimmigkeiten verursachen.

Auf die Umrechnung der Akkordzeiten in den Verdienst des Arbeiters kann an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden, da hierfür zur Zeit noch zu verschiedenartige Bestimmungen Anwendung finden. Grundsätzlich ist aber zu betonen, daß sich der Gebrauch der reinen Nettozeit am besten bewährt und die Verdienstspanne in den Akkorden zu legen ist. Arbeiter, die aus eigener Fachkenntnis heraus bessere Bearbeitungsmöglichkeiten anwenden, müssen unbedingt im Besitz des ihnen hierdurch zufallenden höheren Akkordverdienstes bleiben.

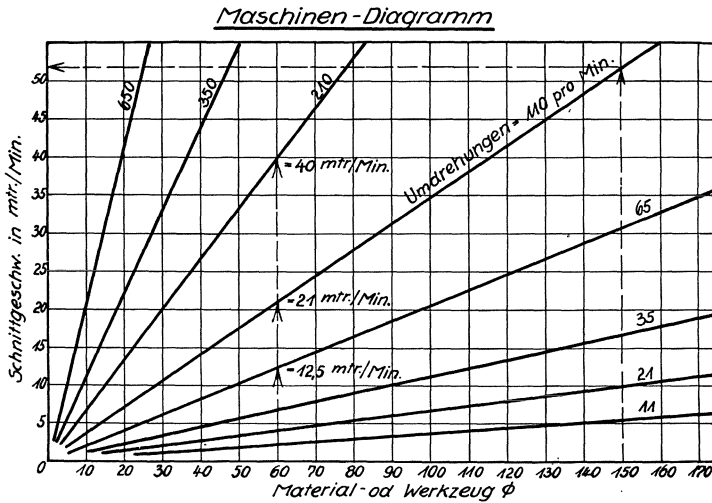
II. Das Maschinendiagramm.

Für den Aufbau der Zeitkalkulation ist das Maschinendiagramm unerläßlich. Es dient zur Ermittlung und Festlegung normaler, den Betriebsverhältnissen angepaßten Schnittgeschwindigkeiten, nach denen der Kalkulator seine Berechnungen vorzunehmen hat. Außerdem gibt das Maschinendiagramm einen klaren Überblick, welche Durchmesser zur Bearbeitung für die betreffende Maschine geeignet und nicht geeignet sind. An modernen Maschinen sind teilweise Maschinendiagramme schon von der Fabrik aus angebracht. In der Mehrzahl fehlen sie jedoch und müssen selbst angelegt werden. Zum Anlegen derselben muß eine genaue Maschinenaufnahme vorgenommen und Umdrehungszahlen der einzelnen Maschinen festgestellt werden. Man kennt in der Praxis verschiedenartige Ausführungen von Maschinendiagrammen. Nachfolgend als Beispiel beschriebenes dürfte eines der einfachsten und leichtverständlichsten sein. Angenommen, eine Drehbank hat vier Stufen und einfaches Vorgelege. Die minutlichen Umdrehungszahlen seien 11, 21, 35, 65, 110, 210, 350 und 650. Die Aufstellung des Maschinendiagrammes geschieht auf folgende Art:

Man nimmt am vorteilhaftesten eingeteiltes Millimeterpapier zur Hand und teilt auf der linken Seite in gleichmäßigen Abständen die Schnittgeschwindigkeiten in m/Min. ein. (Siehe Beispiel.) Alsdann erfolgt auf der unteren Seite die gleichmäßige Einteilung der Material-

durchmesser in mm. (Siehe Beispiel.) Ist dies geschehen, dann kann die Einzeichnung der einzelnen Linien (minutliche Umdrehungszahlen) vorgenommen werden. Der Ausgangspunkt derselben ist bei diesem Diagramm immer der Nullpunkt. Man hat also nur noch jeweils einen Schnittpunkt zu suchen. Dieser ist wie folgt zu errechnen:

Man nimmt einen beliebigen Durchmesser an, berechnet den Umfang und multipliziert denselben mit der betreffenden Umdrehungszahl. Das Ergebnis ist die Schnittgeschwindigkeit in mm/Min. bzw. in m/Min. und zugleich der Schnittpunkt der betreffenden Linie. Dieser Punkt wird genau über dem betreffenden Durchmesser in Höhe der links angegebenen Schnittgeschwindigkeit auf dem Diagramm festgehalten und die Linie durchgezogen.



Beispiel:

Materialdurchmesser = 150 mm, dies mal $3,14 = 471$ mm Umfang
mal 110 Umdrehungen = 51810 mm/Min. oder 51,8 m/Min. D. h. ein Durchmesser von 150 mm mit 110 Umdr./Min. bearbeitet, würde einer Schnittgeschwindigkeit von 51,8 m/Min. entsprechen. (Siehe Beispiel.)

Folgendes Beispiel aus dem eben beschriebenen Diagramm soll noch zeigen, wie groß oft die Abstufungen in den Schnittgeschwindigkeiten sind, wenn man bei der Bearbeitung eines bestimmten Durchmessers von einer zur anderen Geschwindigkeit übergeht.

Angenommen, ein Durchmesser von 60 mm soll normal mit einer Schnittgeschwindigkeit von 24 m/Min. bearbeitet werden. Das Diagramm zeigt bei einem Durchmesser von 60 mm folgende Ergebnisse an: Bei 65 Umdrehungen rund 12,5 m/Min., bei 110 Umdrehungen

rund 21 m/Min. Der Übergang auf 210 Umdrehungen würde die Schnittgeschwindigkeit bereits verdoppeln, ca. 40 m/Min. (Siehe Beispiel.) Auf diese Weise ist bei allen Diagrammen sofort feststellbar, welche Durchmesser zur Bearbeitung für die betreffende Maschine günstig sind und welche Durchmesser nach Möglichkeit vermieden werden sollen.

Ein logarithmisches Maschinendiagramm sei hier noch als 2. Beispiel angeführt. Die Verwendung derartiger Bankdiagramme ist der Einfachheit halber Kalkulations- und Werkzeugbureaus besonders zu empfehlen. Sie können entweder in größerer Anzahl vorgedruckt oder durch Anlegen eines Originales als Blau- oder Weißpauzen vervielfältigt werden. Das Einzeichnen der Umdrehungszahlen geschieht bei diesen Diagrammen mit einem Winkel von 45 Grad, wie aus Vordruck für 10, 100 und 1000 Umdrehungen ersichtlich ist.

Hat man in einem Betriebe normale Schnittgeschwindigkeiten festgelegt, nach denen die Kalkulation hauptsächlich zu rechnen hat (z. B. 10 bis 20 m/Min.), dann ziehe man an dem Schnittpunkt von 20 m/Min. an jeder eingezeichneten Linie eine Senkrechte. Auf diese Weise entsteht das sogenannte Sägediagramm. (Siehe Beispiel.)

Nachfolgend sei ein solches Sägediagramm von einer Revolverdrehbank gezeigt. Diese Maschine hat drei Stufen und doppeltes Vor-

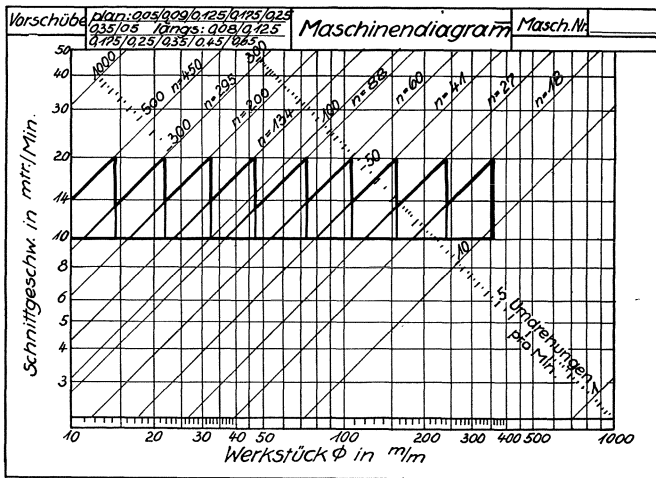


Abb. 2.

gelege. Die minutlichen Umdrehungszahlen dieser Maschine sind: 18, 27, 41, 60, 88, 134, 200, 295 und 450. In der linken oberen Ecke sind die bei Maschinenaufnahme ebenfalls ermittelten Vorschübe für Plan- und Längsdrehen eingetragen, welche zur Festlegung normaler Vorschübe für die Kalkulation dienen.

III. Die Berechnung der Bearbeitungszeiten an Drehbänken.

Will man in einem Betriebe einheitliche Laufzeitberechnungen von Drehkörpern erzielen, so müssen vorher normale, den jeweiligen Betriebsverhältnissen und Leistungsfähigkeiten der einzelnen Maschinen angepaßte Werte über Schnittgeschwindigkeiten, Vorschübe und Schnittzahlen für die verschiedenen Materialarten ermittelt und tabellarisch festgelegt sein.

Nachfolgende Aufstellung über Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe diene als Beispiel.

Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe (Drehen).

Die hier angeführten Werte, obwohl in der Praxis absolut brauchbar, sollen lediglich als Anhaltspunkte und zum Selbstunterricht der Zeitkalkulation dienen. Falsch wäre, für jeden Betrieb dieselben Werte festzusetzen oder anzunehmen. Es bleibt vielmehr Sache jedes einzelnen Betriebes, die Leistungsfähigkeit ihres Maschinenparks selbst zu prüfen und darnach ihre Werte festzulegen. Es gilt dieses für die ganzen noch nachfolgenden angeführten Werte für alle Maschinen, auch für Handzeiten.

Tabelle 1.

| | Schnittgeschwindigkeit m/Min. | Vorschübe | |
|---|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| | | für Maschinen mittl. Größe mm | für schwere Maschinen mm |
| Stahlguß: schrappen | 8÷10 | 0,3 ÷ 0,5 | 0,6 ÷ 1 |
| schlichten auf Paßmaß | 10÷14 | 0,25 ÷ 0,3 | 0,25 ÷ 0,3 |
| stechen ins Volle | 10÷14 | 0,1 ÷ 0,15 | 0,1 ÷ 0,15 |
| Grauguß: schrappen | 12÷14 | 0,3 ÷ 0,5 | 0,6 ÷ 1,5 |
| schlichten auf Paßmaß | 14÷18 | 0,25 ÷ 0,3 | 0,25 ÷ 0,3 |
| stechen ins Volle | 14÷18 | 0,1 ÷ 0,15 | 0,15 ÷ 0,2 |
| Chrom-Nickel- und Einsatzstahl über 65 kg Festigkeit: | | | |
| schrappen | 12÷14 | 0,3 ÷ 0,4 | 0,5 ÷ 0,75 |
| schlichten auf Paßmaß | 14÷18 | 0,2 ÷ 0,3 | 0,2 ÷ 0,3 |
| stechen ins Volle | 12÷14 | 0,1 | 0,1 ÷ 0,15 |
| Stahl bis 65 kg Festigkeit: | | | |
| schrappen | 14÷18 | 0,3 ÷ 0,5 | 0,6 ÷ 1 |
| schlichten auf Paßmaß | 18÷24 | 0,2 ÷ 0,3 | 0,2 ÷ 0,3 |
| stechen ins Volle | 14÷16 | 0,1 ÷ 0,15 | 0,1 ÷ 0,15 |
| Revolver: schrappen | 18÷32 | 0,1 ÷ 0,2 | 0,3 ÷ 1 |
| schlichten | 24÷40 | 0,08 ÷ 0,15 | 0,15 ÷ 0,25 |
| Rotguß und Messing: | | | |
| schrappen | 20÷32 | 0,2 ÷ 0,3 | |
| schlichten auf Paßmaß | 26÷48 | 0,15 ÷ 0,25 | |
| stechen ins Volle | 24÷30 | 0,1 ÷ 0,15 | |

Bei Aluminium und Leichtmetallen richtet sich die Schnittgeschwindigkeit nach der Leistungsfähigkeit der Maschine und ist nach oben unbegrenzt.

Bei Festlegung normaler Schnittzahlen ist darauf zu achten, daß dieselben nicht nur nach Schnitttiefe berechnet werden, sondern daß dabei auch die verlangte Genauigkeit des Drehkörpers berücksichtigt wird. So würde z. B. bei normalen Arbeitszugaben ein Schruppspan und ein Schlichtspan praktisch nicht genügen, wenn ein genaues Toleranzmaß verlangt wird. Außerdem ist bekanntlich in der Praxis ein genaues Maß in Bohrungen schwieriger herzustellen wie am Außendurchmesser. Nachfolgende Werte über Schnittzahlen haben sich in der Praxis als sehr günstig erwiesen, sollen aber im allgemeinen nur als Beispiel dienen.

Tabelle 2.
Anzahl der Schnitte bei normalen Arbeitszugaben

| | Außen- durchmesser | Bohrungen |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------|
| Wenn nur Schruppen verlangt | 1 | 1 |
| Auf Kalibermaß gedreht | 2 | 2 |
| Auf Paßmaß gedreht | 3 | 4 |
| Kugellagersitz gedreht | 4 | 5 |

Bei abnormal starkem Material sind die Schnittzahlen von Fall zu Fall zu bestimmen und richten sich dieselben nach Schnitttiefe und Durchzugskraft der Maschine. Richtig wäre nun eine Tabelle über Schnitttiefen für die verschiedenen Maschinengrößen anzulegen. Hier stößt man aber in der Praxis auf solche Schwierigkeiten, daß sich eine allgemeingebräuchliche Tabelle dafür nicht aufstellen läßt.

Man unterscheidet in der Praxis Schnelldrehbänke und gewöhnliche Drehbänke älteren und neueren Typs. Sehr verschiedenartig sind auch deren Konstruktionen und desgleichen ihre Leistungen. Nicht selten kommt es vor, daß eine anscheinend schwächere Maschine eine erheblich größere Durchzugskraft besitzt als eine stärker gebaute. Aus diesen Gründen muß das Aufstellen von Tabellen über Schnitttiefen den einzelnen Betrieben selbst überlassen werden, da man hierfür unbedingt den Wert des Maschinenparks kennen muß. Sind Schnittgeschwindigkeiten, Vorschübe und Schnittzahlen nach obigen Beispielen festgelegt, dann kann die Laufzeit für Längsdrehen nach folgender Formel berechnet werden:

$$\frac{\varnothing \text{ in mm} \times 3,14 \times \text{Drehlänge in mm} \times \text{Schnittzahl}}{\text{Vorschub/Umdrehung} \times \text{Schnittgeschw. in mm/Min.}} = \text{Laufzeit in Min.}$$

Rechenbeispiel:

Eine Welle von 70 mm Durchmesser mit einer Schnittgeschwindigkeit von 16 m/Min. 0,8 mm Vorschub/Umdrehung mit 1 Schnitt 400 mm lang überdrehen, erfordert eine Laufzeit von:

$$\frac{70 \cdot 3,14 \cdot 400 \cdot 1}{0,8 \cdot 16000} = 6,86 \text{ Min.}$$

Sind in einem Betriebe Maschinendiagramme angelegt, dann kann an Hand dieser die Laufzeitberechnung nach folgender einfachen Formel vorgenommen werden:

$$\frac{\text{Drehlänge in mm} \times \text{Schnittzahl}}{\text{Vorschub in mm} \times \text{Umdrehungszahl/Min.}} = \text{Laufzeit in Min.}$$

Rechenbeispiel:

Eine Welle von 90 mm Durchmesser soll mit einer Schnittgeschwindigkeit von 18 m/Min. 0,5 mm Vorschub 250 mm lang einmal überdreht werden. Die minutlichen Umdrehungszahlen der Drehbank seien: 11, 21, 35, 65, 110, 210, 350 und 650, wie im Maschinendiagramm beschrieben (siehe einfaches Maschinendiagramm). In diesem Falle müßte man laut Maschinendiagramm die minutliche Umdrehungszahl 65 wählen, da diese der verlangten Schnittgeschwindigkeit von 18 m/Min. am nächsten liegt. Laut Diagramm beträgt die Schnittgeschwindigkeit bei einem Materialdurchmesser von 90 mm bei 65 Umdreh./Min. = 18,5 m/Min. Die Laufzeit für 1 Schnitt wäre somit in diesem Falle

$$\frac{250 \cdot 1}{0,5 \cdot 65} = 7,69 \text{ Min.}$$

Sind Maschinendiagramme nicht vorhanden und will man die eben beschriebene einfache Berechnungsformel trotzdem anwenden, dann muß die Umdrehungszahl vorher errechnet werden. Zu diesem Zweck und zur schnellen Errechnung der minutlichen Umdrehungszahl für einen bestimmten Durchmesser und einer bestimmten Schnittgeschwindigkeit benutze man nachfolgende Tabelle über Umfangsgrößen und minutliche Umdrehungszahlen.

Diese Tabelle enthält Umfangsgrößen in mm von 0,5 bis 100 mm Durchmesser und außerdem für jeden dieser Durchmesser die minutlichen Umdrehungszahlen für eine Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min.

Die Ermittlung der minutlichen Umdrehungszahlen für beliebig größere Schnittgeschwindigkeit geschieht nach diesen Tabellen auf folgende einfache Weise:

Beispiel: Wieviel Umdrehungen/Min. muß ein Werkstück von 80 mm Durchmesser machen, wenn dasselbe mit einer Schnittgeschwindigkeit von 16 m/Min. bearbeitet werden soll?

Laut Tabelle beträgt die minutliche Umdrehungszahl für 80 mm Durchmesser bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. 3,98.

Bei 16 m/Min. muß sich das Werkstück 16mal schneller drehen, folglich ist die minutliche Umdrehungszahl $3,98 \cdot 16 = 63,68$ oder rund 64.

Ein weiteres Beispiel für einen Durchmesser über 100 mm.

Wieviel Umdrehungen/Min. muß ein Werkstück von 775 mm Durchmesser machen, wenn dasselbe mit 25 m/Min. bearbeitet werden soll?

In diesem Falle nehme den Tabellenwert von 77,5 mm Durchmesser. Laut Tabelle ist die Umdrehungszahl für genannten Durchmesser 4,1. Der Durchmesser 775 mm ist im Verhältnis zu 77,5 mm 10mal größer. In gleicher Weise vergrößert sich der Umfang. Die Umdrehungszahl dagegen muß 10mal kleiner werden. Somit beträgt die minutliche Umdrehungszahl 4,1 dividiert durch 10 = 0,41 bei 1 m/Min. und bei 25 m/Min. = $0,41 \cdot 25 = 10,25$ Umdrehungen.

In ähnlicher Weise kann aus den Tabellen auch die Schnittgeschwindigkeit ermittelt werden.

Beispiel: Die minutliche Umdrehungszahl einer Drehbank sei 120. Der Durchmesser des zu bearbeitenden Werkstückes sei 50 mm. Wie hoch ist die Schnittgeschwindigkeit?

In diesem Falle suche für betreffenden Durchmesser die Umfangsgröße in den Tabellen. Laut Tabelle beträgt der Umfang bei 50 mm Durchmesser 157 mm. Diesen Wert mit der Umdrehungszahl 120 multipliziert, ergibt eine Schnittgeschwindigkeit von $157 \cdot 120 = 18840$ mm oder 18,8 m/Min.

Selbstverständlich können aus den Tabellen in gleicher Weise Umdrehungszahlen und Schnittgeschwindigkeiten für Spiralbohrer, Fräser usw. berechnet werden.

Tabelle 3.

| Umfangsgrößen in mm von 0,5 ÷ 100 mm \varnothing Umdr./Min. bei einer Schnittgeschwindigkeit = 1 m/Mn. | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|------------------|
| Ma- terial \varnothing | Umfang in mm | Umdr. p. Min. | Ma- terial \varnothing | Umfang in mm | Umdr. p. Min. | Ma- terial \varnothing | Umfang in mm | Umdr. p. Min. | Ma- terial \varnothing | Umfang in mm | Umdr. p. Min. |
| 0,5 | 1,57 | 636,94 | 8 | 25,12 | 39,80 | 15,5 | 48,67 | 20,54 | 23 | 72,22 | 13,84 |
| 1 | 3,14 | 318,47 | 8,5 | 26,69 | 37,46 | 16 | 50,24 | 19,90 | 23,5 | 73,79 | 13,55 |
| 1,5 | 4,71 | 212,31 | 9 | 28,26 | 35,38 | 16,5 | 51,81 | 19,30 | 24 | 75,36 | 13,26 |
| 2 | 6,28 | 159,23 | 9,5 | 29,83 | 33,52 | 17 | 53,38 | 18,73 | 24,5 | 76,93 | 13,00 |
| 2,5 | 7,85 | 127,38 | 10 | 31,40 | 31,84 | 17,5 | 54,95 | 18,19 | 25 | 78,50 | 12,73 |
| 3 | 9,42 | 106,15 | 10,5 | 32,97 | 30,33 | 18 | 56,52 | 17,69 | 25,5 | 80,07 | 12,48 |
| 3,5 | 10,99 | 90,99 | 11 | 34,54 | 28,95 | 18,5 | 58,09 | 17,21 | 26 | 81,64 | 12,24 |
| 4 | 12,56 | 79,61 | 11,5 | 36,11 | 27,69 | 19 | 59,66 | 16,76 | 26,5 | 83,21 | 12,01 |
| 4,5 | 14,13 | 70,77 | 12 | 37,68 | 26,53 | 19,5 | 61,23 | 16,36 | 27 | 84,78 | 11,79 |
| 5 | 15,70 | 63,69 | 12,5 | 39,25 | 25,47 | 20 | 62,80 | 15,92 | 27,5 | 86,35 | 11,58 |
| 5,5 | 17,27 | 57,90 | 13 | 40,82 | 24,49 | 20,5 | 64,37 | 15,53 | 28 | 87,92 | 11,37 |
| 6 | 18,84 | 53,07 | 13,5 | 42,39 | 23,59 | 21 | 65,94 | 15,16 | 28,5 | 89,49 | 11,17 |
| 6,5 | 20,41 | 49,00 | 14 | 43,96 | 22,74 | 21,5 | 67,51 | 14,81 | 29 | 91,06 | 10,98 |
| 7 | 21,98 | 45,49 | 14,5 | 45,53 | 21,96 | 22 | 69,08 | 14,47 | 29,5 | 92,63 | 10,79 |
| 7,5 | 23,55 | 42,46 | 15 | 47,10 | 21,23 | 22,5 | 70,65 | 14,15 | 30 | 94,20 | 10,61 |

Tabelle 3 (Fortsetzung).

| Umfangsgrößen in mm von 0,5 ÷ 100 mm \varnothing Umdr./Min. bei einer Schnittgeschwindigkeit = 1 m/Min. | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|------------------|
| Ma- terial \varnothing | Umfang in mm | Umdr. p. Min. | Ma- terial \varnothing | Umfang in mm | Umdr. p. Min. | Ma- terial \varnothing | Umfang in mm | Umdr. p. Min. | Ma- terial \varnothing | Umfang in mm | Umdr. p. Min. |
| 30,5 | 95,77 | 10,44 | 48 | 150,72 | 6,63 | 65,5 | 205,67 | 4,86 | 83 | 266,62 | 3,83 |
| 31 | 97,34 | 10,27 | 48,5 | 152,29 | 6,56 | 66 | 207,24 | 4,82 | 83,5 | 262,19 | 3,81 |
| 31,5 | 98,91 | 10,11 | 49 | 153,86 | 6,49 | 66,5 | 208,81 | 4,78 | 84 | 263,76 | 3,79 |
| 32 | 100,48 | 9,95 | 49,5 | 155,43 | 6,43 | 67 | 210,38 | 4,75 | 84,5 | 265,33 | 3,76 |
| 32,5 | 102,05 | 9,80 | 50 | 157,0 | 6,36 | 67,5 | 211,95 | 4,71 | 85 | 266,90 | 3,74 |
| 33 | 103,62 | 9,65 | 50,5 | 158,57 | 6,30 | 68 | 213,52 | 4,68 | 85,5 | 268,47 | 3,72 |
| 33,5 | 105,19 | 9,51 | 51 | 160,14 | 6,24 | 68,5 | 215,09 | 4,64 | 86 | 270,04 | 3,70 |
| 34 | 106,76 | 9,36 | 51,5 | 161,71 | 6,18 | 69 | 216,66 | 4,61 | 86,5 | 271,61 | 3,68 |
| 34,5 | 108,33 | 9,23 | 52 | 163,28 | 6,12 | 69,5 | 218,23 | 4,58 | 87 | 273,18 | 3,66 |
| 35 | 109,90 | 9,09 | 52,5 | 164,85 | 6,06 | 70 | 219,80 | 4,54 | 87,5 | 274,75 | 3,64 |
| 35,5 | 111,47 | 8,97 | 53 | 166,42 | 6,00 | 70,5 | 221,37 | 4,51 | 88 | 276,32 | 3,61 |
| 36 | 113,04 | 8,84 | 53,5 | 167,99 | 5,95 | 71 | 222,94 | 4,48 | 88,5 | 277,89 | 3,59 |
| 36,5 | 114,61 | 8,72 | 54 | 169,56 | 5,89 | 71,5 | 224,51 | 4,45 | 89 | 279,46 | 3,57 |
| 37 | 116,18 | 8,60 | 54,5 | 171,13 | 5,84 | 72 | 226,08 | 4,42 | 89,5 | 281,03 | 3,55 |
| 37,5 | 117,75 | 8,49 | 55 | 172,70 | 5,79 | 72,5 | 227,65 | 4,39 | 90 | 282,60 | 3,53 |
| 38 | 119,32 | 8,38 | 55,5 | 174,27 | 5,73 | 73 | 229,22 | 4,36 | 90,5 | 284,17 | 3,51 |
| 38,5 | 120,89 | 8,27 | 56 | 175,84 | 5,68 | 73,5 | 230,79 | 4,33 | 91 | 285,74 | 3,49 |
| 39 | 122,46 | 8,16 | 56,5 | 177,41 | 5,63 | 74 | 232,36 | 4,30 | 91,5 | 287,31 | 3,48 |
| 39,5 | 124,03 | 8,06 | 57 | 178,98 | 5,58 | 74,5 | 233,93 | 4,27 | 92 | 288,88 | 3,46 |
| 40 | 125,60 | 7,96 | 57,5 | 180,55 | 5,53 | 75 | 235,50 | 4,24 | 92,5 | 290,45 | 3,44 |
| 40,5 | 127,17 | 7,86 | 58 | 182,12 | 5,49 | 75,5 | 237,07 | 4,21 | 93 | 292,02 | 3,42 |
| 41 | 128,74 | 7,76 | 58,5 | 183,69 | 5,44 | 76 | 238,64 | 4,19 | 93,5 | 293,59 | 3,40 |
| 41,5 | 130,31 | 7,67 | 59 | 185,26 | 5,39 | 76,5 | 240,21 | 4,16 | 94 | 295,16 | 3,38 |
| 42 | 131,88 | 7,58 | 59,5 | 186,83 | 5,35 | 77 | 241,78 | 4,13 | 94,5 | 296,73 | 3,37 |
| 42,5 | 133,45 | 7,49 | 60 | 188,40 | 5,30 | 77,5 | 243,35 | 4,10 | 95 | 298,30 | 3,35 |
| 43 | 135,02 | 7,40 | 60,5 | 189,97 | 5,26 | 78 | 244,92 | 4,08 | 95,5 | 299,87 | 3,33 |
| 43,5 | 136,59 | 7,32 | 61 | 191,54 | 5,22 | 78,5 | 246,49 | 4,06 | 96 | 301,44 | 3,31 |
| 44 | 138,16 | 7,23 | 61,5 | 193,11 | 5,17 | 79 | 248,06 | 4,03 | 96,5 | 303,01 | 3,30 |
| 44,5 | 139,73 | 7,15 | 62 | 194,68 | 5,13 | 79,5 | 249,63 | 4,00 | 97 | 304,58 | 3,28 |
| 45 | 141,30 | 7,07 | 62,5 | 196,25 | 5,09 | 80 | 251,20 | 3,98 | 97,5 | 306,15 | 3,26 |
| 45,5 | 142,87 | 7,00 | 63 | 197,82 | 5,05 | 80,5 | 252,77 | 3,95 | 98 | 307,72 | 3,24 |
| 46 | 144,40 | 6,92 | 63,5 | 199,39 | 5,01 | 81 | 254,34 | 3,93 | 98,5 | 309,29 | 3,23 |
| 46,5 | 146,01 | 6,84 | 64 | 200,96 | 4,97 | 81,5 | 255,91 | 3,90 | 99 | 310,86 | 3,21 |
| 47 | 147,58 | 6,77 | 64,5 | 202,53 | 4,93 | 82 | 257,48 | 3,88 | 99,5 | 312,43 | 3,20 |
| 47,5 | 149,15 | 6,70 | 65 | 204,10 | 4,89 | 82,5 | 259,05 | 3,86 | 100 | 314,00 | 3,18 |

Die einfachste Laufzeitberechnung geschieht jedoch nach graphischen Zeittabellen.

Diese Tabellen schalten alle Berechnungsformeln aus. Zur Ermittlung der Laufzeiten sind nur einfache Multiplikationen notwendig. Folgende graphische Laufzeitabellen, aufgestellt für Schnittgeschwindigkeiten von 6, 8, 10 usw. bis 40 m/Min. dienen zur Benutzung in der Praxis. Sie sind mit Willen getrennt von 2 zu 2 m steigend angelegt, um eine leichte Übersicht und ein schnelles Ablesen der Laufzeit zu ermöglichen. Sie enthalten eine größere Anzahl Vorschübe, damit nach Möglichkeit alle Werte abgelesen werden können, die in einem bestimmten Betriebe über Vorschübe festgelegt sind.

Das Ablesen der Laufzeiten geschieht auf folgende einfache Weise:

Will man z. B. für einen Durchmesser von 100 mm, 0,5 mm Vorschub und einer Schnittgeschwindigkeit von 18 m/Min. die Laufzeit feststellen, so gehe man von genanntem Durchmesser senkrecht in die Höhe bis zum Schnittpunkt der 0,5 mm Vorschublinie. Von hier gehe man nach links und lese die Laufzeit von 0,35 Min. für 10 mm Drehlänge ab. (Siehe graphische Laufzeitabelle für 18 m/Min. Schnittgeschwindigkeit.)

Multipliziert man den Tabellenwert mit $\frac{1}{10}$ der Gesamtdrehlänge, so hat man damit die Gesamtlaufzeit für einen Schnitt festgestellt.

Angenommen, die Drehlänge laut vorherigem Beispiel betrage 200 mm, so ist die Gesamtlaufzeit $0,35 \cdot 20 = 7$ Min.

Aus den Tabellen sind die Laufzeiten der Durchmesser bis 230 mm zu ermitteln. Will man daraus den Wert für einen beliebig größeren Durchmesser feststellen, z. B. für einen solchen von 800 mm, so entnehme aus den Tabellen den Wert von 80 mm Durchmesser und multipliziere denselben mit 10. Desgleichen können auch die Werte für größere Vorschübe ermittelt werden. Will man z. B. die Zeit für einen Vorschub von 3 mm ermitteln, so stelle den Wert für einen Vorschub von 0,3 mm fest und dividiere denselben mit 10. Auch die Laufzeiten für höhere Schnittgeschwindigkeiten über 40 m/Min.

können ohne weiteres aus den Tabellen ermittelt werden. Wird z. B. eine Schnittgeschwindigkeit von 60 m/Min. verlangt, so nehme den halben Tabellenwert der 30 m-Tabelle usw.

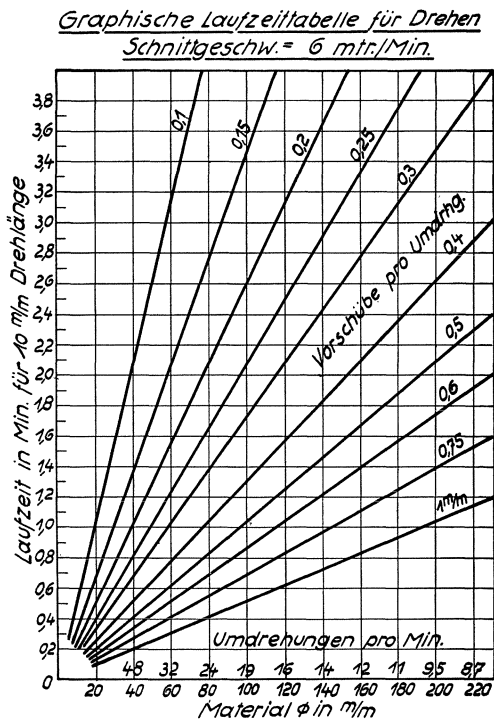


Abb. 3.

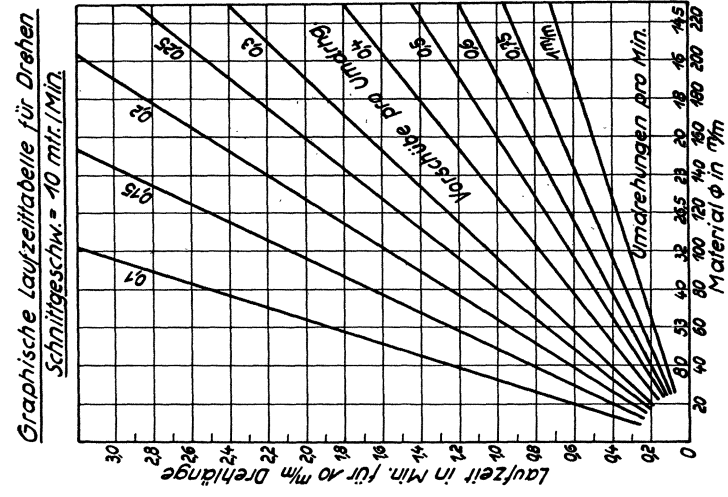


Abb. 5.

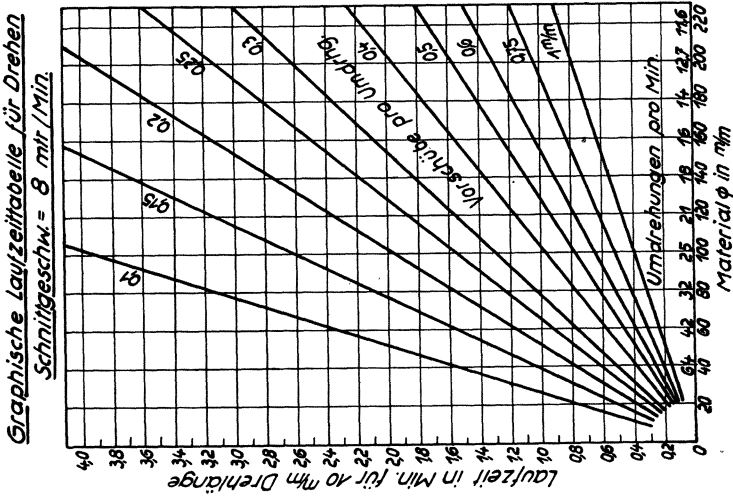


Abb. 4.

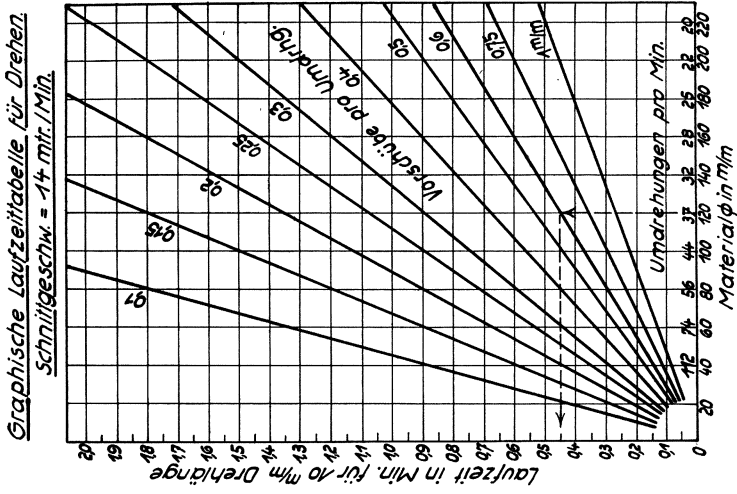


Abb. 7.

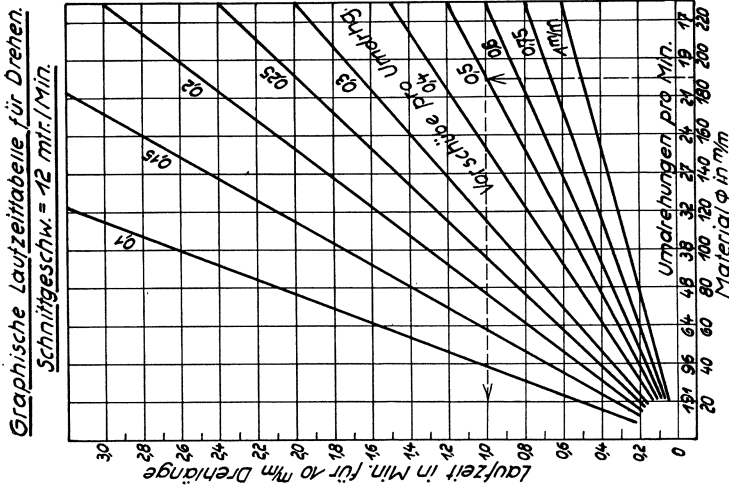


Abb. 6.

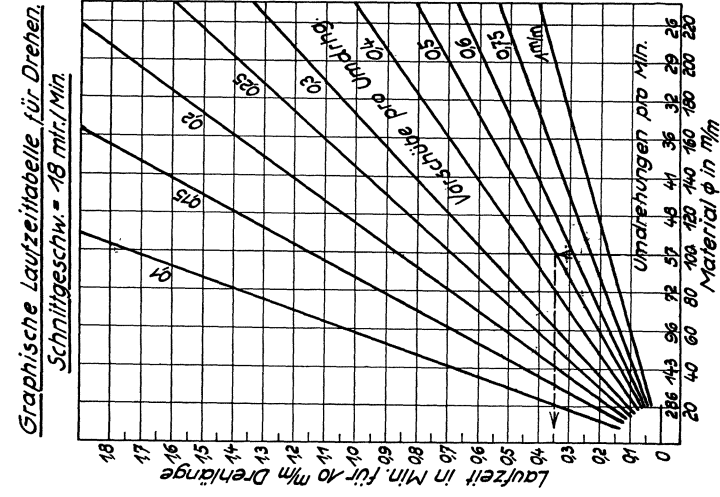


Abb. 9.

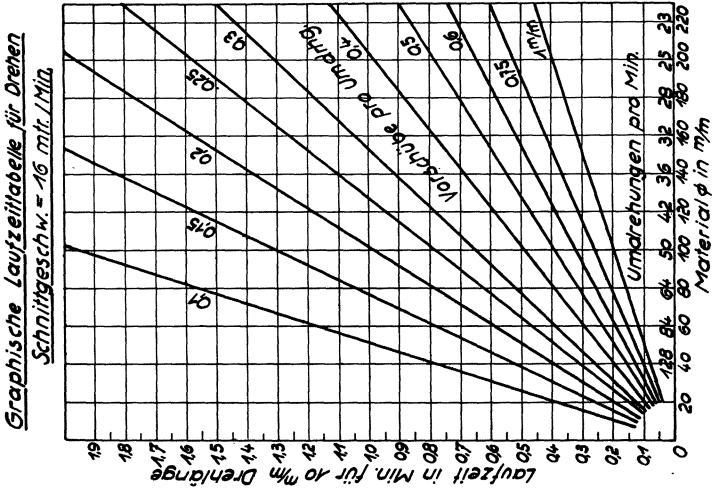


Abb. 8.

Graphische Laufzeitabelle für Drehen.
Schnittgeschw. = 22 mtr./Min.

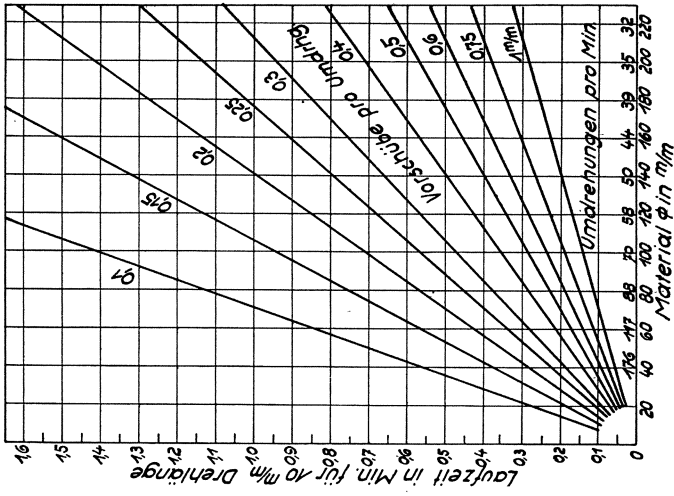


Abb. 11.

Graphische Laufzeitabelle für Drehen.
Schnittgeschw. = 20 mtr./Min.

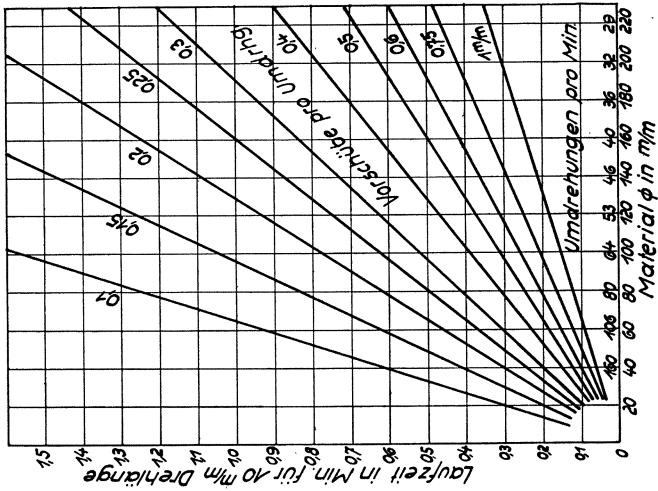


Abb. 10.

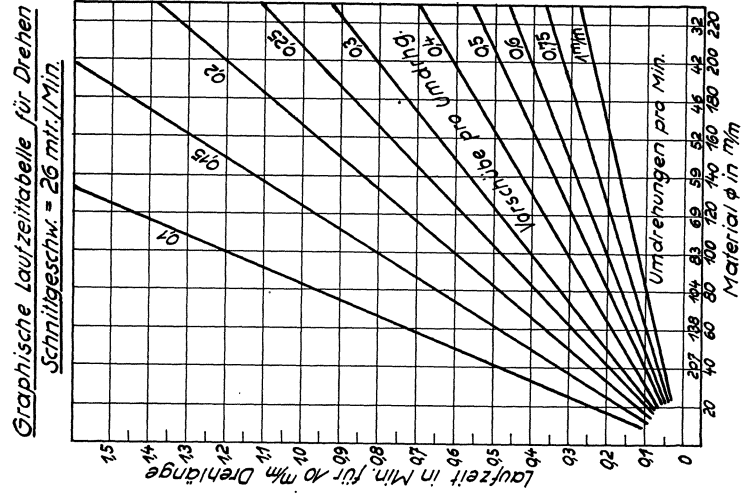


Abb. 13.

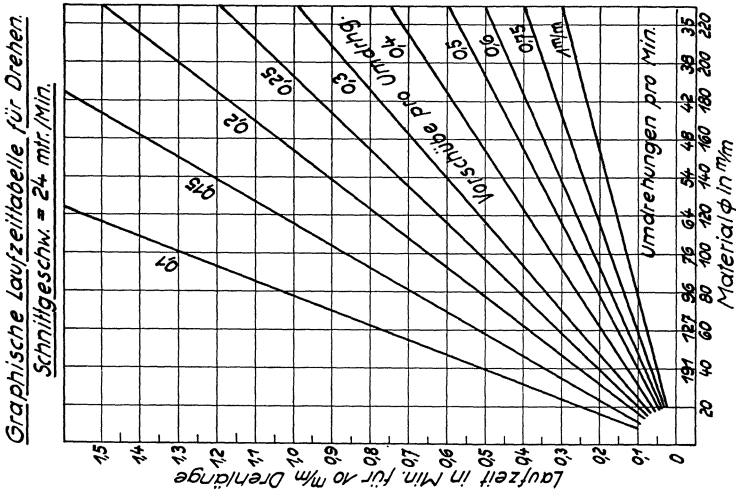


Abb. 12.

Graphische Laufzeitabelle für Drehen.
Schnittgeschw. = 30 mtr./Min.

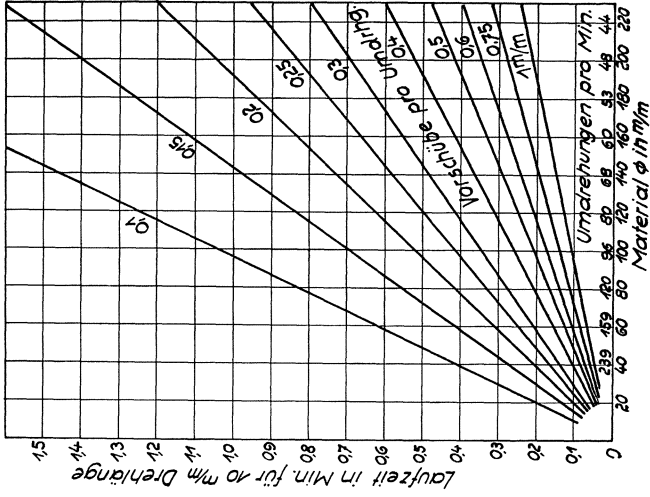


Abb. 15.

Graphische Laufzeitabelle für Drehen.
Schnittgeschw. = 28 mtr./Min.

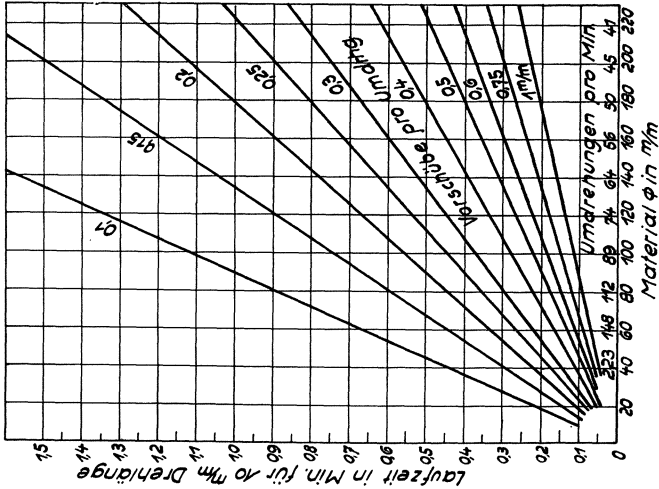


Abb. 14.

Graphische Laufzeitabelle für Drehen
Schnittgeschw. = 34 mtr./Min.

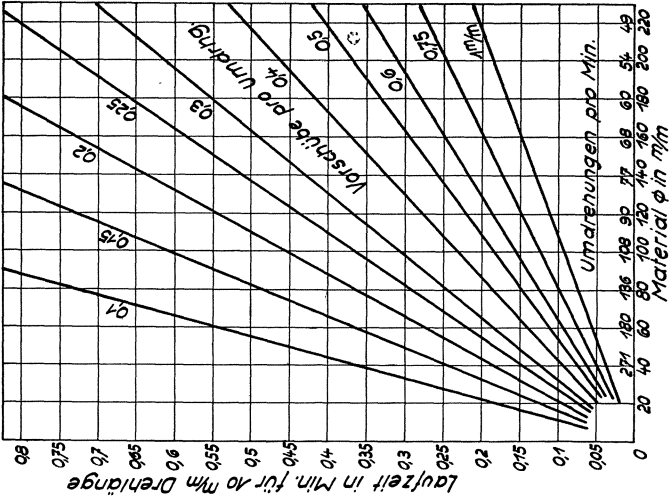


Abb. 17.

Graphische Laufzeitabelle für Drehen
Schnittgeschw. = 32 mtr./Min.

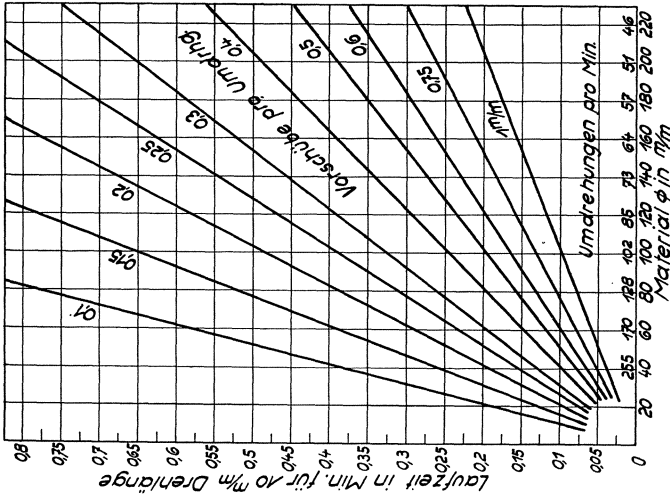


Abb. 16.

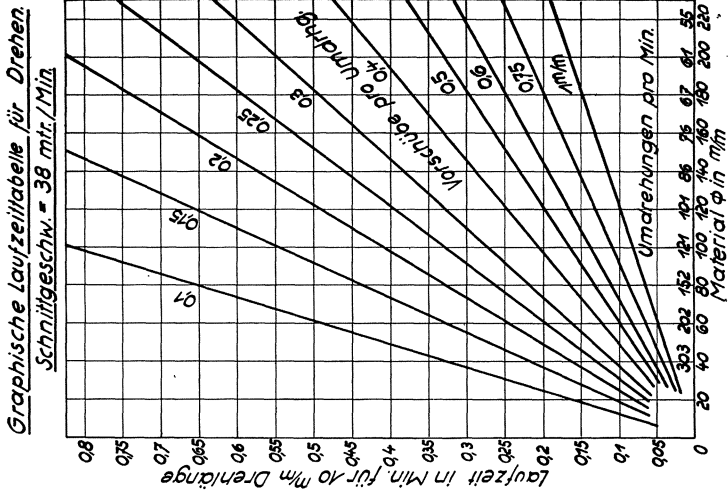


Abb. 19.

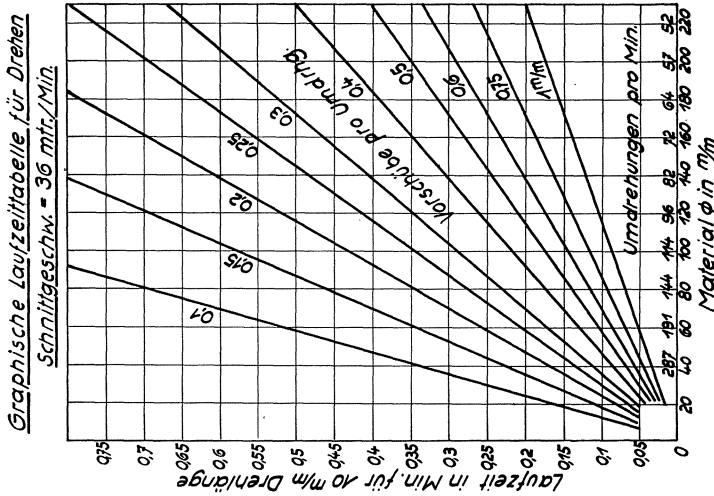


Abb. 18.

Graphische Laufzeitabelle für Drehen
Schnittgeschw. = 40 mtr./Min.

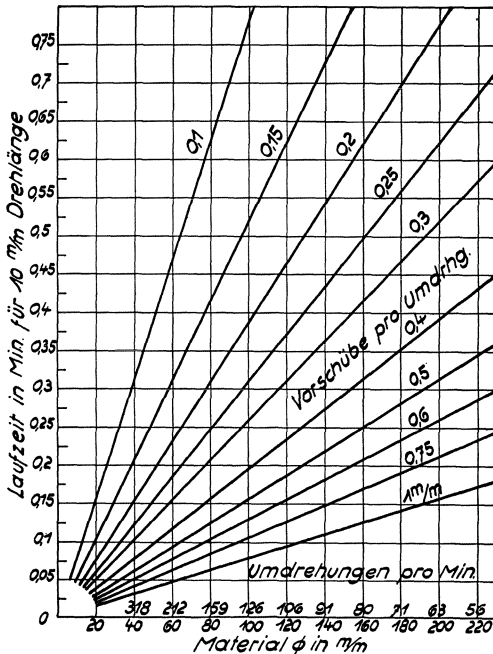


Abb. 20.

Anleitung zur Selbstanfertigung graphischer Zeittabellen.

Graphische Zeittabellen können nach beliebigen Einteilungen und Größen selbst angefertigt werden. Man nehme auch dafür am vorteilhaftesten eingeteiltes Millimeterpapier. Die Aufstellung geschieht nun auf folgende Weise:

Auf der unteren Seite teile man in gleichmäßigen Abständen die gewünschten Materialdurchmesser ein. Sodann erfolgt auf der linken Seite die Zeiteinteilung wiederum in gleichen Abständen. Zum Einzeichnen der gewünschten Vorschublinie muß nun jeweils die Laufzeit von einem beliebigen Durchmesser für die verlangte Schnittgeschwindigkeit in m/Min. und für 10 mm Drehlänge nach der

allgemeinen Berechnungsformel ermittelt werden. Das Ergebnis ist der Schnittpunkt für die betreffende Vorschublinie. Dieser Punkt ist genau senkrecht über dem betreffenden Durchmesser in Höhe der ermittelten Zeit festzuhalten. Man ziehe nun die betreffende Vorschublinie vom Nullpunkt aus durch den Schnittpunkt.

Ist eine Tabelle nicht vom Nullpunkt aus angelegt, so müssen jeweils zwei Schnittpunkte errechnet werden.

Vorteilhaft ist es noch, wenn man die minutlichen Umdrehungszahlen für die verschiedenen Durchmesser ermittelt und diese wie aus Beispiel ersichtlich auf die Tabelle überträgt. Man hat dadurch eine leichte Kontrolle, ob bei der Bearbeitung eines bestimmten Durchmessers im Betrieb die richtige Schnittgeschwindigkeit angewandt wird.

IV. Die Berechnung der Laufzeit beim Plandrehen.

Unter Plandrehen versteht man das Abflachen von Stirnseiten an Wellen, Ringen, Scheiben usw. Zur Berechnung der Laufzeit beim Plandrehen stelle man zuerst den mittleren Durchmesser und die Breite der Schnittfläche fest. Sind diese bekannt, so kann die Laufzeit genau

wie beim Längsdrehen nach den graphischen Tabellen oder nach Formeln wie beim Längsdrehen beschrieben berechnet werden.

1. Beispiel. Abflächen einer Platte von 240 mm Durchmesser mit einer Schnittgeschwindigkeit von 14 m/Min. 0,6 mm Vorschub mit einem Schnitt. In diesem Falle ist der mittlere Durchmesser 120 mm. Die Schnittfläche oder Drehlänge beträgt ebenfalls 120 mm. Die Laufzeit beträgt für 10 mm Drehlänge gleich 0,45 Min. (Siehe graphische Tabelle für 14 m/Min.)

Für 120 mm Drehlänge ist die Laufzeit gleich $0,45 \cdot 12 = 5,4$ Min.

2. Beispiel. Abflächen eines Ringes auf beiden Seiten mit je einem Schnitt laut nebenstehender Abbildung. Die Schnittgeschwindigkeit sei 12 m/Min. und der Vorschub 0,5 mm. Der mittlere Durchmesser ist in diesem Falle 190 mm und die Breite der Schnittfläche 40 mm. Die Laufzeit für 10 mm Drehlänge ist laut graphischer Tabelle 1 Minute und für 40 mm Länge $= 1 \cdot 4 = 4$ Min.

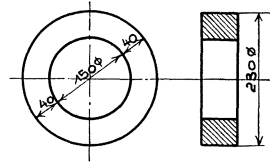


Abb. 21.

für einen Schnitt und für zwei Schnitte $= 8$ Min.

V. Festlegung der Handzeiten.

In derselben Weise, wie man in einem Betriebe normale, den jeweiligen Betriebsverhältnissen angepaßte Werte zur Berechnung der Laufzeit festzulegen hat, müssen auch für Handzeiten normale Unterlagen für eine einheitliche Akkordzeitberechnung geschaffen werden. Bei Festlegung von Handzeiten stößt man erfahrungsgemäß auf erheblich größere Schwierigkeiten als bei Festlegung von Schnittgeschwindigkeiten usw. Diese Werte sind hauptsächlich durch Zeitstudien zu ermitteln. Außerdem sind dabei gute praktische Kenntnisse notwendig.

Es folgt nun eine Aufstellung über Handzeiten. Diese Werte haben sich in der Praxis gut bewährt, sind aber im allgemeinen auch nur als Anhaltspunkte und Durchschnittswerte zu betrachten. Es sei an dieser Stelle wiederholt betont, daß man derartige Werte immer wieder den jeweiligen Betriebsverhältnissen entsprechend anpassen muß.

Maschine einrichten. Diese Zeiten richten sich nach den zu bearbeitenden Werkstücken und Maschinengattungen. Sie bewegen sich bei kleinen und mittleren Maschinen pro Auftrag zwischen 10 und 30 Minuten. Für schwere Maschinen, wie Kopfbänke, Bohrwerke usw., müssen diese Zeiten je nach Werkstück und der dazu notwendigen Maschinenumstellung von Fall zu Fall bewertet werden.

Das Einrichten einer Revolverbank hängt in der Hauptsache von Anzahl der Stähle ab, die zur Bearbeitung des betreffenden Werkstückes benötigt werden. Pro Stahl einstellen werden durchschnitt-

lich 10 Minuten gerechnet. Die Zeit für Supporteinstellen an Drehbänken zum Konusdrehen richtet sich nach Größe der Maschine und der verlangten Genauigkeit 2 bis 10 Minuten.

Wechselräder einsetzen zum Gewindeschneiden 5 bis 10 Minuten.

Auswechseln von Spannwerkzeugen, wie Mitnehmerscheibe, Dreibackenfutter, Klauenscheibe usw. je nach Größe der Maschine. Bei kleinen und mittleren Maschinen 2 bis 5 Minuten.

Die bis hierher aufgeführten Zeiten fallen unter Gruppe Serienzeit. D. h. dieser Zeitaufwand fällt nicht auf ein Stück, sondern auf die ganze zu bearbeitende Stückzahl und wird am Schluß der Kalkulation in die Stückzahl geteilt.

Auf- und Abspannzeiten. Diese Zeiten sind nach Größen, Gewicht, Sperrigkeit und nach den zur Verfügung stehenden Spannwerkzeugen zu bewerten. Sie bewegen sich zwischen 0,1 Minuten und können sich bei ganz schweren Stücken auf Stunden ausdehnen.

Stähle einspannen. Drehbänke 0,4 Minuten normal. Bei schweren Maschinen entsprechend mehr.

Schalten am Revolverkopf (Stähle wechseln). An Drehbänken 0,2 bis 0,3 Minuten. An Revolverbank 0,1 bis 0,2 Minuten.

Schnitt anstellen. Schruppschnitt bei kleinen und mittleren Maschinen 0,2 bis 0,3 Minuten. Bei schweren Maschinen 0,5 Minuten.

Tabelle 4.

Schlichtschnitt anstellen, einschließlich messen pro Schnitt.

| Bis 50 mm Durchmesser | außen | 0,5 Min., | innen | 0,7 Min. |
|-----------------------|-------|-----------|-------|----------|
| „ 100 | „ | „ | 0,6 | „ „ 0,8 |
| „ 150 | „ | „ | 0,8 | „ „ 1,0 |
| „ 200 | „ | „ | 1,0 | „ „ 1,2 |
| „ 250 | „ | „ | 1,2 | „ „ 1,4 |
| „ 300 | „ | „ | 1,4 | „ „ 1,6 |
| über 300 | „ | „ | 1,8 | „ „ 2,0 |

Sind nun in einem Betriebe normale, den Betriebsverhältnissen entsprechende Werte für Schnittgeschwindigkeiten, Vorschübe, Handzeiten usw. festgelegt, dann sind die Grundlagen für eine einheitliche Akkordzeitberechnung geschaffen. An Hand dieser Werte kann nun auf besonders dazu geeigneten Kalkulationsblättern die Berechnung der Bearbeitungszeiten für die verschiedenen Werkstücke vorgenommen werden. Aus nachfolgenden praktischen Kalkulationsbeispielen sind derartige Kalkulationsblätter in kleinerem Maßstab ersichtlich, wie sie in der Praxis angelegt werden können.

VI. Erläuterung zum Kalkulationsblatt.

Das in diesem Buche eingehend beschriebene Zeitberechnungssystem, welches in der Praxis nachweisbare gute Erfolge gebracht hat, verlangt vor allen Dingen, daß das Aufstellen von Zeitplänen einwandfrei und mit größter Sorgfalt durchgeführt wird.

Der Zeitkalkulator muß bei diesem System vor allen Dingen gute, praktische Kenntnisse besitzen und über die volle Ausnutzungsmöglichkeit der einzelnen Werkzeugmaschinen vollständig unterrichtet und im Klaren sein. Ferner muß der Kalkulator an Hand von Zeichnungen oder Musterstücken den Bearbeitungsplan der Reihenfolge nach so aufstellen können, wie das betreffende Werkstück im Betrieb bearbeitet werden muß. (Siehe Kalkulationsbeispiele.)

Je genauer diese Zeitpläne ausgearbeitet sind, desto leichter dürfte es sein, bei eventuellen Beanstandungen der festgesetzten Zeiten deren Richtigkeit nachzuweisen.

Es sei hier nun die Ausfüllung der einzelnen Spalten näher erklärt. Der Zeit- und Bearbeitungsplan ist in 11 Spalten eingeteilt.

Es ist einzutragen:

In die 1. Spalte: Fortlaufende Operationsnummer.

In die 2. Spalte: Art der Arbeit (Schruppen, Schlichten usw.).

In die 3. Spalte: Werkzeuge, welche für die auszuführende Operation benötigt werden.

In die 4. Spalte: Anzahl der notwendigen Schnitte.

In die 5. Spalte: Bearbeitungslänge in mm.

In die 6. Spalte: Durchmesser bzw. Breite des Werkstückes.

In die 7. Spalte: Schnittgeschwindigkeit in m/Min.

In die 8. Spalte: Vorschübe pro Werkstückumdrehung oder beim Langfräsen minutliche Vorschübe in mm.

In die 9. Spalte: Maschinenlaufzeiten zusammengezogen, je nach Anzahl der Schnitte.

In die 10. Spalte: Handzeiten. Dazu gehören Auf- und Abspannzeiten, ausrichten, Schnitte anstellen, messen, schmirlgeln, säubern usw., Stähle wechseln, wenn nicht operationsweise gearbeitet wird.

Diese Zeiten müssen ebenfalls bei jeder Operation zusammengezogen eingetragen werden.

In die 11. Spalte: Serienzeiten. (Feste Zeit.) Dazu gehören: Maschine einrichten, Wechselräder einsetzen, Support einstellen zum Konus drehen, Lünette aufsetzen, Spannwerkzeuge wechseln, Stähle einspannen, wenn der Stahl stehen bleibt und nur nach einer bestimmten Operation gewechselt wird usw.

Ist der Operationsplan abgeschlossen und Maschinenlaufzeit, Handzeit und Serienzeit einzeln addiert, dann ist auf Maschinenlaufzeit ein Zuschlag von 10% für kurzlaufende Stücke und für langlaufende Stücke ein solcher von 5% zu machen. Diser Zuschlag ist ein Ausgleich für Riemenrutsch usw.

Auf Handzeit ist für Werkzeuge schleifen, sofern dies erforderlich ist, ein Zuschlag von 5% auf die Gesamt-Handzeit zu machen.

Maschinenlaufzeit und Handzeit zusammen addiert, ergibt die reine Nettozeit für das betreffende Werkstück. Auf diese Nettozeit ist nun ein Zuschlag für den Akkordverdienst des Arbeiters zu machen. Die Höhe dieses Zuschlages richtet sich in der Regel nach tariflichen Abmachungen.

Einfacher ist jedoch mit der reinen Nettozeit zu rechnen und dafür den Lohnmultiplikator entsprechend zu erhöhen.

Beispiel. Dem Akkordarbeiter wird eine Verdienstmöglichkeit von 25% gewährt. Dieser Zuschlag wird bisher in den meisten Fällen auf die Akkordzeit gemacht. Angenommen für die Minute (Akkordminute) wird 1 Pf. bezahlt, wenn die Verdienstspanne in die Akkordzeit gelegt ist. Bei der Bezahlung der reinen Nettozeit würde die Akkordminute 1 Pf. + 25% = 1,25 Pf. kosten.

Liegt nun die tatsächliche Bearbeitungszeit eines Werkstückes laut Zusammenstellung im Operationsplan fest, so muß noch die Serienzeit, welche auf die ganze zu bearbeitende Stückzahl fällt, aufgeteilt werden.

Jahrelange Erfahrungen haben gezeigt, daß das Aufteilen der Serienzeit nicht nach rein theoretischen Berechnungen erfolgen kann, sondern nur auf Grund praktischer Erprobungen. In diesem Zeitaufwand sind mehrere Zeitfaktoren enthalten, die sich nach Stück verschiedenartig gestalten, so z. B. Maschine einrichten usw. Außerdem ist dem Arbeiter eine gewisse Frist einzuräumen, um sich die notwendige Handfertigkeit anzulegen.

Nachfolgende Aufstellung über die Aufteilung der Serienzeit hat sich in der Praxis als günstig erwiesen und diene als Beispiel.

Tabelle 5.

| Aufteilung der Serienzeit bei verschiedener Stückzahl. | | | |
|--|---------|---|-----------------------------|
| Bei Herstellung von | 1 Stück | ist die volle Serienzeit aufzurechnen | der Serienzeit aufzurechnen |
| „ „ „ 2—5 | „ „ | $\frac{2}{3}$ | „ „ |
| „ „ „ 6—9 | „ „ | $\frac{1}{2}$ | „ „ |
| „ „ „ 10—13 | „ „ | $\frac{1}{3}$ | „ „ |
| „ „ „ 14—17 | „ „ | $\frac{1}{5}$ | „ „ |
| „ „ „ 18—21 | „ „ | $\frac{1}{7}$ | „ „ |
| „ „ „ 22—26 | „ „ | $\frac{1}{10}$ | „ „ |
| „ „ „ 27—30 | „ „ | $\frac{1}{15}$ | „ „ |
| „ „ „ 31—50 | „ „ | $\frac{1}{30}$ | „ „ |
| „ „ „ über 50 | „ „ | Serienzeit dividiert durch die Stückzahl. | |

Wie aus diesem System ersichtlich ist, regelt sich der Mehraufwand an Zeit bei Einzelausführungen ganz automatisch.

Auch die Aufteilung der Serienzeit läßt sich in einer graphischen Zeitkurve festlegen.

Nachfolgende Zeitkurve, bei der eine Serienzeit von 30 Minuten pro Auftrag angenommen ist, diene als Beispiel.

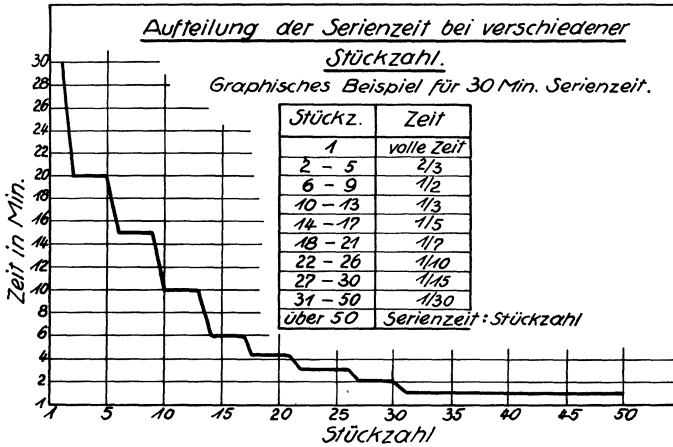


Abb. 22.

1. Kalkulationsbeispiel für Spitzendrehbank.

Drehen von 50 Wellen laut folgender Abbildung auf Spitzendrehbank. Material S. M. St. ca. 60 kg Festigkeit. Rohdurchmesser = 45 mm. Die beiden Zapfen sind auf genaues Maß sauber zu schlichten. Das mittlere Maß ist nach Kaliber einzuhalten.

Die Wellen sind abgeschnitten und zentriert dem Dreher angeliefert.

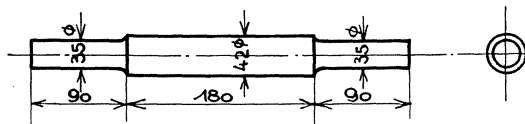


Abb. 23.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Wellen | Zeichng. Nr.: Skizze |
| | Material: S.M.St. 60 kg | Stek. Zahl/Einheit: 50 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|---|--|----------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|-----------|----------|-------------|------------|---|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| | | | | | | | | | | | 1 |
| 2 | Aufspannen . . . | | | | | | | 0,3 | | | |
| 3 | Stirnseite plan-drehen | Seitenstahl | 2 | 23 | 23 | 18 | 0,3 | 0,61 | 0,8 | 0,5 | |
| 4 | Umspannen | | | | | | | | 0,5 | | |
| 5 | 2. Stirnseite plan-drehen | „ | 2 | 23 | 23 | 18 | 0,3 | 0,61 | 0,8 | 0,5 | |
| 6 | Ab- u. aufspannen. | | | | | | | | 0,5 | | |
| 7 | Zapfen schrumpfen. | Schruppstahl | 1 | 90 | 36 | 18 | 0,5 | 1,13 | 0,2 | 0,5 | |
| 8 | Mitte überschrumpfen | | | | | | | | 0,2 | | |
| 9 | Umspannen | „ | 1 | 180 | 42 | 18 | 0,5 | 2,63 | 0,2 | 0,5 | |
| 10 | 2. Zapfenschrumpfen | | | | | | | | 0,5 | | |
| 11 | Ab- u. aufspannen. | „ | 1 | 90 | 36 | 18 | 0,5 | 1,13 | 0,2 | 0,5 | |
| 12 | Mitte auf Maß drehen | | | | | | | | 0,5 | | |
| 13 | Ab- u. aufspannen. | Schlichtstahl | 1 | 180 | 42 | 24 | 0,3 | 3,29 | 0,5 | 0,5 | |
| 14 | Zapfen schlichten. | | | | | | | | 0,5 | | |
| 15 | Umspannen | „ | 2 | 90 | 35 | 24 | 0,25 | 3,29 | 1,0 | 0,5 | |
| 16 | 2. Zapfen schlichten | | | | | | | | 0,5 | | |
| 17 | Ab- u. aufspannen. | „ | 2 | 90 | 35 | 24 | 0,25 | 3,29 | 1,0 | 0,5 | |
| 18 | Ecke ausdrehen, Zapfen feilen und schmiegeln . . . | | | | | | | | 0,5 | | |
| 19 | Umspannen | Rundstahl | | | | | | 1,00 | 1,5 | 0,5 | |
| 20 | 2. Zapfen fertig-machen | | | | | | | | 0,5 | | |
| 21 | Abspannen | | | | | | | 1,00 | 1,5 | 0,2 | |
| | | | | | | | | 17,98 | 12,2 | 32 | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 0,90 | | | |
| Für Werkzeuge schleifen 5% auf Handzeit | | | | | | | | 18,88 | | | |
| | | | | | | | | | 0,6 | | |
| | | | | | | | | | 12,8 | | |

Zeit für 1 Stek. = 18,88 + 12,8 = 31,68 Min.
 Hierzu 1/30 von Serienzeit pro Stek.: 32 : 30 = 1,06 „
 Gesamtzeit ohne Zuschläge für Akkordverdienst = 32,74 Min.

| | |
|-----------------------|-------------------|
| Ausgestellt am: | Geprüft am: |
|-----------------------|-------------------|

2. Kalkulationsbeispiel für Spitzdrehbank.

Drehen von 30 Schwungrädern nach nebenstehender Abb. 24. Material: Gußeisen. Bearbeitungszugabe allseitig 3 mm. Bohrung Toleranzmaß.

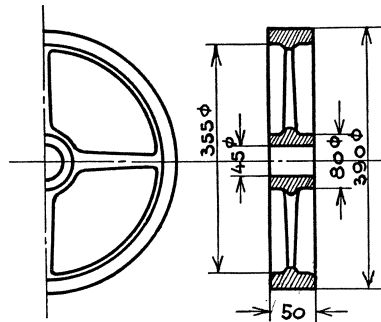


Abb. 24.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---|---|--|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: Spitzdrehbank | Gegenstand: Schwungräder Material: Gußeisen Type: | Zeichng. Nr.: Skizze Stck. Zahl/Einheit: 30 Maschinen-Nr.: |
|---|---|--|

| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|-------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|-----------|----------|-------------|------------|--|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Rearb. Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Bank einrichten . | | | | | | | | | 30 | |
| 2 | Aufspannen u. ausrichten. | Klauen-scheibe | | | | | | | 4,0 | | |
| 3 | Bohrung vorsch. . | Bohrstahl | 1 | 56 | 44 | 12 | 0,5 | 1,27 | 0,6 | | |
| 4 | Nabenseite plandr. | „ | 1 | 18 | 63 | 12 | 0,3 | 0,98 | 0,2 | | |
| 5 | Außen-Ø überschr. | Schruppstahl | 1 | 56 | 390 | 12 | 0,5 | 11,42 | 0,6 | | |
| 6 | Randseite plandr. | „ | 1 | 18 | 375 | 12 | 0,3 | 5,88 | 0,2 | | |
| 7 | Außen-Ø fertigdr. | Schlichtstahl | 1 | 56 | 390 | 18 | 0,5 | 7,62 | 2,2 | | |
| 8 | Randseite fertigdr. | „ | 1 | 18 | 375 | 18 | 0,3 | 3,92 | 0,2 | | |
| 9 | Nabenseite fertigdr. | „ | 1 | 18 | 63 | 18 | 0,3 | 0,65 | 0,2 | | |
| 10 | Bohrung schlichten | Bohrstahl | 3 | 56 | 45 | 18 | 0,25 | 5,25 | 2,5 | | |
| 11 | Abspannen | | | | | | | | 1,0 | | |
| 12 | Aufspannen . . . | Sprengdorn | | | | | | | 0,5 | 5 | |
| 13 | Rand auf Breite dr. | Schruppstahl | 1 | 18 | 375 | 12 | 0,3 | 5,88 | 0,6 | | |
| 14 | Rand auf Breite dr. | „ | 1 | 18 | 375 | 18 | 0,3 | 3,92 | 0,5 | | |
| 15 | Nabe auf Breite dr. | „ | 2 | 18 | 63 | 18 | 0,3 | 1,30 | 0,7 | | |
| 16 | Abspannen | | 1 | | | | | | 0,3 | | |
| | | | | | | | | 48,09 | 14,3 | 35 | |
| | | | | | | | | 2,40 | | | |
| | | | | | | | | 50,49 | | | |
| | | | | | | | | | 0,7 | | |
| | | | | | | | | | 15,0 | | |

5% Zuschlag auf Laufzeit

Für Werkzeuge schleifen 5% auf Handzeit

Zeit für 1 Stck.: $50,5 + 15 = 65,5$ Min.
 Hierzu $\frac{1}{15}$ von Serienzeit pro Stck.: $35 : 15 = 2,3$ „
 Gesamtzeit ohne Verdienstzuschlag = 67,8 Min.

Ausgestellt am:

Geprüft am:

1. Kalkulationsbeispiel für Revolverdrehbank.

Um den Unterschied in der Bearbeitungszeit zwischen Spitzendrehbank und Revolverdrehbank zu zeigen, folgt hier als Beispiel ein Zeit- und Bearbeitungsplan für dasselbe vorhergehend beschriebene Werkstück. (Drehen von 30 Schwungrädern auf Revolverdrehbank.) Siehe Abb. 24 für Spitzendrehbank.

Beim Bearbeiten von Werkstücken auf Revolverbänken ist darauf zu achten, daß die betreffende Maschine voll ausgenützt wird. Nur dadurch kann eine wesentliche Zeitersparnis im Gegensatz zur Spitzendrehbank erreicht werden.

Werden mehrere Flächen gleichzeitig bearbeitet, z. B. Bohrung und Außendurchmesser, so ist nur die Laufzeit, die den größten Zeitaufwand erfordert, zu berechnen und in den Zeitplan einzutragen.

Die Vorschübe werden bei Revolverarbeiten in der Regel kleiner genommen wie bei Spitzendrehbänken. Dafür sind die Schnittgeschwindigkeiten etwas höher und die Schnittzahlen geringer.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|--|---|--|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für:..... Revolverdrehbank | Gegenstand: Schwungräder Material: Gußeisen Type: | Zeichng. Nr.: Skizze Stek. Zahl/Einheit: 30 Maschinen-Nr.: |
|--|---|--|

| Rohgewicht:..... | | Fertiggewicht:..... | | Schnitteinstellung | | | | Zeitaufwand | | |
|---|--|--|-------------|--------------------|---------------|------------------|-----------|-------------|----------|------------|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit |
| 1 | Bank einrichten | | | | | | | | | 30 |
| 2 | Aufspannen zwisch. Speichen u. Kranz | Dreibackenfutter | | | | | | | 2,00 | |
| 3 | Bohrung u. Auß.-Ø gleichz. schrupp. | 2 Schruppstähle | 1 | 56 | 390 | 16 | 0,25 | 15,90 | 0,20 | 20 |
| 4 | Beide Randseiten und 1 Nabenseite gleichz. plandreh. | Stahlhalter mit 2 Pfählen und 1 Schruppstahl | 1 | 18 | 375 | 16 | 0,25 | 5,29 | 0,20 | 15 |
| 5 | Bohrung u. Auß.-Ø gleichz. fertigdr. | 2 Schlichtstähle | 1 | 50 | 390 | 16 | 0,25 | 15,30 | 0,20 | 10 |
| 6 | Bohrung ausreiben | Reibahle | 1 | 80 | 45 | 6 | 3,00 | 0,62 | 0,50 | 2 |
| 7 | Abspannen | | | | | | | | 0,30 | |
| 8 | Aufspannen | Sprengdorn | | | | | | | 0,50 | 5 |
| 9 | Nabe a. Breite dreh. | | 1 | 18 | 63 | 16 | 0,25 | 0,89 | 0,20 | 10 |
| 10 | Abspannen | | | | | | | | 0,30 | |
| | | | | | | | | 38,0 | 4,40 | 112 |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 1,9 | | |
| | | | | | | | | 39,9 | | |
| Für Werkzeuge schleifen 5% auf Handzeit | | | | | | | | | 0,22 | |
| | | | | | | | | | 4,62 | |

Zeit für 1 Stk. = 39,9 + 4,62 = 44,52 Min.
 Hierzu 1/15 der Serienzeit = 112 : 15 = 7,46 „

Gesamtzeit ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 51,98 Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

2. Kalkulationsbeispiel für Revolverdrehbank.

Als Beispiel für Stangenarbeiten folgt ein Zeit- und Bearbeitungsplan für die Herstellung von Sechskantschrauben.

Laut nebenstehender Abb. 25 sollen 500 Schrauben angefertigt werden. Material: blankgez. Schraubenstahl. Für 500 Schrauben sind mit Abstichzugabe ca. 39 m Material notwendig. Bei 4 m Stangenlänge werden somit 10 Stangen für diesen Auftrag gebraucht. Es muß also in diesem Falle die Aufspannzeit für 10 Stangen berechnet werden.

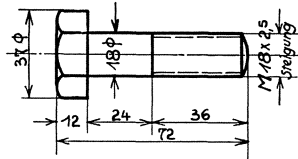


Abb. 25.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Kopfschraube | Zeichng. Nr.: Skizze |
| Revolverdrehbank | Material: Schraubenstahl | Stck. Zahl/Einheit: 500 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | Zeitaufwand | | |
|-------------------|---|----------------------|--------------|--------------------|---------------|------------------|----------|-------------|----------|------------|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittlänge | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit |
| 1 | Bank einrichten . | | | | | | | | | 20 |
| 2 | Stab aufspannen 10 × 2 Min. . . | Spezialfutter | | | | | | | | 20 |
| 3 | Material gegen Anschlag vorschieben | | | | | | | | | |
| 4 | Schaft drehen . . | Schruppstahl | 1 | 60 | 37 | 24 | 0,15 | 1,93 | 0,2 | 10 |
| 5 | Kopf sauber und gerade drehen . | Seitenstahl | 1 | | | 24 | | 0,10 | 0,2 | 10 |
| 6 | Stirnseite abrunden | Fassonstahl | 1 | | | 24 | | 0,10 | 0,2 | 10 |
| 7 | Gewinde schneiden | Springbacken | 1 | 36 | 18 | 4 | 2,5 | 0,20 | 0,3 | 10 |
| 8 | Kopf einstecken u. anfasen | Fassonstahl | 1 | | | 24 | | 0,15 | 0,2 | 10 |
| 9 | Abstechen | Abstechstahl | 1 | 18 | 20 | 24 | 0,10 | 0,47 | 0,2 | 10 |
| | | | | | | | | 2,95 | 1,50 | 100 |
| | | | | | | | | 0,29 | | |
| | | | | | | | | 3,24 | | |
| | | | | | | | | | 0,08 | |
| | | | | | | | | | 1,58 | |

10% Zuschlag auf Laufzeit

Für Werkzeuge schleifen 5% Zuschlag auf Handzeit

Zeit für 1 Stck. = 3,24 + 1,58 = 4,82 Min.

Hierzu von Serienzeit pro Stck. = 100 : 500 = 0,20 „

Gesamtzeit ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 5,02 Min.

Ausgestellt am:

Geprüft am:

1. Kalkulationsbeispiel für Bohrwerk.

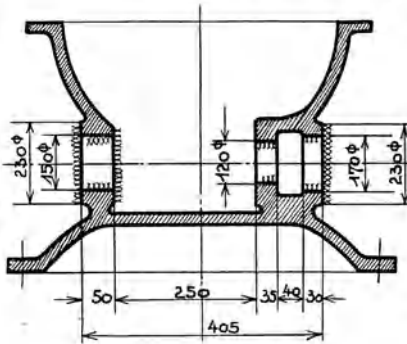


Abb. 26.

20 Gehäuse aus Stahlguß auf Bohrwerk ausbohren und 3 Seiten abflachen, wie Abb. 26 zeigt.

Bearbeitungszugabe betrage in den Bohrungen 8 mm und an seitlichen Flächen 5 mm.

Sämtliche Bohrungen sind nach Toleranzmaß auszubohren.

Für Stähle einsetzen und wechseln sind am Bohrwerk, wenn kein Spezialwerkzeug vorhanden ist, pro Stahl 3 Minuten einzusetzen.

2. Kalkulationsbeispiel für Bohrwerk.

25 Zylinderblock laut Abb. 27 ausbohren auf 4 Spindelbohrwerk. Material: Gußeisen.

Bearbeitungszugabe: 10 mm.

Die Bohrungen sind mit $\frac{2}{10}$ mm Schleifzugabe auf 79,8 mm auszubohren. Da bei diesen Spezialbohrwerken sämtliche 4 Spindeln zu

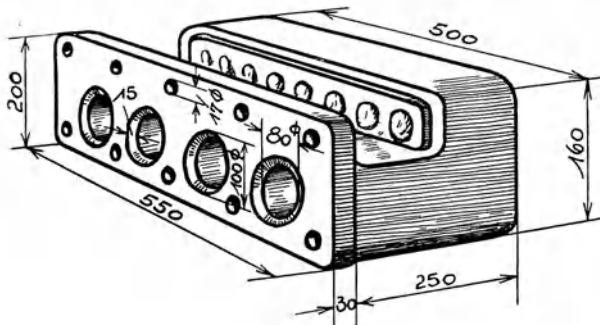


Abb. 27.

gleicher Zeit arbeiten, ist wegen starker Beanspruchung der Maschine der Vorschub beim Schrappen geringer zu nehmen, wie bei einem Spindelbohrwerk. Bei 5 mm Schnitttiefe beträgt der Vorschub durchschnittlich 0,3 mm.

Derartige Zylinderblocks sind auf $1\frac{1}{2}$ bis 2 mm Zugabe vorzuschuppen und dann abzuspannen, da sonst wegen starker Erwärmung und freierwerdender Spannungen die Bohrungen stark unrund werden.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Gehäuse | Zeichnung Nr.: Skizze |
| Bohrwerk | Material: Stahlguß | Stck. Zahl/Einheit: 20 |
| | Type: | Maschinen-Nr. |

| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|-------------------|---|-----------------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|-----------|----------|-------------|------------|--|
| Op.Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb. Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 45 | |
| 2 | Aufspannen u. ausrichten nach Anriß | Bohrtisch | | | | | | | 25 | | |
| 3 | Bohrung 150 und 120 Ø gleichzeitig vorschruppen | Bohrstange mit 2 Stählen | 1 | 60 | 150 | 10 | 0,6 | 4,71 | 6,5 | | |
| 4 | Bohrung 170 Ø vorschruppen . . . | Bohrstange mit Schruppstahl | 1 | 35 | 170 | 10 | 0,6 | 3,11 | 3,5 | | |
| 5 | 150-mm-Bohrung fertigdrehen . . . | Bohrstange m. Schlichtst. | 3 | 60 | 150 | 14 | 0,3 | 20,16 | 6,0 | | |
| 6 | 120-mm-Bohrung fertigdrehen . . . | „ | 3 | 40 | 120 | 14 | 0,3 | 10,76 | 6,0 | | |
| 7 | 170-mm-Bohrung fertigdrehen . . . | „ | 3 | 35 | 170 | 14 | 0,3 | 13,34 | 6,0 | | |
| 8 | Linke Seite abflähen. | Bohrstange mit Messer | 1 | 5 | 190 | 8 | 0,1 | 3,73 | 4,0 | | |
| 9 | Innere Seite abflähen. | „ | 1 | 5 | 190 | 8 | 0,1 | 3,73 | 4,0 | | |
| 10 | Rechte Seite abflähen. | „ | 1 | 5 | 190 | 8 | 0,1 | 3,73 | 4,0 | | |
| 11 | Gehäuse abspannen | | | | | | | 5,0 | | | |
| | | | | | | | | 63,27 | 69,0 | 45 | |
| | | | | | | | | 3,16 | | | |
| | | | | | | | | 66,43 | | | |
| | | | | | | | | | 3,5 | | |
| | | | | | | | | | 72,5 | | |

5% Zuschlag auf Laufzeit

Für Werkzeuge schleifen 5% Zuschlag auf Handzeit

Zeit für 1 Stck. = 66,43 + 72,5 = 138,93 Min.
 Hierzu 1/7 von Serienzeit pro Stck. = 45 : 7 = 6,42 „
 Gesamtzeit ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 145,35 Min.

Ausgestellt am:

Geprüft am:

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Zylinderblock | Zeichnung Nr.: Skizze |
| 4 Spindelbohrwerk | Material: Gußeisen | Stek. Zahl/Einheit: 25 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht: ... Fertiggewicht: .. | | Schnitteinstellung | | | | | | Zeitaufwand | | |
|--|-----------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------|---------------|------------------|----------|-------------|----------|------------|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 60 |
| 2 | Aufspannen . . . | Spezialwinkel mit Prisonsifte | | | | | | | 3,00 | |
| 3 | Bohrungen vorschruppen . . . | 4 Spezialstähle | 1 | 250 | 78 | 12 | 0,3 | 17,00 | 2,00 | |
| 4 | Abspannen . . . | | | | | | | | 1,50 | |
| 5 | Aufspannen . . . | | | | | | | | 3,00 | |
| 6 | Fertigbohren auf Schleifmaß . . . | Spezialstähle | 2 | 250 | 80 | 20 | 0,4 | 15,50 | 4,00 | |
| 7 | Kanten vorne abschrägen . . . | Spezialmesser | 1 | | | | | 1,00 | 2,00 | |
| 8 | Abspannen . . . | | | | | | | | 1,50 | |
| | | | | | | | | 33,50 | 17,0 | 60 |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 1,67 | | |
| | | | | | | | | 35,17 | | |
| Für Werkzeuge schleifen 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | | 0,85 | |
| | | | | | | | | | 17,85 | |

Zeit für 1 Stek. = 35,17 + 17,85 = 53,02 Min.

Hierzu $\frac{1}{10}$ von Serienzeit pro Stek. = 60 : 10 = 6,00 ..

Gesamtzeit ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 59,02 Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

VII. Das Ausreiben zylindrischer und konischer Bohrungen mit Reibahlen auf Drehbänken und Bohrmaschinen.

Für das Ausreiben zylindrischer und konischer Bohrungen mit Reibahlen auf Drehbänken und Bohrmaschinen können ebenfalls Durchschnittswerte ermittelt und festgelegt und darnach Zeittabellen angelegt werden.

Zu ermitteln und festzulegen sind auch beim Reiben Schnittgeschwindigkeiten, Vorschübe und Bearbeitungszugaben.

Die Schnittgeschwindigkeiten sind hier wiederum den verschiedenen Materialhärten entsprechend anzupassen.

Vorschübe sind je nach Bearbeitungszugabe und Lochdurchmesser festzulegen. Folgende Bearbeitungszugaben für das Ausreiben zylindrischer Bohrungen haben sich in der Praxis gut bewährt und sollten nicht überschritten werden.

Tabelle 6.

| Material | Lochdurchmesser mm | Bearbeitungszugabe mm |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Grauguß, S.M.-Stahl und Bronze . . | bis 30 | 0,1 |
| dgl. | bis 60 | 0,15—0,2 |
| dgl. | über 60 | 0,2 |
| Chrom-Nickelstahl | bis 30 | 0,1 |
| dgl. | bis 60 | 0,15 |
| dgl. | über 60 | 0,15—0,2 |

Die Bearbeitungszugabe für das Ausreiben konischer, vorgedrehter Bohrungen beträgt normal, je nach Lochdurchmesser, 0,1 bis 0,2 mm.

Für das Ausreiben zylindrischer Bohrungen sind zur Reiblänge normal 40 bis 60 mm zuzugeben.

Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe für die verschiedenen Materialarten sind aus den nachfolgenden graphischen Laufzeittabellen ersichtlich. Das Ablesen der Laufzeiten geschieht genau in derselben Weise wie beim Drehen beschrieben.

Die ersten drei graphischen Zeittabellen zum Ausreiben dienen zur Laufzeitberechnung zylindrischer Bohrungen.

Rechenbeispiel. Eine Graugußnabe von 70 mm Länge und 48 mm Bohrung soll auf der Drehbank ausgerieben werden. Welche Laufzeit ist hierzu erforderlich?

Laut Tabelle für 5 m/Min. Schnittgeschwindigkeit und 3 mm Vorschub beträgt die Laufzeit für 10 mm Reiblänge = 0,1 Min. Die Gesamtreiblänge beträgt 70 mm plus 60 mm Zugabe = 130 mm. Somit die Gesamtlaufzeit $0,1 \cdot 13 = 1,3$ Min.

Zum Berechnen der Laufzeiten für das Ausreiben vorgedrehter, konischer Bohrungen diene die vierte graphische Laufzeitabelle für Reiben. Diese Tabelle ist für Konen von 1:10 berechnet. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt durchschnittlich für alle Materialien 4 m/Min. Die Vorschübe sind für das Fertigreiben konischer Bohrungen sehr gering und betragen, je nach Materialhärte, 0,05 bis 0,1 mm.

Die Laufzeit ist bei dieser Tabelle für $\frac{1}{10}$ mm Reibzugabe angegeben. Beim Berechnen der Laufzeit lege man immer den größeren Durchmesser zu Grunde. Die Länge vom Konus ist in diesem Falle nicht maßgebend, sondern nur die Bearbeitungszugabe.

Rechenbeispiel. Ein vorgedrehter Konus 1:10 mit größtem Durchmesser von 64 mm, soll mit einem Vorschub von 0,05 mm aus-

gerieben werden. Angenommen, der Konuskaliber stehe bis zum genauen Toleranzmaß von 64 mm noch 2 mm zurück, so würde dies bei einem Konus von 1:10 einer Bearbeitungszugabe von 0,2 mm entsprechen.

Laut Tabelle beträgt die Laufzeit bei einem Durchmesser von 64 mm und einem Vorschub von 0,05 mm für $\frac{1}{10}$ mm Reibzugabe = 1 Min. Für $\frac{2}{10}$ mm Reibzugabe würde somit in diesem Falle die Laufzeit = 2 Min. betragen.

Die beiden letzten graphischen Zeittabellen für Reiben dienen zur Laufzeitberechnung für das Ausreiben konischer Bohrungen auf Bohrmaschinen.

Angenommen ist hierbei, daß die Löcher nur vorgebohrt sind und der Konus mittels Konusreibahle auf der Bohrmaschine vollständig

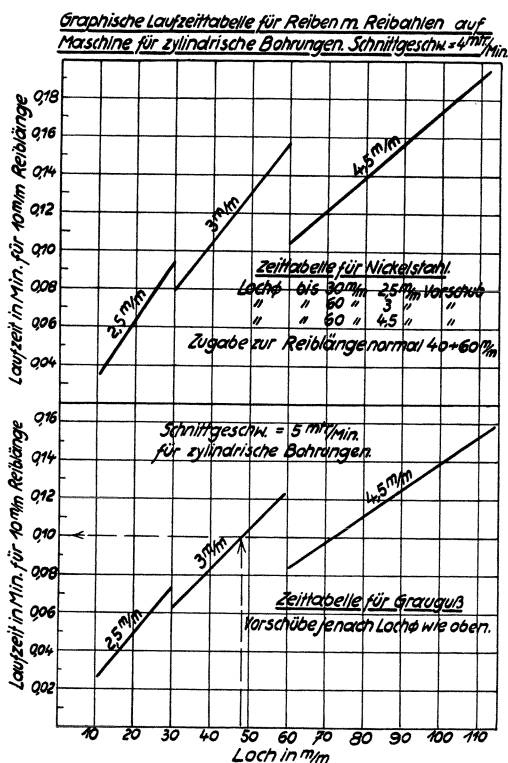


Abb. 28.

hergestellt wird. Die Laufzeit ist bei diesen Tabellen wieder für 10 mm Konuslänge angegeben. Es ist also in diesen Fällen bei Berechnung der Laufzeit die Länge vom Konus maßgebend.

Rechenbeispiel. Das Auge von einem Hebel (Material: Chr. Nickelstahl) soll einen Konus von 1:10 bekommen. Der größte Durchmesser vom Konus müsse 27 mm betragen. Das Auge sei auf 24,5 mm Durchmesser vorgebohrt und die Konuslänge betrage 25 mm.

Laut Tabelle beträgt die Laufzeit bei einem Durchmesser von 27 mm und einem Vorschub von 0,2 mm = 1,4 Min. für 10 mm Konuslänge. Die Gesamtlaufzeit würde somit $1,4 \cdot 2,5 = 3,5$ Min. sein.

Handzeiten für Reiben. Auf- und Abspannen

des Werkstückes je nach Größe und Gewicht von 0,2 Min. an.

Reibahle einspannen 0,2 bis 0,5 Min.

Messen pro Loch 0,3 bis 1 Min., je nach Größe und Länge.

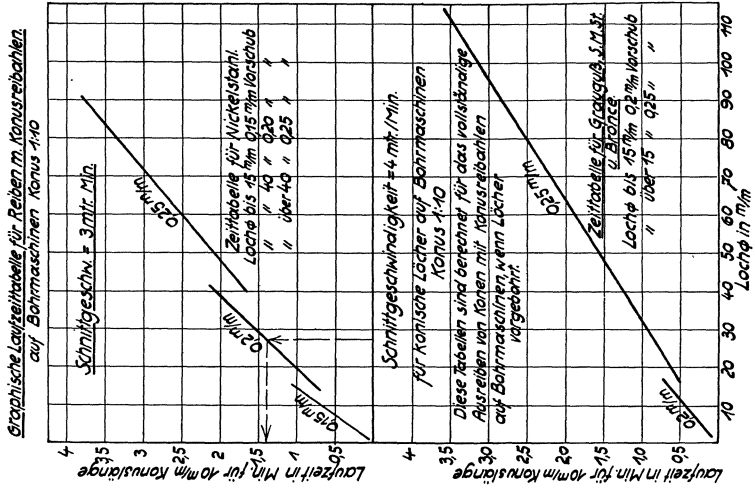


Abb. 30.

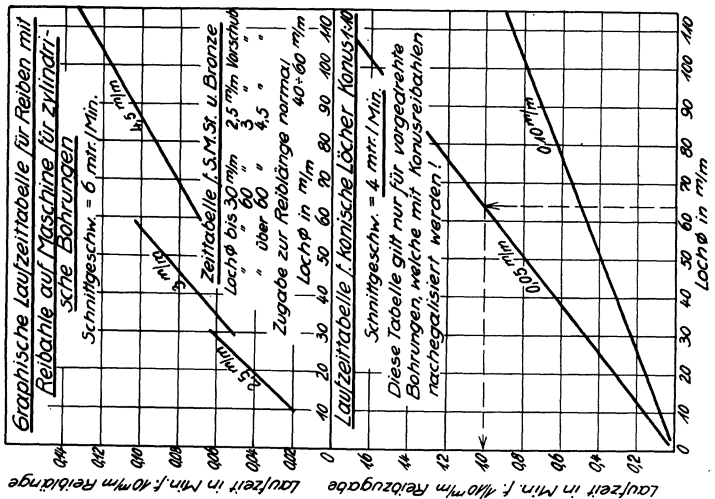


Abb. 29.

VIII. Die Berechnung der Bearbeitungszeiten an Bohrmaschinen.

Die Laufzeitberechnung beim Bohren erfolgt nach denselben Formeln wie beim Drehen, nur ist statt Drehlänge Bohrtiefe zu setzen. Demnach lautet die allgemeine Berechnungsformel:

$$\frac{\text{Bohrdurchmesser in mm} \times 3,14 \times \text{Bohrtiefe in mm}}{\text{Vorschub/Umdrehung} \times \text{Schnittgeschw. in mm/Min.}} = \text{Laufzeit in Min.}$$

Sind die minutlichen Spindelumdrehungen einer Bohrmaschine bekannt und auf Maschinendiagrammen festgehalten, dann kann die Laufzeit an Hand des Diagrammes genau wie beim Drehen nach folgender Formel berechnet werden:

$$\frac{\text{Bohrtiefe in mm}}{\text{Vorschub/Umdrehung} \times \text{Umdrehungsz./Min.}} = \text{Laufzeit in Min.}$$

Die einfachste Laufzeitberechnung geschieht jedoch auch beim Bohren nach graphischen Zeittabellen. Es folgen hierfür 8 Laufzeittabellen für Schnittgeschwindigkeiten von 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 und 25 m/Min., welche zur Benutzung in der Praxis dienen.

Das Ablesen der Laufzeiten für 10 mm Bohrtiefe geschieht in derselben Weise, wie bei graphischen Tabellen für Drehen beschrieben.

Beispiel. Ein Loch, 22 mm Durchmesser, 50 mm tief, mit einer Schnittgeschwindigkeit von 18 m/Min. und 0,15 mm Vorschub bohren. Laut graphischer Zeittabelle beträgt die Laufzeit in diesem Falle 0,255 Min. für 10 mm Bohrtiefe. Für 50 mm Bohrtiefe ist die Laufzeit = 0,255 · 5 = 1,27 Min. (Siehe graphische Laufzeitabelle für 18 m/Min.)

Um eine einheitliche Stückzeitberechnung für Bohrarbeiten zu erzielen, müssen auch dafür normale, den jeweiligen Betriebsverhältnissen angepaßte Werte über Schnittgeschwindigkeiten, Vorschübe und Handzeiten ermittelt und festgelegt werden.

Nachfolgende Aufstellung über Durchschnittswerte diene als Beispiel und Anhaltspunkt.

Tabelle 7. Schnittgeschwindigkeiten-Vorschübe und Handzeiten (Bohren).

| Materialart | Schnittgeschwindigkeit in m/Min. | | Vorschübe pro Spindelumdrehung |
|--|----------------------------------|-----------------------|---|
| | Bohrer aus Werkzeug-Stahl | Schnellschnitt-bohrer | |
| Gußeisen weich u. Stahl bis 50 kg Festigkeit . | 10 | 18 | Bohrer bis 6 mm \varnothing = 0,08 mm |
| Gußeisen hart, Stahlg. u. Stahl bis 70 kg Festigkeit | 8 | 14 ÷ 16 | „ „ 10 „ \varnothing = 0,10 „ |
| Bronze | 10 | 16 | „ „ 15 „ \varnothing = 0,125 „ |
| Messing | 12 ÷ 14 | 25 | „ „ 20 „ \varnothing = 0,15 „ |
| | | | „ „ 30 „ \varnothing = 0,20 „ |
| | | | „ „ 40 „ \varnothing = 0,25 „ |
| Für Leichtmetalle, Aluminium usw. richten sich die Schnittgeschw. nach Leistung der Maschine | | | „ über 40 „ \varnothing = 0,3 „ |

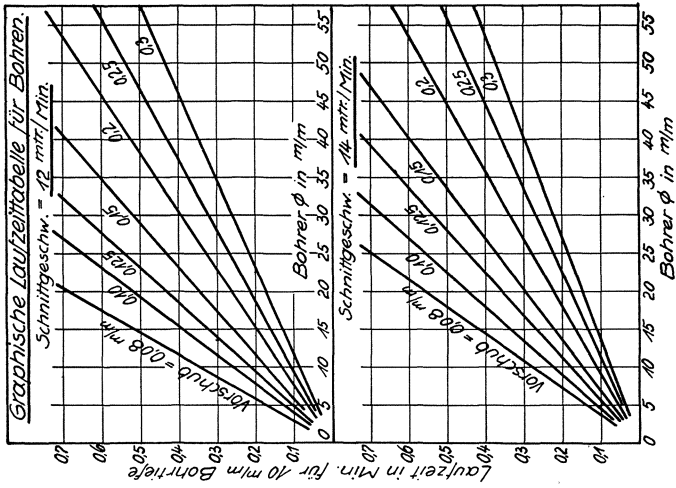


Abb. 32.

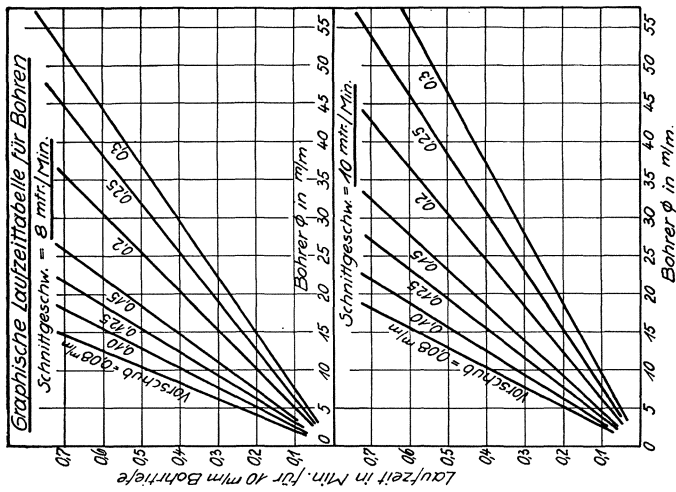


Abb. 31.

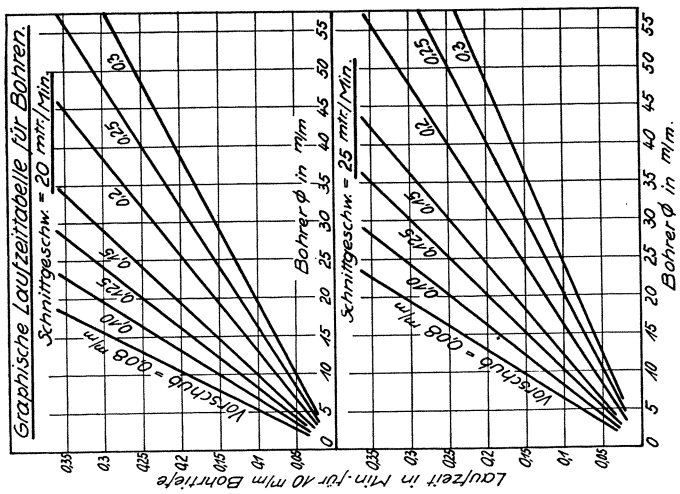


Abb. 34.

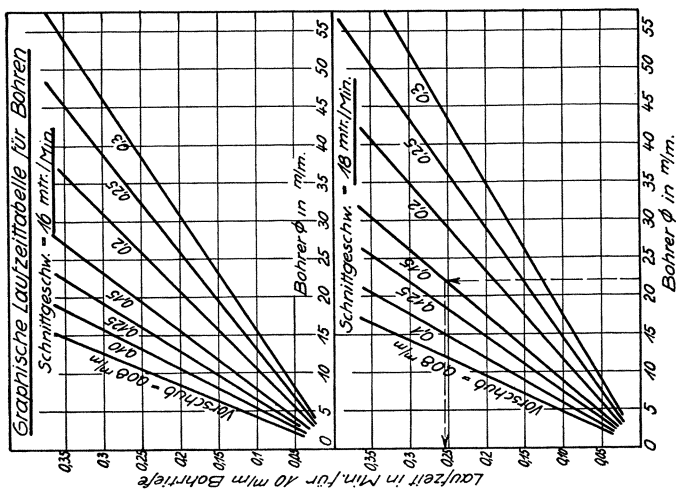


Abb. 33.

Augen auf Höhe fräsen. Allgemein 8 bis 10 m/Min. Vorschub = 0,1.

Für Bohrerstipzen sind zu Lochtiefen folgende Zugaben zuzurechnen:

| | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bohrer- \varnothing | 1 ÷ 3 | 4 ÷ 7 | 8 ÷ 10 | 11 ÷ 13 | 14 ÷ 17 | 18 ÷ 20 | 21 ÷ 23 | 24 ÷ 27 |
| Zugaben in mm | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Bohrer- \varnothing | 28 ÷ 30 | 31 ÷ 33 | 34 ÷ 37 | 38 ÷ 40 | 41 ÷ 43 | 44 ÷ 47 | 48 ÷ 50 | |
| Zugaben in mm | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |

Handzeiten. Maschine richten je nach Arbeitsstück pro Auftrag 3 bis 30 Min. Auf- und Abspannen, je nach Gewicht, Sperrigkeit und vorhandener Vorrichtung.

Schnitt anstellen. Pro Loch 0,1 Min. Bei Verschieben des Stückes je nach Stückgröße bis 0,5 Min.

Bei langen Lochtiefen für ausheben und Späne entfernen und einmal ausheben 0,1 bis 0,25 Min. je nach Bohrgröße.

Ausheben.

| | | |
|-----------------------------|-------------------------|------------|
| Loch bis 6 mm \varnothing | von 10 mm Lochtiefe ab, | alle 5 mm |
| „ „ 10 „ \varnothing | „ 30 „ | „ „ „ 10 „ |
| „ „ 20 „ \varnothing | „ 50 „ | „ „ „ 15 „ |
| „ „ 30 „ \varnothing | „ 60 „ | „ „ „ 20 „ |

Werkzeug wechseln. Allgemein pro Bohrer 0,3 Min. Schnellwechselfutter 0,1 bis 0,15 Min.

1. Kalkulationsbeispiel für Bohrmaschine.

20 schmiedeiserne Kupplungshälften laut Abb. 35 auf 40 mm vorbohren.

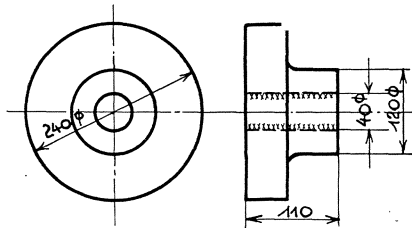


Abb. 35.

Kalkulationsblatt.

| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | | | Gegenstand: Kupplungshälfte Material: Schmiedeeisen Type: | | | | | Zeichnung Nr.: Skizze Stck. Zahl/Einheit: 20 Maschinen-Nr.: | | |
|--|---------------------|---------------|---|--------------|---------------|------------------|-----------|---|--|------------|
| Rohgewicht: Fertiggewicht: | | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 10 |
| 2 | Aufspannen . . . | Bohr Tisch | | | | | | | 1,50 | |
| 3 | Bohren und 6mal | Schnell- | | | | | | | 1,60 | |
| 4 | absheben. . . . | schnittbohrer | 1 | 125 | 40 | 18 | 0,25 | 3,48 | 0,50 | |
| | Abspannen. . . . | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3,48 | 3,60 | 10 |
| | | | | | | | | 5% Zuschlag auf Laufzeit | 0,17 | |
| | | | | | | | | 3,65 | | |
| | | | | | | | | | Für Werkzeuge schleifen 5% Zuschlag auf Handzeit | |
| | | | | | | | | | 0,18 | |
| | | | | | | | | | 3,78 | |

Zeit für 1 Stck. = $3,65 + 3,78 = 7,43$ Min.

Hierzu $\frac{1}{7}$ von Serienzeit pro Stck. = $\frac{10}{7} = 1,42$ „

Gesamtzeit ohne Zuschlag für Akkordverdienst = $8,85$ Min.

Ausgestellt am:

Geprüft am:

2. Kalkulationsbeispiel für Bohrmaschine.

In 50 Stirnräder sollen die Befestigungslöcher laut Abb. 36 gebohrt werden.

Material: Chrom-Nickelstahl.

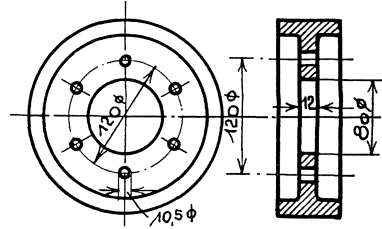


Abb. 36.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Stirnräder | Zeichnung Nr.: Skizze |
| Bohrmaschine | Material: Chromnickelstahl | Stck. Zahl/Einheit: 50 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht:..... | | Fertiggewicht:..... | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|--|------------------------------------|----------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|-----------|----------|-------------|------------|--|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 15 | |
| 2 | Aufspannen | in Bohrvorrichtung | | | | | | | 0,5 | | |
| 3 | Bohren | Schnellschnittbohrer | 6 | 16 | 10,5 | 12 | 0,125 | 2,10 | 0,6 | | |
| 4 | Aus Bohrschablone nehmen | | | | | | | | 0,3 | | |
| 5 | Löcher entgraten . | Senker | | | | 12 | | 0,30 | 0,6 | | |
| | | | | | | | | 2,40 | 2,0 | 15 | |
| 10% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 0,24 | | | |
| Für Werkzeuge schleifen 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 2,64 | | | |
| | | | | | | | | | 0,1 | | |
| | | | | | | | | | 2,1 | | |

Zeit für 1 Stck. = 2,64 + 2,1 = 4,74 Min.

Hierzu 1/30 von Serienzeit pro Stck. = 15 : 30 = 0,50 „

Gesamtzeit ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 5,24 Min.

Ausgestellt am:

Geprüft am:

3. Kalkulationsbeispiel für Bohrmaschine.

50 Zylinderblock-Befestigungslöcher auf Radialbohrmaschine bohren.
(Skizze siehe Abb. 27 für 4 Spindelbohrwerk.)

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|--|---|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Zylinderblock Material: Gußeisen Type: | Zeichnung Nr.: Skizze Stek. Zahl/Einheit: 50 Maschinen-Nr.: |
| Radialbohrmaschine | | |

| Rohgewicht: Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | | | Zeitaufwand | | |
|---|--|---|-------------|--------------|---------------|------------------|-----------|----------|-------------|------------|--|
| Op. Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb. Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 30 | |
| 2 | Aufspannen | mit Bohrschablone Schnellschnittbohrer | | | | | | | 3,00 | | |
| 3 | Bohren | | 10 | 35 | 17 | 18 | 0,15 | 6,92 | 2,00 | | |
| 4 | Bohrschablone abnehmen und abspannen | | | | | | | | 1,50 | | |
| 10 % Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 6,92 | 6,50 | 30 | |
| Für Werkzeuge schleifen 5 % Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 7,61 | 0,32 | | |
| | | | | | | | | | 6,82 | | |

Zeit für 1 Stek. = 7,61 + 6,82 = 14,43 Min.

Hierzu $\frac{1}{30}$ von Serienzeit pro Stek. = $30 : 30 = 1,00$ „

Gesamtzeit pro Stek. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 15,43 Min.

Ausgestellt am: _____ | Geprüft am: _____

IX. Das Gewindeschneiden.

Im Gegensatz zum Drehen gestaltet sich die Stückzeitberechnung für Gewindeschneiden auf der Drehbank erheblich schwieriger. Man hat hier viel mit der Geschicklichkeit des Drehers zu rechnen. So kommt es in der Praxis häufig vor, daß ein geschickter Dreher ein sauberes Gewinde in der halben Zeit wie ein anderer schneidet.

Beim Gewindeschneiden kommt es sehr viel auf richtige Stahleinstellung, richtigen Stahlschliff für die verschiedenen Materialarten, sowie auf die Verwendung geeigneter Schmiermittel an. Diese Vorteile kennt ein geschickter Dreher ganz genau.

Trotzdem ist es möglich, normale Unterlagen für eine einheitliche Stückzeitberechnung zu schaffen.

Folgende Aufstellung über Schnittgeschwindigkeiten sind gute Erfahrungswerte zum Gewindeschneiden für mittelhartes Material und diene als Beispiel. Zu erwähnen ist noch, daß bei Ermittlung und Festsetzung von Schnittgeschwindigkeiten nicht nur die Materialhärte, sondern auch der Gewindedurchmesser zu berücksichtigen ist. Je größer der Durchmesser wird, desto mehr läßt sich die Schnittgeschwindigkeit steigern.

Tabelle 8. Schnittgeschwindigkeiten für mittelhartes Material.

| Gewinde- \varnothing mm | Schnittgeschw. m/Min. | Gewinde- \varnothing mm | Schnittgeschw. m/Min. |
|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| bis 10 | 2 | 11 ÷ 23 | 3 |
| 24 ÷ 40 | 4 | 41 ÷ 55 | 5 |
| 56 ÷ 100 | 6 | 101 ÷ 300 | 7 |
| über 300 | 8 | | |

Die Schnittzahlen beim Gewindeschneiden sind nach Gewinde und Schnitttiefe zu berechnen. Zu berücksichtigen ist dabei, daß die Schnitttiefe bei Feingewinden erfahrungsgemäß geringer gehalten werden muß wie bei Grobgewinden. Durchschnittlich wird mit einer Schnitttiefe von 0,15 bis 0,2 mm pro Span gerechnet.

Die Formel zur Laufzeitberechnung ist dieselbe wie beim Drehen. Vorschub = Gewindesteigung. Ist nur die Gangzahl eines Gewindes bekannt, so ist die Gewindesteigung vorher zu errechnen.

$$\text{Z. B. } 12 \text{ Gang per Zoll} = \frac{25,4}{12} = 2,177 \text{ mm Steigung.}$$

Die Formel zur Laufzeitberechnung lautet:

$$\frac{\text{Gewinde } \varnothing \times 3,14 \times \text{Gewindelänge} \times \text{Schnittzahl}}{\text{Steigung in mm} \times \text{Schnittgeschw. in mm/Min.}} = \text{Laufzeit in Min.}$$

Rechenbeispiel. Auf eine Spindel von 50 mm Durchmesser soll ein Flachgewinde von 6 mm Steigung und 3 mm Gewindetiefe 150 mm

lang geschnitten werden. Die Schnittgeschwindigkeit sei 5 m/Min. Die Schnitttiefe sei 0,2 mm, somit ist die Schnittzahl bei 3 mm Tiefe = 15, dann ist die Laufzeit

$$\frac{50 \cdot 3,14 \cdot 150 \cdot 15}{6 \cdot 5000} = 11,77 \text{ Min.}$$

Zu dieser Laufzeit sind 75% für den Rücklauf zuzurechnen. 75% von 11,77 Min. sind = $11,77 \cdot 0,75 = 8,83$ Min. Die Gesamtlaufzeit würde somit $11,77 + 8,83 = 20,6$ Min. sein.

Für normal vorkommende Spitzgewinde in Maschinenfabriken folgen eine größere Anzahl gebrauchsfertige Gewindetabellen, welche das Berechnen von Laufzeiten wesentlich vereinfachen. Diese Tabellen sind für mittelhartes Material berechnet und nach Erfahrungswerten aufgestellt. Sämtliche Tabellen sind in zwei Hälften eingeteilt.

Aus der ersten Hälfte der Tabellen sind ersichtlich: Gewinde- oder Nenndurchmesser, minutliche Umdrehungszahlen für 1 m/Min. Schnittgeschwindigkeit berechnet, Gewindesteigungen in mm und bei Zollgewinden Gangzahl, Gewindetiefe und Laufzeit in Minuten für 10 mm Gewindelänge mit und ohne Rücklauf. Die Laufzeiten sind berechnet für einen Schnitt und 1 m/Min. Schnittgeschwindigkeit. Die erste Hälfte der Tabellen benutze man, wenn Umrechnungen von Laufzeiten notwendig sind. Z. B. es muß besonders hartes Material geschnitten werden, welches erstens mehr Schnitte erfordert und zweitens nur mit einer geringen Schnittgeschwindigkeit bearbeitet werden kann. Außerdem sind aus der ersten Hälfte Laufzeiten für Gewindeschneidmaschinen zu ermitteln. In gleicher Weise können daraus Laufzeiten für das Gewindeschneiden mittels Gewindebohrer an Bohrmaschinen berechnet werden.

1. Beispiel. Ein 3''-Whitworth-Gewinde, besonders hartes Material, kann nicht mit einer Schnittgeschwindigkeit von 6 m/Min. und 20 Schnitten fertig geschnitten werden, wie in den Tabellen der zweiten Hälfte angegeben ist.

Angenommen, es seien dazu 25 Schnitte bei einer Schnittgeschwindigkeit von 4 m/Min. notwendig. In diesem Falle ermittle die Laufzeit wie folgt:

Die erste Hälfte der Tabelle gibt für eine Gewindelänge von 10 mm mit Rücklauf eine Laufzeit von 0,58 Min. bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt an. Für 25 Schnitte ist somit die Laufzeit = $0,58 \cdot 25 = 14,5$ Min. bei 1 m/Min. und bei 4 m/Min. = $14,5 : 4 = 3,62$ Min. für 10 mm Gewindelänge.

Zur Umrechnung von Laufzeiten wende man deshalb folgende Formel an:

$$\frac{\text{Tabellenwert der 1. Hälfte} \times \text{Schnittzahl}}{\text{Schnittgeschw. in m/Min.}} = \text{Laufzeit in Min. f. 10 mm Gew. Lg.}$$

2. Beispiel. Ein $\frac{5}{8}$ ''-Whitworth-Gewinde soll 100 mm lang mit 1 Schnitt auf einer Gewindeschneidmaschine mit 3 m/Min. Schnittgeschwindigkeit geschnitten werden. Angenommen ist, daß ein automatisch aufspringender Gewindeschneidkopf verwendet wird. In diesem Falle nehme man die Tabellenzeit ohne Rücklauf. Die Laufzeit beträgt laut Tabelle 0,22 Min. bei 1 m/Min. und bei 3 m/Min. = $0,22 : 3 = 0,073$ Min. für 10 mm Länge und für 100 mm Länge = $0,073 \cdot 10 = 0,73$ Min.

In gleicher Weise werden Laufzeiten für Gewindeschneiden an Bohrmaschinen mit Gewindebohrer ermittelt. Jedoch ist in diesen Fällen immer der Tabellenwert mit Rücklauf zu benutzen. Außerdem muß die Laufzeit, wenn ein Gewinde mit zwei oder drei Gewindebohrern geschnitten wird, verdoppelt oder verdreifacht werden.

Die zweite Hälfte der Gewindetabellen sind gebrauchsfertige, für mittelhartes Material berechnete Tabellen.

Es sind daraus ersichtlich: Normale Schnittgeschwindigkeiten in m/Min., mit welchen mittelhartes Material auf der Drehbank geschnitten werden soll. Weiter sind die minutlichen Umdrehungszahlen für den betreffenden Gewindedurchmesser und angegebenen Schnittgeschwindigkeiten enthalten. Ferner sind normale Schnittzahlen und Laufzeiten mit und ohne Rücklauf für 10 mm Gewindelänge angegeben. Die Feststellung der Laufzeit für ein bestimmtes Gewinde auf der Drehbank geschnitten, bedarf nach diesen Tabellen nur einer einfachen Multiplikation.

Beispiel: Ein metrisches Gewinde von 64 mm Durchmesser, 6 mm Steigung und 80 mm Länge erfordert welche Laufzeiten?

Laut Tabelle ist die Laufzeit für 10 mm Länge mit Rücklauf = 2,03 Min. und für 80 mm Länge = $2,03 \cdot 8 = 16,24$ Min.

Graphische Zeittabellen. Will man sich die Laufzeit-Berechnung noch mehr vereinfachen, dann kann man, wenn in einem bestimmten Betriebe dauernd vorkommende Spitzgewinde bekannt sind, die Werte aus den Gewindetabellen herausziehen und dafür graphische Tabellen anlegen.

Angenommen, es werden bestimmte metrische Gewinde dauernd gebraucht, dann lege man dafür graphische Zeittabellen, wie Muster zeigt, an.

Die Aufstellung von graphischen Tabellen ist sehr einfach. Man teile auf der unteren Seite die Gewindedurchmesser in mm ein und auf der linken Seite die Zeit in Minuten für 10 mm Gewindelänge. Sodann ermittelt man die Laufzeit aus den Zahlentabellen und überträgt dieselben auf die graphische Tabelle. Die graphische Tabelle zeigt als Beispiel das Ablesen und Eintragen von einem 64 mm metrischen Ge-

winde. Laut dieser Tabelle ist für das genannte Gewinde die Laufzeit 2,03 Min. für 10 mm Gewindelänge.

Handzeiten. Als Durchschnittswerte und Anhaltspunkte für Handzeiten diene nachfolgende Aufstellung:

Maschine einrichten pro Auftrag 10 bis 30 Min., sofern das Gewinde besonders und nicht anschließend beim Drehen geschnitten wird.

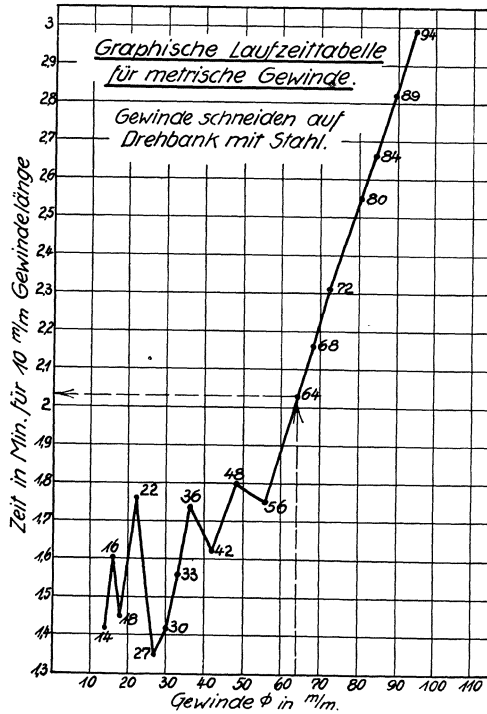


Abb. 37.

Schnitt anstellen pro Schnitt 0,3 Min.

Gewinde säubern und einpassen durchschnittlich 15% von Laufzeit.

Auf- und Abspannen je nach Gewicht und Größe von 0,1 Min. an.

Gewindeschneidmaschinen. Bei Gewindeschneidmaschinen ist nach einer bestimmten Maschinenlaufzeit 10 bis 15 Minuten für Backenwechsel einzusetzen. Durchschnittlich alle vier Maschinenstunden.

Gewinde schneiden auf Bohrmaschinen. Schnitt anstellen à Gewindebohrer 0,1 bis 0,15 Min.

Tabelle 9.

| Whitworth-Gewinde von ¼÷6 Zoll | | | | | | | Gesamtlaufzeit in Minuten für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------|----------|---------------|------------|-------------------|------------------|--|----------------|--------------------|-------------------|------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | | | | | | |
| Nenn-Ø | Umdr. pro Min. | Gangzahl | Steigg. in mm | Gew.-Tiefe | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. | Schnittgeschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnittzahl normal | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. |
| ¼'' | 50,15 | 20 | 1,27 | 0,813 | 0,16 | 0,28 | 2 | 100 | 12 | 0,96 | 1,68 |
| ⅜'' | 39,80 | 18 | 1,411 | 0,904 | 0,18 | 0,315 | 2 | 80 | 11 | 0,99 | 1,73 |
| ½'' | 33,44 | 16 | 1,588 | 1,017 | 0,19 | 0,33 | 3 | 100 | 11 | 0,70 | 1,22 |
| ⅝'' | 28,65 | 14 | 1,814 | 1,162 | 0,19 | 0,33 | 3 | 86 | 11 | 0,70 | 1,22 |
| ¾'' | 25,00 | 12 | 2,117 | 1,355 | 0,19 | 0,33 | 3 | 75 | 11 | 0,70 | 1,22 |
| ⅞'' | 20,00 | 11 | 2,309 | 1,479 | 0,22 | 0,38 | 3 | 60 | 10 | 0,73 | 1,27 |
| 1'' | 16,71 | 10 | 2,54 | 1,627 | 0,235 | 0,41 | 3 | 50 | 10 | 0,78 | 1,36 |
| 1 ⅛'' | 14,33 | 9 | 2,822 | 1,807 | 0,25 | 0,44 | 3 | 43 | 10 | 0,83 | 1,45 |
| 1 ¼'' | 12,54 | 8 | 3,175 | 2,033 | 0,25 | 0,44 | 4 | 50 | 11 | 0,69 | 1,20 |
| 1 ⅝'' | 11,14 | 7 | 3,629 | 2,324 | 0,25 | 0,44 | 4 | 45 | 12 | 0,75 | 1,30 |
| 1 ¾'' | 10,03 | 7 | 3,629 | 2,324 | 0,275 | 0,48 | 4 | 40 | 12 | 0,83 | 1,46 |
| 1 ⅞'' | 9,12 | 6 | 4,233 | 2,711 | 0,26 | 0,455 | 4 | 36 | 14 | 0,91 | 1,59 |
| 2'' | 8,36 | 6 | 4,233 | 2,711 | 0,28 | 0,49 | 4 | 33 | 14 | 0,98 | 1,71 |
| 2 ⅛'' | 7,71 | 5 | 5,08 | 3,253 | 0,255 | 0,45 | 5 | 39 | 16 | 0,82 | 1,44 |
| 2 ¼'' | 7,16 | 5 | 5,08 | 3,253 | 0,275 | 0,48 | 5 | 36 | 16 | 0,88 | 1,54 |
| 2 ½'' | 6,69 | 4 ½ | 5,645 | 3,614 | 0,265 | 0,46 | 5 | 33 | 18 | 0,96 | 1,68 |
| 2 ⅞'' | 6,27 | 4 ½ | 5,645 | 3,614 | 0,28 | 0,49 | 5 | 31 | 18 | 1,00 | 1,75 |
| 3'' | 5,57 | 4 | 6,35 | 4,066 | 0,28 | 0,49 | 6 | 33 | 20 | 0,93 | 1,63 |
| 3 ⅛'' | 5,01 | 4 | 6,35 | 4,066 | 0,32 | 0,55 | 6 | 30 | 20 | 1,06 | 1,85 |
| 3 ¼'' | 4,56 | 3 ½ | 7,257 | 4,647 | 0,30 | 0,53 | 6 | 27 | 21 | 1,05 | 1,83 |
| 3 ½'' | 4,18 | 3 ½ | 7,257 | 4,647 | 0,33 | 0,58 | 6 | 25 | 21 | 1,16 | 2,03 |
| 3 ¾'' | 3,86 | 3 ¼ | 7,816 | 5,005 | 0,33 | 0,58 | 6 | 23 | 22 | 1,21 | 2,12 |
| 4'' | 3,58 | 3 ¼ | 7,816 | 5,005 | 0,36 | 0,63 | 6 | 21 | 22 | 1,32 | 2,31 |
| 4 ¼'' | 3,34 | 3 | 8,467 | 5,422 | 0,36 | 0,63 | 6 | 20 | 23 | 1,38 | 2,42 |
| 4 ½'' | 3,13 | 3 | 8,467 | 5,422 | 0,38 | 0,66 | 6 | 19 | 23 | 1,46 | 2,55 |
| 4 ¾'' | 2,95 | 2 ⅞ | 8,835 | 5,657 | 0,39 | 0,68 | 7 | 21 | 24 | 1,34 | 2,34 |
| 5'' | 2,79 | 2 ⅞ | 8,835 | 5,657 | 0,41 | 0,71 | 7 | 19,5 | 24 | 1,40 | 2,45 |
| 5 ⅛'' | 2,64 | 2 ¾ | 9,237 | 5,915 | 0,41 | 0,71 | 7 | 18,5 | 26 | 1,52 | 2,66 |
| 5 ¼'' | 2,50 | 2 ¾ | 9,237 | 5,915 | 0,44 | 0,77 | 7 | 17,5 | 26 | 1,63 | 2,86 |
| 5 ½'' | 2,39 | 2 ⅝ | 9,677 | 6,196 | 0,43 | 0,76 | 7 | 17 | 28 | 1,72 | 3,01 |
| 5 ¾'' | 2,28 | 2 ⅝ | 9,677 | 6,196 | 0,46 | 0,80 | 7 | 16 | 28 | 1,84 | 3,22 |
| 6'' | 2,18 | 2 ½ | 10,16 | 6,506 | 0,45 | 0,79 | 7 | 15 | 30 | 1,93 | 3,37 |
| 6 ¼'' | 2,09 | 2 ½ | 10,16 | 6,506 | 0,47 | 0,83 | 7 | 14,5 | 30 | 2,00 | 3,50 |

Tabelle 10.

| Gas-Gewinde von $\frac{1}{8}$ ÷18 Zoll | | | | | | | Gesamtlaufzeit in Minuten für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|--|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | | Gesamtlaufzeit in Minuten für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Nenn- Ø | Umdr. pro Min. | Gang- zahl | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| $\frac{1}{8}$ " | 32,7 | 28 | 0,907 | 0,581 | 0,34 | 0,59 | 3 | 98 | 9 | 1,02 | 1,78 |
| $\frac{1}{4}$ " | 24,2 | 19 | 1,337 | 0,856 | 0,31 | 0,54 | 3 | 73 | 10 | 1,03 | 1,80 |
| $\frac{3}{8}$ " | 19,11 | 19 | 1,337 | 0,856 | 0,39 | 0,68 | 3 | 57 | 10 | 1,30 | 2,27 |
| $\frac{1}{2}$ " | 15,2 | 14 | 1,814 | 1,162 | 0,36 | 0,62 | 3 | 46 | 10 | 1,20 | 2,10 |
| $\frac{5}{8}$ " | 14,09 | 14 | 1,814 | 1,162 | 0,39 | 0,68 | 3 | 42 | 10 | 1,30 | 2,27 |
| $\frac{3}{4}$ " | 12,04 | 14 | 1,814 | 1,162 | 0,46 | 0,80 | 4 | 48 | 10 | 1,15 | 2,01 |
| $\frac{7}{8}$ " | 10,54 | 14 | 1,814 | 1,162 | 0,52 | 0,91 | 4 | 42 | 10 | 1,30 | 2,27 |
| 1" | 9,58 | 11 | 2,309 | 1,479 | 0,45 | 0,79 | 4 | 38 | 10 | 1,12 | 1,96 |
| 1 $\frac{1}{8}$ " | 8,40 | 11 | 2,309 | 1,479 | 0,515 | 0,90 | 4 | 33 | 10 | 1,29 | 2,25 |
| 1 $\frac{1}{4}$ " | 7,6 | 11 | 2,309 | 1,479 | 0,57 | 1,00 | 5 | 38 | 10 | 1,14 | 2,00 |
| 1 $\frac{3}{8}$ " | 7,18 | 11 | 2,309 | 1,479 | 0,60 | 1,05 | 5 | 36 | 10 | 1,20 | 2,10 |
| 1 $\frac{1}{2}$ " | 6,66 | 11 | 2,309 | 1,479 | 0,65 | 1,14 | 5 | 33 | 10 | 1,30 | 2,27 |
| 1 $\frac{3}{4}$ " | 5,92 | 11 | 2,309 | 1,479 | 0,73 | 1,28 | 6 | 35,5 | 10 | 1,21 | 2,11 |
| 2" | 5,34 | 11 | 2,309 | 1,479 | 0,81 | 1,42 | 6 | 32 | 10 | 1,35 | 2,36 |
| 2 $\frac{1}{4}$ " | 4,85 | 11 | 2,309 | 1,479 | 0,895 | 1,57 | 6 | 29 | 10 | 1,49 | 2,60 |
| 2 $\frac{1}{2}$ " | 4,24 | 11 | 2,309 | 1,479 | 1,00 | 1,75 | 6 | 25,5 | 10 | 1,67 | 2,92 |
| 2 $\frac{3}{4}$ " | 3,90 | 11 | 2,309 | 1,479 | 1,11 | 1,94 | 6 | 23,5 | 10 | 1,85 | 3,24 |
| 3" | 3,62 | 11 | 2,309 | 1,479 | 1,20 | 2,10 | 6 | 22 | 10 | 2,00 | 3,50 |
| 3 $\frac{1}{4}$ " | 3,39 | 11 | 2,309 | 1,479 | 1,275 | 2,23 | 6 | 20,4 | 10 | 2,13 | 3,73 |
| 3 $\frac{1}{2}$ " | 3,17 | 11 | 2,309 | 1,479 | 1,365 | 2,39 | 7 | 22 | 10 | 1,95 | 3,42 |
| 3 $\frac{3}{4}$ " | 2,98 | 11 | 2,309 | 1,479 | 1,45 | 2,54 | 7 | 21 | 10 | 2,07 | 3,62 |
| 4" | 2,82 | 11 | 2,309 | 1,479 | 1,50 | 2,63 | 7 | 20 | 10 | 2,14 | 3,74 |
| 4 $\frac{1}{2}$ " | 2,53 | 11 | 2,309 | 1,479 | 1,71 | 3,00 | 7 | 18 | 10 | 2,44 | 4,28 |
| 5" | 2,30 | 11 | 2,309 | 1,479 | 1,88 | 3,29 | 7 | 16 | 10 | 2,70 | 4,71 |
| 5 $\frac{1}{2}$ " | 2,10 | 11 | 2,309 | 1,479 | 2,06 | 3,60 | 7 | 15 | 10 | 2,94 | 5,14 |
| 6" | 1,94 | 11 | 2,309 | 1,479 | 2,23 | 3,90 | 7 | 13,5 | 10 | 3,18 | 5,56 |
| 7" | 1,68 | 10 | 2,54 | 1,627 | 2,34 | 4,10 | 7 | 12 | 11 | 3,68 | 6,44 |
| 8" | 1,48 | 10 | 2,54 | 1,627 | 2,66 | 4,65 | 7 | 10 | 11 | 4,18 | 7,31 |
| 9" | 1,33 | 10 | 2,54 | 1,627 | 2,97 | 5,19 | 7 | 9 | 11 | 4,67 | 8,17 |
| 10" | 1,21 | 10 | 2,54 | 1,627 | 3,25 | 5,69 | 7 | 8,5 | 11 | 5,10 | 8,92 |
| 11" | 1,09 | 8 | 3,175 | 2,033 | 2,88 | 5,04 | 8 | 9 | 13 | 4,68 | 8,19 |
| 12" | 1,00 | 8 | 3,175 | 2,033 | 3,15 | 5,51 | 8 | 8 | 13 | 5,12 | 8,96 |
| 13" | 0,92 | 8 | 3,175 | 2,033 | 3,44 | 6,02 | 8 | 7,4 | 13 | 5,59 | 9,76 |
| 14" | 0,85 | 8 | 3,175 | 2,033 | 3,68 | 6,44 | 8 | 6,7 | 13 | 5,98 | 10,46 |
| 15" | 0,80 | 8 | 3,175 | 2,033 | 3,94 | 6,89 | 8 | 6,4 | 13 | 6,40 | 11,20 |
| 16" | 0,75 | 8 | 3,175 | 2,033 | 4,20 | 7,35 | 8 | 6,0 | 13 | 6,82 | 11,92 |
| 17" | 0,71 | 8 | 3,175 | 2,033 | 4,44 | 7,77 | 8 | 5,7 | 13 | 7,21 | 12,61 |
| 18" | 0,67 | 8 | 3,175 | 2,033 | 4,70 | 8,22 | 8 | 5,4 | 13 | 7,64 | 13,37 |

Tabelle 11.

| Whitworth-Feingewinde 1 von 56÷224 mm Durchmesser | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------------|---------------------|---------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Nenn- Ø | Umdr. pro Min. | Gang- zahl | Steigg. in mm | Gew- Tiefe | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. |
| 56 | 5,68 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,28 | 0,48 | 6 | 34 | 18 | 0,84 | 1,47 |
| 60 | 5,30 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,30 | 0,52 | 6 | 32 | 18 | 0,90 | 1,58 |
| 64 | 4,97 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,32 | 0,55 | 6 | 30 | 18 | 0,96 | 1,68 |
| 68 | 4,68 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,34 | 0,59 | 6 | 28 | 18 | 1,02 | 1,78 |
| 72 | 4,42 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,36 | 0,62 | 6 | 26,5 | 18 | 1,08 | 1,89 |
| 76 | 4,19 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,375 | 0,66 | 6 | 25 | 18 | 1,12 | 1,97 |
| 80 | 3,98 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,395 | 0,69 | 6 | 24 | 18 | 1,18 | 2,07 |
| 84 | 3,79 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,415 | 0,73 | 6 | 23 | 18 | 1,24 | 2,18 |
| 89 | 3,57 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,44 | 0,77 | 6 | 21,5 | 18 | 1,32 | 2,31 |
| 94 | 3,38 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,465 | 0,81 | 6 | 20 | 18 | 1,39 | 2,43 |
| 99 | 3,21 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,49 | 0,86 | 6 | 19 | 18 | 1,47 | 2,57 |
| 104 | 3,06 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,51 | 0,90 | 7 | 21,5 | 18 | 1,31 | 2,30 |
| 109 | 2,92 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,54 | 0,94 | 7 | 20,5 | 18 | 1,39 | 2,43 |
| 114 | 2,79 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,56 | 0,98 | 7 | 19,5 | 18 | 1,44 | 2,52 |
| 119 | 2,67 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,59 | 1,03 | 7 | 18,7 | 18 | 1,52 | 2,66 |
| 124 | 2,56 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,61 | 1,07 | 7 | 18 | 18 | 1,57 | 2,75 |
| 129 | 2,46 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,64 | 1,12 | 7 | 17,3 | 18 | 1,64 | 2,87 |
| 134 | 2,37 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,66 | 1,16 | 7 | 16,6 | 18 | 1,70 | 2,97 |
| 139 | 2,29 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,69 | 1,20 | 7 | 16 | 18 | 1,77 | 3,10 |
| 144 | 2,21 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,71 | 1,25 | 7 | 15,5 | 18 | 1,83 | 3,20 |
| 149 | 2,13 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,735 | 1,29 | 7 | 15 | 18 | 1,89 | 3,30 |
| 154 | 2,06 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,76 | 1,33 | 7 | 14,4 | 18 | 1,95 | 3,41 |
| 159 | 2,00 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,785 | 1,37 | 7 | 14 | 18 | 2,02 | 3,53 |
| 164 | 1,94 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,81 | 1,41 | 7 | 13,6 | 18 | 2,08 | 3,64 |
| 169 | 1,88 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,835 | 1,46 | 7 | 13,2 | 18 | 2,15 | 3,76 |
| 174 | 1,83 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,86 | 1,50 | 7 | 12,8 | 18 | 2,21 | 3,88 |
| 179 | 1,77 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,885 | 1,55 | 7 | 12,4 | 18 | 2,27 | 3,98 |
| 184 | 1,73 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,91 | 1,59 | 7 | 12,1 | 18 | 2,34 | 4,09 |
| 189 | 1,68 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,935 | 1,64 | 7 | 11,8 | 18 | 2,40 | 4,20 |
| 194 | 1,64 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,96 | 1,68 | 7 | 11,5 | 18 | 2,47 | 4,32 |
| 199 | 1,60 | 4 | 6,35 | 3,596 | 0,985 | 1,72 | 7 | 11,2 | 18 | 2,53 | 4,42 |
| 204 | 1,56 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,01 | 1,76 | 7 | 10,9 | 18 | 2,60 | 4,55 |
| 209 | 1,52 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,03 | 1,81 | 7 | 10,6 | 18 | 2,65 | 4,64 |
| 214 | 1,48 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,06 | 1,85 | 7 | 10,4 | 18 | 2,72 | 4,76 |
| 219 | 1,45 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,085 | 1,89 | 7 | 10,1 | 18 | 2,79 | 4,88 |
| 224 | 1,42 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,11 | 1,94 | 7 | 9,9 | 18 | 2,86 | 5,00 |
| 229 | 1,39 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,135 | 1,98 | 7 | 9,7 | 18 | 2,92 | 5,11 |
| 234 | 1,36 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,16 | 2,03 | 7 | 9,5 | 18 | 2,98 | 5,21 |
| 239 | 1,33 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,185 | 2,07 | 7 | 9,3 | 18 | 3,05 | 5,33 |
| 244 | 1,30 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,21 | 2,11 | 7 | 9,1 | 18 | 3,11 | 5,44 |
| 249 | 1,27 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,24 | 2,16 | 7 | 8,9 | 18 | 3,19 | 5,57 |
| 254 | 1,25 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,26 | 2,20 | 7 | 8,7 | 18 | 3,24 | 5,67 |
| 259 | 1,22 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,285 | 2,25 | 7 | 8,5 | 18 | 3,30 | 5,77 |
| 264 | 1,20 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,31 | 2,29 | 7 | 8,4 | 18 | 3,37 | 5,89 |
| 269 | 1,18 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,395 | 2,33 | 7 | 8,2 | 18 | 3,43 | 6,00 |
| 274 | 1,16 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,36 | 2,38 | 7 | 8,1 | 18 | 3,50 | 6,12 |
| 279 | 1,14 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,385 | 2,42 | 7 | 8,0 | 18 | 3,56 | 6,23 |

Fortsetzung zu Tabelle 11.

| Whitworth-Feingewinde 1 von 284÷499 mm Durchmesser | | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Nenn- Ø | Umdr. pro Min. | Gang- zahl | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 284 | 1,12 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,41 | 2,46 | 7 | 7,8 | 18 | 3,62 | 6,33 |
| 289 | 1,10 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,435 | 2,51 | 7 | 7,7 | 18 | 3,69 | 6,45 |
| 294 | 1,08 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,46 | 2,55 | 7 | 7,6 | 18 | 3,75 | 6,56 |
| 299 | 1,06 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,485 | 2,60 | 7 | 7,4 | 18 | 3,82 | 6,68 |
| 309 | 1,03 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,525 | 2,67 | 8 | 8,2 | 18 | 3,43 | 6,00 |
| 319 | 1,00 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,57 | 2,74 | 8 | 8,0 | 18 | 3,53 | 6,18 |
| 329 | 0,97 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,62 | 2,82 | 8 | 7,8 | 18 | 3,64 | 6,37 |
| 339 | 0,94 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,67 | 2,92 | 8 | 7,5 | 18 | 3,75 | 6,56 |
| 349 | 0,91 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,72 | 3,01 | 8 | 7,3 | 18 | 3,87 | 6,77 |
| 359 | 0,89 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,77 | 3,10 | 8 | 7,1 | 18 | 3,98 | 6,97 |
| 369 | 0,86 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,82 | 3,18 | 8 | 6,9 | 18 | 4,09 | 7,16 |
| 379 | 0,84 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,87 | 3,27 | 8 | 6,7 | 18 | 4,20 | 7,35 |
| 389 | 0,82 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,92 | 3,36 | 8 | 6,6 | 18 | 4,32 | 7,56 |
| 399 | 0,80 | 4 | 6,35 | 3,596 | 1,97 | 3,45 | 8 | 6,4 | 18 | 4,43 | 7,76 |
| 409 | 0,78 | 4 | 6,35 | 3,596 | 2,02 | 3,53 | 8 | 6,2 | 18 | 4,54 | 7,95 |
| 419 | 0,76 | 4 | 6,35 | 3,596 | 2,07 | 3,62 | 8 | 6,1 | 18 | 4,65 | 8,14 |
| 429 | 0,74 | 4 | 6,35 | 3,596 | 2,12 | 3,71 | 8 | 5,9 | 18 | 4,77 | 8,34 |
| 439 | 0,725 | 4 | 6,35 | 3,596 | 2,17 | 3,80 | 8 | 5,8 | 18 | 4,88 | 8,54 |
| 449 | 0,71 | 4 | 6,35 | 3,596 | 2,22 | 3,88 | 8 | 5,7 | 18 | 5,00 | 8,75 |
| 459 | 0,69 | 4 | 6,35 | 3,596 | 2,27 | 3,97 | 8 | 5,5 | 18 | 5,11 | 8,95 |
| 469 | 0,68 | 4 | 6,35 | 3,596 | 2,32 | 4,06 | 8 | 5,4 | 18 | 5,22 | 9,14 |
| 479 | 0,665 | 4 | 6,35 | 3,596 | 2,37 | 4,15 | 8 | 5,3 | 18 | 5,33 | 9,33 |
| 489 | 0,65 | 4 | 6,35 | 3,596 | 2,42 | 4,23 | 8 | 5,2 | 18 | 5,44 | 9,52 |
| 499 | 0,64 | 4 | 6,35 | 3,596 | 2,47 | 4,32 | 8 | 5,1 | 18 | 5,56 | 9,73 |

Tabelle 12.

| Whitworth-Feingewinde 2 von 20÷45 mm Durchmesser | | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Nenn- Ø | Umdr. pro Min. | Gang- zahl | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 20 | 15,92 | 10 | 2,54 | 1,439 | 0,25 | 0,44 | 3 | 48 | 10 | 0,83 | 1,45 |
| 22 | 14,47 | 10 | 2,54 | 1,439 | 0,27 | 0,47 | 3 | 43 | 10 | 0,90 | 1,58 |
| 24 | 13,27 | 10 | 2,54 | 1,439 | 0,30 | 0,52 | 4 | 53 | 10 | 0,75 | 1,32 |
| 27 | 11,79 | 10 | 2,54 | 1,439 | 0,335 | 0,58 | 4 | 47 | 10 | 0,84 | 1,47 |
| 30 | 10,61 | 10 | 2,54 | 1,439 | 0,37 | 0,65 | 4 | 42 | 10 | 0,925 | 1,62 |
| 33 | 9,65 | 10 | 2,54 | 1,439 | 0,41 | 0,72 | 4 | 39 | 10 | 1,025 | 1,78 |
| 36 | 8,85 | 8 | 3,175 | 1,798 | 0,355 | 0,62 | 4 | 35 | 10 | 0,89 | 1,56 |
| 39 | 8,16 | 8 | 3,175 | 1,798 | 0,385 | 0,67 | 5 | 41 | 10 | 0,77 | 1,35 |
| 42 | 7,58 | 8 | 3,175 | 1,798 | 0,415 | 0,72 | 5 | 38 | 10 | 0,83 | 1,45 |
| 45 | 7,08 | 8 | 3,175 | 1,798 | 0,445 | 0,78 | 5 | 35 | 10 | 0,89 | 1,56 |

Tabelle 12 (Fortsetzung).

| Whitworth-Feingewinde 2 von 48÷189 mm Durchmesser | | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Nenn- Ø | Umdr. pro Min. | Gang- zahl | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 48 | 6,63 | 8 | 3,175 | 1,798 | 0,475 | 0,83 | 5 | 33 | 10 | 0,95 | 1,66 |
| 52 | 6,12 | 8 | 3,175 | 1,798 | 0,515 | 0,90 | 5 | 31 | 10 | 1,03 | 1,80 |
| 56 | 5,68 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,415 | 0,52 | 6 | 34 | 12 | 0,83 | 1,45 |
| 60 | 5,30 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,445 | 0,78 | 6 | 32 | 12 | 0,89 | 1,56 |
| 64 | 4,97 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,475 | 0,83 | 6 | 30 | 12 | 0,95 | 1,66 |
| 68 | 4,68 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,505 | 0,88 | 6 | 28 | 12 | 1,01 | 1,76 |
| 72 | 4,42 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,535 | 0,94 | 6 | 26,5 | 12 | 1,07 | 1,87 |
| 76 | 4,19 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,565 | 0,99 | 6 | 25 | 12 | 1,13 | 1,98 |
| 80 | 3,98 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,595 | 1,04 | 6 | 24 | 12 | 1,19 | 2,08 |
| 84 | 3,79 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,625 | 1,09 | 6 | 23 | 12 | 1,25 | 2,19 |
| 89 | 3,57 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,66 | 1,16 | 6 | 21,5 | 12 | 1,32 | 2,31 |
| 94 | 3,38 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,70 | 1,23 | 6 | 20 | 12 | 1,40 | 2,45 |
| 99 | 3,21 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,73 | 1,28 | 6 | 19 | 12 | 1,46 | 2,56 |
| 104 | 3,06 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,77 | 1,35 | 7 | 21,5 | 12 | 1,32 | 2,31 |
| 109 | 2,92 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,81 | 1,42 | 7 | 20,5 | 12 | 1,39 | 2,43 |
| 114 | 2,79 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,85 | 1,49 | 7 | 19,5 | 12 | 1,46 | 2,55 |
| 119 | 2,67 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,88 | 1,54 | 7 | 18,7 | 12 | 1,51 | 2,64 |
| 124 | 2,56 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,92 | 1,61 | 7 | 18 | 12 | 1,57 | 2,75 |
| 129 | 2,46 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,96 | 1,68 | 7 | 17,3 | 12 | 1,64 | 2,87 |
| 134 | 2,37 | 6 | 4,233 | 2,397 | 0,995 | 1,75 | 7 | 16,6 | 12 | 1,70 | 2,97 |
| 139 | 2,29 | 6 | 4,233 | 2,397 | 1,03 | 1,80 | 7 | 16 | 12 | 1,77 | 3,10 |
| 144 | 2,21 | 6 | 4,233 | 2,397 | 1,07 | 1,87 | 7 | 15,5 | 12 | 1,83 | 3,20 |
| 149 | 2,13 | 6 | 4,233 | 2,397 | 1,10 | 1,93 | 7 | 15 | 12 | 1,89 | 3,30 |
| 154 | 2,06 | 6 | 4,233 | 2,397 | 1,14 | 2,00 | 7 | 14,4 | 12 | 1,95 | 3,41 |
| 159 | 2,00 | 6 | 4,233 | 2,397 | 1,18 | 2,07 | 7 | 14 | 12 | 2,02 | 3,53 |
| 164 | 1,94 | 6 | 4,233 | 2,397 | 1,215 | 2,13 | 7 | 13,6 | 12 | 2,08 | 3,64 |
| 169 | 1,88 | 6 | 4,233 | 2,397 | 1,25 | 2,19 | 7 | 13,2 | 12 | 2,15 | 3,76 |
| 174 | 1,83 | 6 | 4,233 | 2,397 | 1,29 | 2,26 | 7 | 12,8 | 12 | 2,21 | 3,88 |
| 179 | 1,77 | 6 | 4,233 | 2,397 | 1,33 | 2,33 | 7 | 12,4 | 12 | 2,28 | 3,99 |
| 184 | 1,73 | 6 | 4,233 | 2,397 | 1,365 | 2,39 | 7 | 12,1 | 12 | 2,34 | 4,09 |
| 189 | 1,68 | 6 | 4,233 | 2,397 | 1,40 | 2,45 | 7 | 11,8 | 12 | 2,40 | 4,20 |

Tabelle 13.

| Metrisches Gewinde von 1÷1,7 mm Durchmesser | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Ge- winde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 1 | 318 | 0,25 | 0,174 | 0,125 | 0,22 | Gewinde unter 6 mm Durchmesser dürften in den seltensten Fällen mit Stahl geschnitten werden! | | | | |
| 1,2 | 265 | 0,25 | 0,174 | 0,15 | 0,26 | | | | | |
| 1,4 | 227 | 0,3 | 0,208 | 0,146 | 0,25 | | | | | |
| 1,7 | 187 | 0,35 | 0,243 | 0,152 | 0,27 | | | | | |

Tabelle 13 (Fortsetzung).

| Metrisches Gewinde von 2,0–124 mm Durchmesser | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. |
| 2,0 | 159 | 0,40 | 0,278 | 0,157 | 0,274 | | | | | |
| 2,3 | 138 | 0,40 | 0,278 | 0,18 | 0,315 | | | | | |
| 2,6 | 122 | 0,45 | 0,313 | 0,181 | 0,32 | | | | | |
| 3 | 106 | 0,5 | 0,347 | 0,188 | 0,33 | | | | | |
| 3,5 | 91 | 0,6 | 0,417 | 0,182 | 0,32 | | | | | |
| 4 | 80 | 0,7 | 0,486 | 0,178 | 0,31 | | | | | |
| 4,5 | 71 | 0,75 | 0,521 | 0,187 | 0,33 | | | | | |
| 5 | 64 | 0,8 | 0,556 | 0,195 | 0,34 | | | | | |
| 5,5 | 58 | 0,9 | 0,625 | 0,202 | 0,35 | | | | | |
| 6 | 53 | 1,0 | 0,695 | 0,19 | 0,33 | 2 | 106 | 10 | 0,85 | 1,49 |
| 7 | 45,5 | 1,0 | 0,695 | 0,22 | 0,38 | 2 | 91 | 10 | 1,10 | 1,92 |
| 8 | 40 | 1,25 | 0,868 | 0,20 | 0,35 | 2 | 80 | 10 | 1,00 | 1,75 |
| 9 | 35,5 | 1,25 | 0,868 | 0,224 | 0,39 | 2 | 71 | 10 | 1,12 | 1,96 |
| 10 | 32 | 1,5 | 1,042 | 0,205 | 0,35 | 3 | 96 | 11 | 0,75 | 1,32 |
| 11 | 29 | 1,5 | 1,042 | 0,227 | 0,40 | 3 | 87 | 11 | 0,83 | 1,45 |
| 12 | 26,53 | 1,75 | 1,215 | 0,215 | 0,38 | 3 | 79 | 11 | 0,79 | 1,38 |
| 14 | 22,74 | 2,0 | 1,389 | 0,22 | 0,38 | 3 | 68 | 11 | 0,81 | 1,42 |
| 16 | 19,90 | 2,0 | 1,389 | 0,25 | 0,44 | 3 | 60 | 11 | 0,92 | 1,60 |
| 18 | 17,69 | 2,5 | 1,736 | 0,226 | 0,38 | 3 | 53 | 11 | 0,83 | 1,45 |
| 20 | 15,92 | 2,5 | 1,736 | 0,25 | 0,44 | 3 | 48 | 11 | 0,92 | 1,60 |
| 22 | 14,47 | 2,5 | 1,736 | 0,276 | 0,48 | 3 | 43 | 11 | 1,01 | 1,76 |
| 24 | 13,26 | 3,0 | 2,084 | 0,25 | 0,44 | 4 | 53 | 11 | 0,69 | 1,21 |
| 27 | 11,79 | 3,0 | 2,084 | 0,28 | 0,49 | 4 | 47 | 11 | 0,77 | 1,35 |
| 30 | 10,61 | 3,5 | 2,431 | 0,27 | 0,47 | 4 | 42 | 12 | 0,81 | 1,42 |
| 33 | 9,65 | 3,5 | 2,431 | 0,297 | 0,52 | 4 | 38 | 12 | 0,89 | 1,56 |
| 36 | 8,84 | 4,0 | 2,778 | 0,284 | 0,49 | 4 | 35 | 14 | 0,994 | 1,74 |
| 39 | 8,16 | 4,0 | 2,778 | 0,31 | 0,54 | 4 | 32 | 14 | 1,08 | 1,89 |
| 42 | 7,58 | 4,5 | 3,125 | 0,29 | 0,50 | 5 | 38 | 16 | 0,93 | 1,62 |
| 45 | 7,07 | 4,5 | 3,125 | 0,314 | 0,55 | 5 | 35 | 16 | 1,00 | 1,75 |
| 48 | 6,63 | 5,0 | 3,473 | 0,303 | 0,50 | 5 | 33 | 17 | 1,03 | 1,80 |
| 52 | 6,12 | 5,0 | 3,473 | 0,311 | 0,54 | 5 | 30,5 | 17 | 1,06 | 1,85 |
| 56 | 5,68 | 5,5 | 3,820 | 0,315 | 0,55 | 6 | 34 | 19 | 1,00 | 1,75 |
| 60 | 5,30 | 5,5 | 3,820 | 0,342 | 0,60 | 6 | 32 | 19 | 1,08 | 1,89 |
| 64 | 4,97 | 6,0 | 4,167 | 0,332 | 0,58 | 6 | 30 | 21 | 1,16 | 2,03 |
| 68 | 4,69 | 6,0 | 4,167 | 0,353 | 0,62 | 6 | 28 | 21 | 1,23 | 2,16 |
| 72 | 4,42 | 6,0 | 4,167 | 0,377 | 0,66 | 6 | 26,5 | 21 | 1,32 | 2,31 |
| 76 | 4,19 | 6,0 | 4,167 | 0,397 | 0,69 | 6 | 25 | 21 | 1,39 | 2,43 |
| 80 | 3,98 | 6,0 | 4,167 | 0,416 | 0,73 | 6 | 24 | 21 | 1,46 | 2,55 |
| 84 | 3,79 | 6,0 | 4,167 | 0,436 | 0,76 | 6 | 22,7 | 21 | 1,52 | 2,66 |
| 89 | 3,57 | 6,0 | 4,167 | 0,46 | 0,805 | 6 | 21,4 | 21 | 1,61 | 2,82 |
| 94 | 3,38 | 6,0 | 4,167 | 0,488 | 0,854 | 6 | 20,1 | 21 | 1,71 | 2,99 |
| 99 | 3,21 | 6,0 | 4,167 | 0,518 | 0,906 | 6 | 19,2 | 21 | 1,81 | 3,77 |
| 104 | 3,06 | 6,0 | 4,167 | 0,542 | 0,95 | 7 | 21,4 | 21 | 1,63 | 2,85 |
| 109 | 2,92 | 6,0 | 4,167 | 0,568 | 1,00 | 7 | 20,4 | 21 | 1,70 | 2,97 |
| 114 | 2,79 | 6,0 | 4,167 | 0,594 | 1,04 | 7 | 19,5 | 21 | 1,78 | 3,11 |
| 119 | 2,67 | 6,0 | 4,167 | 0,624 | 1,09 | 7 | 18,7 | 21 | 1,87 | 3,27 |
| 124 | 2,56 | 6,0 | 4,167 | 0,651 | 1,13 | 7 | 17,9 | 21 | 1,95 | 3,41 |

Gewinde unter 6 mm Durchmesser dürften in den seltensten Fällen mit Stahl geschnitten werden!

Tabelle 13 (Schluß).

| Metrisches Gewinde von 129÷149 mm Durchmesser | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Liefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 129 | 2,46 | 6 | 4,167 | 0,677 | 1,18 | 7 | 17,2 | 21 | 2,03 | 3,54 |
| 134 | 2,37 | 6 | 4,167 | 0,70 | 1,225 | 7 | 16,6 | 21 | 2,10 | 3,67 |
| 139 | 2,29 | 6 | 4,167 | 0,724 | 1,27 | 7 | 16,0 | 21 | 2,17 | 3,80 |
| 144 | 2,21 | 6 | 4,167 | 0,75 | 1,31 | 7 | 15,5 | 21 | 2,25 | 3,94 |
| 149 | 2,13 | 6 | 4,167 | 0,774 | 1,35 | 7 | 14,9 | 21 | 2,32 | 4,06 |

Tabelle 14.

| Metrisches Feingewinde 1 von 154÷289 mm Durchmesser | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 154 | 2,06 | 6 | 4,167 | 0,81 | 1,41 | 7 | 14,4 | 21 | 2,43 | 4,25 |
| 159 | 2,00 | 6 | 4,167 | 0,833 | 1,46 | 7 | 14,0 | 21 | 2,50 | 4,37 |
| 164 | 1,94 | 6 | 4,167 | 0,86 | 1,505 | 7 | 13,6 | 21 | 2,58 | 4,51 |
| 169 | 1,88 | 6 | 4,167 | 0,886 | 1,55 | 7 | 13,1 | 21 | 2,66 | 4,65 |
| 174 | 1,83 | 6 | 4,167 | 0,911 | 1,59 | 7 | 12,8 | 21 | 2,73 | 4,77 |
| 179 | 1,77 | 6 | 4,167 | 0,94 | 1,64 | 7 | 12,4 | 21 | 2,82 | 4,95 |
| 184 | 1,73 | 6 | 4,167 | 0,963 | 1,68 | 7 | 12,1 | 21 | 2,89 | 5,06 |
| 189 | 1,68 | 6 | 4,167 | 0,992 | 1,73 | 7 | 11,8 | 21 | 2,98 | 5,21 |
| 194 | 1,64 | 6 | 4,167 | 1,016 | 1,78 | 7 | 11,5 | 21 | 3,05 | 5,33 |
| 199 | 1,60 | 6 | 4,167 | 1,04 | 1,82 | 7 | 11,2 | 21 | 3,12 | 5,46 |
| 204 | 1,56 | 6 | 4,167 | 1,068 | 1,87 | 7 | 10,9 | 21 | 3,20 | 5,60 |
| 209 | 1,52 | 6 | 4,167 | 1,096 | 1,92 | 7 | 10,6 | 21 | 3,275 | 5,73 |
| 214 | 1,48 | 6 | 4,167 | 1,126 | 1,97 | 7 | 10,4 | 21 | 3,38 | 5,91 |
| 219 | 1,45 | 6 | 4,167 | 1,15 | 2,01 | 7 | 10,1 | 21 | 3,45 | 6,04 |
| 224 | 1,42 | 6 | 4,167 | 1,173 | 2,05 | 7 | 9,9 | 21 | 3,52 | 6,16 |
| 229 | 1,39 | 6 | 4,167 | 1,20 | 2,10 | 7 | 9,7 | 21 | 3,60 | 6,30 |
| 234 | 1,36 | 6 | 4,167 | 1,225 | 2,14 | 7 | 9,5 | 21 | 3,675 | 6,43 |
| 239 | 1,33 | 6 | 4,167 | 1,25 | 2,19 | 7 | 9,3 | 21 | 3,75 | 6,56 |
| 244 | 1,30 | 6 | 4,167 | 1,282 | 2,24 | 7 | 9,1 | 21 | 3,85 | 6,73 |
| 249 | 1,27 | 6 | 4,167 | 1,312 | 2,29 | 7 | 8,9 | 21 | 3,94 | 6,89 |
| 254 | 1,25 | 6 | 4,167 | 1,333 | 2,33 | 7 | 8,75 | 21 | 4,00 | 7,00 |
| 259 | 1,22 | 6 | 4,167 | 1,366 | 2,39 | 7 | 8,5 | 21 | 4,10 | 7,17 |
| 264 | 1,20 | 6 | 4,167 | 1,388 | 2,43 | 7 | 8,4 | 21 | 4,16 | 7,28 |
| 269 | 1,18 | 6 | 4,167 | 1,412 | 2,47 | 7 | 8,2 | 21 | 4,24 | 7,42 |
| 274 | 1,16 | 6 | 4,167 | 1,436 | 2,51 | 7 | 8,1 | 21 | 4,31 | 7,54 |
| 279 | 1,14 | 6 | 4,167 | 1,461 | 2,56 | 7 | 8,0 | 21 | 4,38 | 7,66 |
| 284 | 1,12 | 6 | 4,167 | 1,488 | 2,60 | 7 | 7,8 | 21 | 4,46 | 7,80 |
| 289 | 1,10 | 6 | 4,167 | 1,515 | 2,65 | 7 | 7,7 | 21 | 4,545 | 7,95 |

Tabelle 14 (Fortsetzung).

| Metrisches Feingewinde 1 von 294÷499 mm Durchmesser | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 294 | 1,08 | 6 | 4,167 | 1,543 | 2,70 | 7 | 7,5 | 21 | 4,63 | 8,10 |
| 299 | 1,06 | 6 | 4,167 | 1,572 | 2,75 | 7 | 7,4 | 21 | 4,72 | 8,25 |
| 309 | 1,03 | 6 | 4,167 | 1,618 | 2,83 | 8 | 8,2 | 21 | 4,25 | 7,43 |
| 319 | 0,998 | 6 | 4,167 | 1,666 | 2,92 | 8 | 8,0 | 21 | 4,37 | 7,65 |
| 329 | 0,968 | 6 | 4,167 | 1,721 | 3,01 | 8 | 7,7 | 21 | 4,52 | 7,90 |
| 339 | 0,939 | 6 | 4,167 | 1,773 | 3,10 | 8 | 7,5 | 21 | 4,65 | 8,14 |
| 349 | 0,91 | 6 | 4,167 | 1,831 | 3,20 | 8 | 7,3 | 21 | 4,81 | 8,41 |
| 359 | 0,887 | 6 | 4,167 | 1,878 | 3,29 | 8 | 7,1 | 21 | 4,93 | 8,62 |
| 369 | 0,863 | 6 | 4,167 | 1,931 | 3,37 | 8 | 6,9 | 21 | 5,07 | 8,87 |
| 379 | 0,842 | 6 | 4,167 | 1,98 | 3,46 | 8 | 6,7 | 21 | 5,19 | 9,09 |
| 389 | 0,818 | 6 | 4,167 | 2,037 | 3,56 | 8 | 6,5 | 21 | 5,35 | 9,35 |
| 399 | 0,798 | 6 | 4,167 | 2,088 | 3,65 | 8 | 6,4 | 21 | 5,48 | 9,59 |
| 409 | 0,778 | 6 | 4,167 | 2,142 | 3,75 | 8 | 6,2 | 21 | 5,62 | 9,83 |
| 419 | 0,76 | 6 | 4,167 | 2,192 | 3,84 | 8 | 6,1 | 21 | 5,75 | 10,07 |
| 429 | 0,742 | 6 | 4,167 | 2,246 | 3,93 | 8 | 5,9 | 21 | 5,89 | 10,31 |
| 439 | 0,725 | 6 | 4,167 | 2,298 | 4,02 | 8 | 5,8 | 21 | 6,03 | 10,55 |
| 449 | 0,709 | 6 | 4,167 | 2,35 | 4,12 | 8 | 5,7 | 21 | 6,17 | 10,79 |
| 459 | 0,693 | 6 | 4,167 | 2,405 | 4,20 | 8 | 5,5 | 21 | 6,31 | 11,05 |
| 469 | 0,679 | 6 | 4,167 | 2,454 | 4,29 | 8 | 5,4 | 21 | 6,44 | 11,27 |
| 479 | 0,664 | 6 | 4,167 | 2,51 | 4,39 | 8 | 5,3 | 21 | 6,59 | 11,53 |
| 489 | 0,651 | 6 | 4,167 | 2,56 | 4,48 | 8 | 5,2 | 21 | 6,72 | 11,76 |
| 499 | 0,638 | 6 | 4,167 | 2,612 | 4,57 | 8 | 5,1 | 21 | 6,86 | 12,00 |

Tabelle 15.

| Metrisches Feingewinde 2 von 24÷60 mm Durchmesser | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 24 | 13,26 | 2 | 1,389 | 0,377 | 0,66 | 4 | 53 | 10 | 0,942 | 1,65 |
| 27 | 11,79 | 2 | 1,389 | 0,424 | 0,74 | 4 | 47 | 10 | 1,06 | 1,85 |
| 30 | 10,61 | 2 | 1,389 | 0,471 | 0,82 | 4 | 42 | 10 | 1,177 | 2,06 |
| 33 | 9,65 | 2 | 1,389 | 0,518 | 0,90 | 4 | 38 | 10 | 1,295 | 2,27 |
| 36 | 8,84 | 3 | 2,084 | 0,376 | 0,66 | 4 | 35 | 11 | 1,034 | 1,81 |
| 39 | 8,16 | 3 | 2,084 | 0,408 | 0,72 | 4 | 32 | 11 | 1,122 | 1,96 |
| 42 | 7,58 | 3 | 2,084 | 0,44 | 0,77 | 5 | 38 | 11 | 0,965 | 1,69 |
| 45 | 7,07 | 3 | 2,084 | 0,47 | 0,82 | 5 | 35 | 11 | 1,035 | 1,81 |
| 48 | 6,63 | 3 | 2,084 | 0,502 | 0,88 | 5 | 33 | 11 | 1,104 | 1,93 |
| 52 | 6,12 | 3 | 2,084 | 0,541 | 0,94 | 5 | 30,5 | 11 | 1,19 | 2,08 |
| 56 | 5,68 | 4 | 2,778 | 0,44 | 0,77 | 6 | 34,0 | 14 | 1,026 | 1,80 |
| 60 | 5,30 | 4 | 2,778 | 0,471 | 0,82 | 6 | 32 | 14 | 1,10 | 1,93 |

Tabelle 15 (Fortsetzung).

| Metrisches Feingewinde 2 von 64÷189 mm Durchmesser | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 64 | 4,97 | 4 | 2,778 | 0,503 | 0,88 | 6 | 30 | 14 | 1,173 | 2,05 |
| 68 | 4,68 | 4 | 2,778 | 0,534 | 0,94 | 6 | 28 | 14 | 1,246 | 2,17 |
| 72 | 4,42 | 4 | 2,778 | 0,565 | 0,99 | 6 | 26,5 | 14 | 1,318 | 2,31 |
| 76 | 4,19 | 4 | 2,778 | 0,596 | 1,04 | 6 | 25 | 14 | 1,39 | 2,43 |
| 80 | 3,98 | 4 | 2,778 | 0,628 | 1,10 | 6 | 24 | 14 | 1,465 | 2,56 |
| 84 | 3,79 | 4 | 2,778 | 0,66 | 1,16 | 6 | 22,7 | 14 | 1,54 | 2,69 |
| 89 | 3,57 | 4 | 2,778 | 0,70 | 1,22 | 6 | 21,4 | 14 | 1,63 | 2,85 |
| 94 | 3,38 | 4 | 2,778 | 0,74 | 1,29 | 6 | 20,1 | 14 | 1,726 | 3,02 |
| 99 | 3,21 | 4 | 2,778 | 0,78 | 1,36 | 6 | 19,2 | 14 | 1,82 | 3,185 |
| 104 | 3,06 | 4 | 2,778 | 0,817 | 1,43 | 7 | 21,4 | 14 | 1,634 | 2,86 |
| 109 | 2,92 | 4 | 2,778 | 0,856 | 1,50 | 7 | 20,4 | 14 | 1,712 | 3,00 |
| 114 | 2,79 | 4 | 2,778 | 0,896 | 1,58 | 7 | 19,5 | 14 | 1,792 | 3,14 |
| 119 | 2,67 | 4 | 2,778 | 0,936 | 1,64 | 7 | 18,7 | 14 | 1,857 | 3,25 |
| 124 | 2,56 | 4 | 2,778 | 0,976 | 1,71 | 7 | 17,9 | 14 | 1,952 | 3,41 |
| 129 | 2,46 | 4 | 2,778 | 1,016 | 1,77 | 7 | 17,2 | 14 | 2,032 | 3,56 |
| 134 | 2,37 | 4 | 2,778 | 1,054 | 1,84 | 7 | 16,6 | 14 | 2,108 | 3,69 |
| 139 | 2,29 | 4 | 2,778 | 1,091 | 1,91 | 7 | 16,0 | 14 | 2,182 | 3,82 |
| 144 | 2,21 | 4 | 2,778 | 1,131 | 1,98 | 7 | 15,5 | 14 | 2,262 | 3,96 |
| 149 | 2,13 | 4 | 2,778 | 1,172 | 2,05 | 7 | 14,9 | 14 | 2,344 | 4,10 |
| 154 | 2,06 | 4 | 2,778 | 1,213 | 2,12 | 7 | 14,4 | 14 | 2,426 | 4,25 |
| 159 | 2,00 | 4 | 2,778 | 1,25 | 2,19 | 7 | 14,0 | 14 | 2,50 | 4,38 |
| 164 | 1,94 | 4 | 2,778 | 1,288 | 2,25 | 7 | 13,6 | 14 | 2,576 | 4,51 |
| 169 | 1,88 | 4 | 2,778 | 1,33 | 2,33 | 7 | 13,1 | 14 | 2,66 | 4,65 |
| 174 | 1,83 | 4 | 2,778 | 1,366 | 2,39 | 7 | 12,8 | 14 | 2,732 | 4,78 |
| 179 | 1,77 | 4 | 2,778 | 1,41 | 2,46 | 7 | 12,4 | 14 | 2,82 | 4,93 |
| 184 | 1,73 | 4 | 2,778 | 1,445 | 2,53 | 7 | 12,1 | 14 | 2,89 | 5,06 |
| 189 | 1,68 | 4 | 2,778 | 1,488 | 2,60 | 7 | 11,8 | 14 | 2,976 | 5,21 |

Tabelle 16.

| Metrisches Feingewinde 3 von 1÷2,6 mm Durchmesser | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 1 | 318 | 0,2 | 0,139 | 0,157 | 0,275 | | | | | |
| 1,2 | 265 | 0,2 | 0,139 | 0,188 | 0,33 | | | | | |
| 1,4 | 227 | 0,2 | 0,139 | 0,22 | 0,38 | | | | | |
| 1,7 | 187 | 0,2 | 0,139 | 0,267 | 0,47 | | | | | |
| 2 | 159 | 0,2 | 0,139 | 0,314 | 0,55 | | | | | |
| 2,3 | 138 | 0,25 | 0,174 | 0,29 | 0,50 | | | | | |
| 2,6 | 122 | 0,25 | 0,174 | 0,327 | 0,57 | | | | | |

Tabelle 16 (Fortsetzung).

| Metrisches Feingewinde 3 von 3-46 mm Durchmesser | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------|---------------|------------|-------------------|------------------|---|----------------|--------------------|-------------------|------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.-Tiefe | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. | Schnittgeschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnittzahl normal | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. |
| 3 | 106 | 0,35 | 0,243 | 0,27 | 0,47 | | | | | |
| 3,5 | 91 | 0,35 | 0,243 | 0,314 | 0,55 | | | | | |
| 4 | 80 | 0,35 | 0,243 | 0,357 | 0,625 | | | | | |
| 4,5 | 71 | 0,50 | 0,347 | 0,281 | 0,49 | | | | | |
| 5 | 64 | 0,50 | 0,347 | 0,314 | 0,55 | | | | | |
| 5,5 | 58 | 0,50 | 0,347 | 0,344 | 0,60 | | | | | |
| 6 | 53 | 0,75 | 0,521 | 0,251 | 0,44 | 2 | 106 | 6 | 0,75 | 1,32 |
| 7 | 45,5 | 0,75 | 0,521 | 0,29 | 0,50 | 2 | 91 | 6 | 0,87 | 1,52 |
| 8 | 40 | 0,75 | 0,521 | 0,333 | 0,58 | 2 | 80 | 6 | 1,00 | 1,75 |
| 9 | 35,5 | 1,00 | 0,695 | 0,282 | 0,49 | 2 | 71 | 8 | 1,13 | 1,97 |
| 10 | 32 | 1,00 | 0,695 | 0,314 | 0,55 | 3 | 96 | 8 | 0,84 | 1,47 |
| 11 | 29 | 1,00 | 0,695 | 0,345 | 0,60 | 3 | 87 | 8 | 0,92 | 1,61 |
| 12 | 26,53 | 1,5 | 1,042 | 0,251 | 0,44 | 3 | 79 | 10 | 0,84 | 1,47 |
| 13 | 24,49 | 1,5 | 1,042 | 0,272 | 0,48 | 3 | 73 | 10 | 0,91 | 1,59 |
| 14 | 22,74 | 1,5 | 1,042 | 0,293 | 0,50 | 3 | 68 | 10 | 0,98 | 1,71 |
| 15 | 21,23 | 1,5 | 1,042 | 0,314 | 0,55 | 3 | 63,7 | 10 | 1,05 | 1,83 |
| 16 | 19,90 | 1,5 | 1,042 | 0,335 | 0,58 | 3 | 60 | 8 | 0,89 | 1,56 |
| 17 | 18,73 | 1,5 | 1,042 | 0,356 | 0,62 | 3 | 56 | 8 | 0,95 | 1,66 |
| 18 | 17,69 | 1,5 | 1,042 | 0,376 | 0,66 | 3 | 53 | 8 | 1,00 | 1,75 |
| 19 | 16,76 | 1,5 | 1,042 | 0,391 | 0,68 | 3 | 50 | 8 | 1,04 | 1,82 |
| 20 | 15,92 | 1,5 | 1,042 | 0,418 | 0,73 | 3 | 48 | 8 | 1,11 | 1,95 |
| 21 | 15,16 | 1,5 | 1,042 | 0,441 | 0,77 | 3 | 45,5 | 7 | 1,03 | 1,80 |
| 22 | 14,47 | 1,5 | 1,042 | 0,46 | 0,80 | 3 | 43,4 | 7 | 1,07 | 1,88 |
| 23 | 13,84 | 1,5 | 1,042 | 0,481 | 0,84 | 3 | 41,5 | 7 | 1,12 | 1,96 |
| 24 | 13,26 | 1,5 | 1,042 | 0,503 | 0,88 | 4 | 53 | 7 | 0,88 | 1,54 |
| 25 | 12,73 | 1,5 | 1,042 | 0,525 | 0,92 | 4 | 51 | 7 | 0,92 | 1,60 |
| 26 | 12,24 | 1,5 | 1,042 | 0,544 | 0,94 | 4 | 49 | 7 | 0,95 | 1,66 |
| 27 | 11,79 | 1,5 | 1,042 | 0,565 | 0,99 | 4 | 47 | 7 | 0,99 | 1,73 |
| 28 | 11,37 | 1,5 | 1,042 | 0,584 | 1,02 | 4 | 45,5 | 7 | 1,02 | 1,78 |
| 29 | 10,98 | 1,5 | 1,042 | 0,606 | 1,06 | 4 | 44 | 7 | 1,06 | 1,85 |
| 30 | 10,61 | 1,5 | 1,042 | 0,63 | 1,10 | 4 | 42,4 | 7 | 1,10 | 1,93 |
| 31 | 10,27 | 1,5 | 1,042 | 0,65 | 1,14 | 4 | 41 | 7 | 1,14 | 2,00 |
| 32 | 9,95 | 1,5 | 1,042 | 0,67 | 1,17 | 4 | 39,8 | 7 | 1,17 | 2,05 |
| 33 | 9,65 | 1,5 | 1,042 | 0,69 | 1,21 | 4 | 38,6 | 7 | 1,21 | 2,12 |
| 34 | 9,36 | 1,5 | 1,042 | 0,712 | 1,25 | 4 | 37,4 | 7 | 1,25 | 2,19 |
| 35 | 9,09 | 1,5 | 1,042 | 0,733 | 1,28 | 4 | 36,3 | 7 | 1,28 | 2,24 |
| 36 | 8,84 | 1,5 | 1,042 | 0,754 | 1,32 | 4 | 35,3 | 7 | 1,32 | 2,31 |
| 37 | 8,60 | 1,5 | 1,042 | 0,775 | 1,36 | 4 | 34,4 | 7 | 1,36 | 2,38 |
| 38 | 8,38 | 1,5 | 1,042 | 0,793 | 1,39 | 4 | 33,4 | 7 | 1,39 | 2,43 |
| 39 | 8,16 | 1,5 | 1,042 | 0,817 | 1,43 | 4 | 32,6 | 7 | 1,43 | 2,50 |
| 40 | 7,96 | 1,5 | 1,042 | 0,837 | 1,47 | 4 | 31,8 | 7 | 1,46 | 2,56 |
| 41 | 7,76 | 1,5 | 1,042 | 0,859 | 1,50 | 4 | 31,0 | 7 | 1,50 | 2,62 |
| 42 | 7,58 | 1,5 | 1,042 | 0,88 | 1,54 | 5 | 38,0 | 7 | 1,23 | 2,15 |
| 43 | 7,40 | 1,5 | 1,042 | 0,90 | 1,58 | 5 | 37,0 | 7 | 1,26 | 2,21 |
| 44 | 7,23 | 1,5 | 1,042 | 0,922 | 1,61 | 5 | 36,1 | 7 | 1,29 | 2,26 |
| 45 | 7,07 | 1,5 | 1,042 | 0,943 | 1,65 | 5 | 35,3 | 7 | 1,32 | 2,31 |
| 46 | 6,92 | 1,5 | 1,042 | 0,963 | 1,68 | 5 | 34,6 | 7 | 1,35 | 2,36 |

Tabelle 16 (Fortsetzung).

| Metrisches Feingewinde 3 von 47÷93 mm Durchmesser | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|------------------------|-----------------------|---|----------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückf. | Zeit mit Rückf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückf. | Zeit mit Rückf. |
| 47 | 6,77 | 1,5 | 1,042 | 0,984 | 1,72 | 5 | 33,8 | 7 | 1,38 | 2,41 |
| 48 | 6,63 | 1,5 | 1,042 | 1,005 | 1,75 | 5 | 33,1 | 7 | 1,41 | 2,47 |
| 49 | 6,49 | 1,5 | 1,042 | 1,025 | 1,79 | 5 | 32,4 | 7 | 1,44 | 2,52 |
| 50 | 6,36 | 1,5 | 1,042 | 1,048 | 1,83 | 5 | 31,8 | 7 | 1,47 | 2,57 |
| 51 | 6,24 | 1,5 | 1,042 | 1,068 | 1,88 | 5 | 31,2 | 7 | 1,50 | 2,62 |
| 52 | 6,12 | 1,5 | 1,042 | 1,09 | 1,91 | 5 | 30,6 | 7 | 1,53 | 2,68 |
| 53 | 6,00 | 2 | 1,389 | 0,833 | 1,45 | 5 | 30,0 | 8 | 1,33 | 2,33 |
| 54 | 5,89 | 2 | 1,389 | 0,848 | 1,47 | 5 | 29,4 | 8 | 1,36 | 2,38 |
| 55 | 5,79 | 2 | 1,389 | 0,863 | 1,51 | 5 | 28,9 | 8 | 1,38 | 2,41 |
| 56 | 5,68 | 2 | 1,389 | 0,88 | 1,54 | 6 | 34,0 | 8 | 1,17 | 2,05 |
| 57 | 5,58 | 2 | 1,389 | 0,896 | 1,57 | 6 | 33,5 | 8 | 1,19 | 2,08 |
| 58 | 5,49 | 2 | 1,389 | 0,91 | 1,59 | 6 | 32,9 | 8 | 1,21 | 2,12 |
| 59 | 5,39 | 2 | 1,389 | 0,927 | 1,62 | 6 | 32,3 | 8 | 1,24 | 2,17 |
| 60 | 5,30 | 2 | 1,389 | 0,943 | 1,65 | 6 | 31,8 | 8 | 1,26 | 2,21 |
| 61 | 5,22 | 2 | 1,389 | 0,96 | 1,68 | 6 | 31,3 | 8 | 1,28 | 2,24 |
| 62 | 5,13 | 2 | 1,389 | 0,974 | 1,70 | 6 | 30,8 | 8 | 1,30 | 2,28 |
| 63 | 5,05 | 2 | 1,389 | 0,99 | 1,73 | 6 | 30,3 | 8 | 1,32 | 2,31 |
| 64 | 4,97 | 2 | 1,389 | 1,006 | 1,76 | 6 | 29,8 | 8 | 1,34 | 2,35 |
| 65 | 4,89 | 2 | 1,389 | 1,022 | 1,79 | 6 | 29,3 | 8 | 1,36 | 2,38 |
| 66 | 4,82 | 2 | 1,389 | 1,037 | 1,81 | 6 | 28,9 | 8 | 1,38 | 2,41 |
| 67 | 4,75 | 2 | 1,389 | 1,052 | 1,84 | 6 | 28,5 | 8 | 1,40 | 2,45 |
| 68 | 4,68 | 2 | 1,389 | 1,068 | 1,87 | 6 | 28,0 | 8 | 1,42 | 2,49 |
| 69 | 4,61 | 2 | 1,389 | 1,084 | 1,90 | 6 | 27,6 | 8 | 1,44 | 2,52 |
| 70 | 4,54 | 2 | 1,389 | 1,101 | 1,93 | 6 | 27,2 | 8 | 1,47 | 2,57 |
| 71 | 4,48 | 2 | 1,389 | 1,116 | 1,95 | 6 | 26,9 | 8 | 1,49 | 2,61 |
| 72 | 4,42 | 2 | 1,389 | 1,131 | 1,98 | 6 | 26,5 | 8 | 1,51 | 2,64 |
| 73 | 4,36 | 2 | 1,389 | 1,147 | 2,01 | 6 | 26,2 | 8 | 1,53 | 2,68 |
| 74 | 4,30 | 2 | 1,389 | 1,162 | 2,03 | 6 | 25,8 | 8 | 1,55 | 2,71 |
| 75 | 4,24 | 2 | 1,389 | 1,179 | 2,06 | 6 | 25,4 | 8 | 1,57 | 2,75 |
| 76 | 4,19 | 2 | 1,389 | 1,193 | 2,09 | 6 | 25,1 | 8 | 1,59 | 2,78 |
| 77 | 4,13 | 2 | 1,389 | 1,21 | 2,12 | 6 | 24,8 | 8 | 1,61 | 2,82 |
| 78 | 4,08 | 2 | 1,389 | 1,225 | 2,14 | 6 | 24,5 | 8 | 1,63 | 2,85 |
| 79 | 4,03 | 2 | 1,389 | 1,24 | 2,17 | 6 | 24,2 | 8 | 1,65 | 2,89 |
| 80 | 3,98 | 2 | 1,389 | 1,256 | 2,20 | 6 | 23,9 | 8 | 1,67 | 2,92 |
| 81 | 3,93 | 2 | 1,389 | 1,272 | 2,23 | 6 | 23,6 | 8 | 1,69 | 2,96 |
| 82 | 3,88 | 2 | 1,389 | 1,288 | 2,25 | 6 | 23,3 | 8 | 1,72 | 3,00 |
| 83 | 3,83 | 2 | 1,389 | 1,305 | 2,28 | 6 | 23,0 | 8 | 1,74 | 3,04 |
| 84 | 3,79 | 2 | 1,389 | 1,319 | 2,31 | 6 | 22,7 | 8 | 1,76 | 3,08 |
| 85 | 3,74 | 2 | 1,389 | 1,336 | 2,34 | 6 | 22,4 | 8 | 1,78 | 3,11 |
| 86 | 3,70 | 2 | 1,389 | 1,351 | 2,36 | 6 | 22,2 | 8 | 1,80 | 3,15 |
| 87 | 3,66 | 2 | 1,389 | 1,366 | 2,39 | 6 | 22,0 | 8 | 1,82 | 3,19 |
| 88 | 3,61 | 2 | 1,389 | 1,385 | 1,42 | 6 | 21,7 | 8 | 1,85 | 3,23 |
| 89 | 3,57 | 2 | 1,389 | 1,40 | 2,45 | 6 | 21,4 | 8 | 1,87 | 3,27 |
| 90 | 3,53 | 2 | 1,389 | 1,416 | 2,48 | 6 | 21,2 | 8 | 1,89 | 3,31 |
| 91 | 3,49 | 2 | 1,389 | 1,432 | 2,51 | 6 | 21,0 | 8 | 1,91 | 3,34 |
| 92 | 3,46 | 2 | 1,389 | 1,445 | 2,53 | 6 | 20,8 | 8 | 1,93 | 3,38 |
| 93 | 3,42 | 2 | 1,389 | 1,462 | 2,56 | 6 | 20,5 | 8 | 1,95 | 3,41 |

Tabelle 16 (Fortsetzung).

| Metrisches Feingewinde 3 von 94÷200 mm Durchmesser | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------|---------------|------------|------------------|-----------------|---|----------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.-Tiefe | Zeit ohne Rückf. | Zeit mit Rückf. | Schnittgeschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnittzahl normal | Zeit ohne Rückf. | Zeit mit Rückf. |
| 94 | 3,38 | 2 | 1,389 | 1,479 | 2,59 | 6 | 20,3 | 8 | 1,97 | 3,45 |
| 95 | 3,35 | 2 | 1,389 | 1,492 | 2,61 | 6 | 20,1 | 8 | 1,99 | 3,48 |
| 96 | 3,31 | 2 | 1,389 | 1,51 | 2,64 | 6 | 19,9 | 8 | 2,01 | 3,52 |
| 97 | 3,28 | 2 | 1,389 | 1,524 | 2,67 | 6 | 19,7 | 8 | 2,03 | 3,55 |
| 98 | 3,24 | 2 | 1,389 | 1,543 | 2,70 | 6 | 19,4 | 8 | 2,05 | 3,59 |
| 99 | 3,21 | 2 | 1,389 | 1,557 | 2,72 | 6 | 19,2 | 8 | 2,07 | 3,62 |
| 100 | 3,18 | 2 | 1,389 | 1,57 | 2,75 | 6 | 19,0 | 8 | 2,09 | 3,66 |
| 102 | 3,12 | 3 | 2,084 | 1,068 | 1,87 | 7 | 21,8 | 11 | 1,68 | 2,94 |
| 105 | 3,05 | 3 | 2,084 | 1,092 | 1,91 | 7 | 21,3 | 11 | 1,71 | 2,99 |
| 108 | 2,94 | 3 | 2,084 | 1,133 | 1,98 | 7 | 20,6 | 11 | 1,78 | 3,11 |
| 110 | 2,89 | 3 | 2,084 | 1,153 | 2,02 | 7 | 20,2 | 11 | 1,81 | 3,17 |
| 112 | 2,84 | 3 | 2,084 | 1,173 | 2,05 | 7 | 19,9 | 11 | 1,84 | 3,22 |
| 115 | 2,76 | 3 | 2,084 | 1,207 | 2,11 | 7 | 19,3 | 11 | 1,90 | 3,32 |
| 118 | 2,70 | 3 | 2,084 | 1,234 | 2,16 | 7 | 18,9 | 11 | 1,94 | 3,40 |
| 120 | 2,65 | 3 | 2,084 | 1,257 | 2,20 | 7 | 18,55 | 11 | 1,97 | 3,45 |
| 122 | 2,61 | 3 | 2,084 | 1,277 | 2,23 | 7 | 18,27 | 11 | 2,00 | 3,50 |
| 125 | 2,54 | 3 | 2,084 | 1,312 | 2,29 | 7 | 17,78 | 11 | 2,06 | 3,60 |
| 128 | 2,48 | 3 | 2,084 | 1,344 | 2,35 | 7 | 17,36 | 11 | 2,11 | 3,69 |
| 130 | 2,44 | 3 | 2,084 | 1,366 | 2,37 | 7 | 17,08 | 11 | 2,14 | 3,74 |
| 132 | 2,41 | 3 | 2,084 | 1,383 | 2,42 | 7 | 16,87 | 11 | 2,17 | 3,80 |
| 135 | 2,35 | 3 | 2,084 | 1,418 | 2,48 | 7 | 16,45 | 11 | 2,23 | 3,90 |
| 138 | 2,30 | 3 | 2,084 | 1,45 | 2,54 | 7 | 16,10 | 11 | 2,28 | 3,99 |
| 140 | 2,27 | 3 | 2,084 | 1,468 | 2,57 | 7 | 15,89 | 11 | 2,31 | 4,04 |
| 142 | 2,24 | 3 | 2,084 | 1,488 | 2,60 | 7 | 15,68 | 11 | 2,34 | 4,10 |
| 145 | 2,19 | 3 | 2,084 | 1,522 | 2,66 | 7 | 15,33 | 11 | 2,39 | 4,18 |
| 148 | 2,15 | 3 | 2,084 | 1,55 | 2,71 | 7 | 15,05 | 11 | 2,44 | 4,27 |
| 150 | 2,12 | 3 | 2,084 | 1,572 | 2,75 | 7 | 14,84 | 11 | 2,47 | 4,32 |
| 152 | 2,09 | 3 | 2,084 | 1,594 | 2,79 | 7 | 14,63 | 11 | 2,50 | 4,37 |
| 155 | 2,05 | 3 | 2,084 | 1,626 | 2,85 | 7 | 14,35 | 11 | 2,55 | 4,46 |
| 158 | 2,01 | 3 | 2,084 | 1,658 | 2,90 | 7 | 14,07 | 11 | 2,60 | 4,55 |
| 160 | 1,99 | 3 | 2,084 | 1,675 | 2,93 | 7 | 13,93 | 11 | 2,63 | 4,60 |
| 162 | 1,96 | 3 | 2,084 | 1,70 | 2,97 | 7 | 13,72 | 11 | 2,67 | 4,67 |
| 165 | 1,93 | 3 | 2,084 | 1,727 | 3,02 | 7 | 13,51 | 11 | 2,71 | 4,74 |
| 168 | 1,90 | 3 | 2,084 | 1,754 | 3,07 | 7 | 13,30 | 11 | 2,76 | 4,83 |
| 170 | 1,87 | 3 | 2,084 | 1,782 | 3,12 | 7 | 13,09 | 11 | 2,80 | 4,90 |
| 172 | 1,85 | 3 | 2,084 | 1,80 | 3,15 | 7 | 12,95 | 11 | 2,83 | 4,95 |
| 175 | 1,81 | 3 | 2,084 | 1,84 | 3,22 | 7 | 12,67 | 11 | 2,89 | 5,05 |
| 178 | 1,79 | 3 | 2,084 | 1,862 | 3,26 | 7 | 12,53 | 11 | 2,93 | 5,13 |
| 180 | 1,76 | 3 | 2,084 | 1,893 | 3,31 | 7 | 12,32 | 11 | 2,97 | 5,20 |
| 182 | 1,74 | 3 | 2,084 | 1,915 | 3,35 | 7 | 12,18 | 11 | 3,00 | 5,25 |
| 185 | 1,72 | 3 | 2,084 | 1,937 | 3,39 | 7 | 12,04 | 11 | 3,04 | 5,32 |
| 188 | 1,69 | 3 | 2,084 | 1,972 | 3,46 | 7 | 11,83 | 11 | 3,10 | 5,42 |
| 190 | 1,67 | 3 | 2,084 | 1,996 | 3,50 | 7 | 11,69 | 11 | 3,14 | 5,49 |
| 192 | 1,65 | 4 | 2,778 | 1,515 | 2,65 | 7 | 11,55 | 14 | 3,03 | 5,30 |
| 195 | 1,63 | 4 | 2,778 | 1,533 | 2,68 | 7 | 11,41 | 14 | 3,07 | 5,37 |
| 198 | 1,61 | 4 | 2,778 | 1,552 | 2,71 | 7 | 11,27 | 14 | 3,10 | 5,42 |
| 200 | 1,59 | 4 | 2,778 | 1,572 | 2,75 | 7 | 11,13 | 14 | 3,14 | 5,49 |

Tabelle 16 (Schluß).

| Metrisches Feingewinde 3 von 202÷300 mm Durchmesser | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. |
| 202 | 1,57 | 4 | 2,778 | 1,592 | 2,79 | 7 | 11,00 | 14 | 3,18 | 5,56 |
| 205 | 1,55 | 4 | 2,778 | 1,612 | 2,82 | 7 | 10,85 | 14 | 3,22 | 5,63 |
| 208 | 1,53 | 4 | 2,778 | 1,633 | 2,86 | 7 | 10,71 | 14 | 3,27 | 5,72 |
| 210 | 1,53 | 4 | 2,778 | 1,655 | 2,90 | 7 | 10,57 | 14 | 3,31 | 5,79 |
| 212 | 1,50 | 4 | 2,778 | 1,666 | 2,92 | 7 | 10,5 | 14 | 3,33 | 5,83 |
| 215 | 1,48 | 4 | 2,778 | 1,69 | 2,96 | 7 | 10,36 | 14 | 3,38 | 5,91 |
| 218 | 1,46 | 4 | 2,778 | 1,712 | 3,00 | 7 | 10,22 | 14 | 3,42 | 5,98 |
| 220 | 1,44 | 4 | 2,778 | 1,736 | 3,04 | 7 | 10,08 | 14 | 3,47 | 6,07 |
| 222 | 1,43 | 4 | 2,778 | 1,748 | 3,06 | 7 | 10,01 | 14 | 3,50 | 6,12 |
| 225 | 1,41 | 4 | 2,778 | 1,773 | 3,10 | 7 | 9,87 | 14 | 3,55 | 6,21 |
| 228 | 1,39 | 4 | 2,778 | 1,798 | 3,15 | 7 | 9,73 | 14 | 3,60 | 6,30 |
| 230 | 1,38 | 4 | 2,778 | 1,812 | 3,17 | 7 | 9,66 | 14 | 3,62 | 6,34 |
| 232 | 1,37 | 4 | 2,778 | 1,825 | 3,20 | 7 | 9,59 | 14 | 3,65 | 6,39 |
| 235 | 1,35 | 4 | 2,778 | 1,85 | 3,24 | 7 | 9,45 | 14 | 3,70 | 6,47 |
| 238 | 1,33 | 4 | 2,778 | 1,88 | 3,29 | 7 | 9,31 | 14 | 3,76 | 6,58 |
| 240 | 1,32 | 4 | 2,778 | 1,893 | 3,31 | 7 | 9,24 | 14 | 3,79 | 6,63 |
| 242 | 1,31 | 4 | 2,778 | 1,908 | 3,34 | 7 | 9,17 | 14 | 3,82 | 6,68 |
| 245 | 1,30 | 4 | 2,778 | 1,923 | 3,36 | 7 | 9,10 | 14 | 3,85 | 6,74 |
| 248 | 1,28 | 4 | 2,778 | 1,953 | 3,42 | 7 | 8,96 | 14 | 3,90 | 6,82 |
| 250 | 1,27 | 4 | 2,778 | 1,97 | 3,44 | 7 | 8,89 | 14 | 3,94 | 6,89 |
| 252 | 1,26 | 4 | 2,778 | 1,984 | 3,47 | 7 | 8,82 | 14 | 3,97 | 6,95 |
| 255 | 1,24 | 4 | 2,778 | 2,016 | 3,53 | 7 | 8,68 | 14 | 4,03 | 7,03 |
| 258 | 1,23 | 4 | 2,778 | 2,032 | 3,56 | 7 | 8,61 | 14 | 4,07 | 7,12 |
| 260 | 1,22 | 4 | 2,778 | 2,05 | 3,59 | 7 | 8,54 | 14 | 4,10 | 7,17 |
| 262 | 1,21 | 4 | 2,778 | 2,066 | 3,62 | 7 | 8,47 | 14 | 4,13 | 7,23 |
| 265 | 1,20 | 4 | 2,778 | 2,083 | 3,64 | 7 | 8,40 | 14 | 4,17 | 7,30 |
| 268 | 1,19 | 4 | 2,778 | 2,118 | 3,70 | 7 | 8,33 | 14 | 4,23 | 7,40 |
| 270 | 1,18 | 4 | 2,778 | 2,125 | 3,72 | 7 | 8,26 | 14 | 4,25 | 7,44 |
| 272 | 1,17 | 4 | 2,778 | 2,136 | 3,74 | 7 | 8,19 | 14 | 4,28 | 7,49 |
| 275 | 1,15 | 4 | 2,778 | 2,174 | 3,80 | 7 | 8,05 | 14 | 4,35 | 7,61 |
| 278 | 1,14 | 4 | 2,778 | 2,192 | 3,84 | 7 | 7,98 | 14 | 4,39 | 7,68 |
| 280 | 1,13 | 4 | 2,778 | 2,212 | 3,87 | 7 | 7,91 | 14 | 4,42 | 7,73 |
| 282 | 1,12 | 4 | 2,778 | 2,232 | 3,90 | 7 | 7,84 | 14 | 4,46 | 7,80 |
| 285 | 1,11 | 4 | 2,778 | 2,249 | 3,93 | 7 | 7,77 | 14 | 4,50 | 7,87 |
| 288 | 1,105 | 4 | 2,778 | 2,26 | 3,96 | 7 | 7,73 | 14 | 4,52 | 7,91 |
| 290 | 1,098 | 4 | 2,778 | 2,276 | 3,98 | 7 | 7,68 | 14 | 4,55 | 7,96 |
| 292 | 1,09 | 4 | 2,778 | 2,29 | 4,00 | 7 | 7,63 | 14 | 4,58 | 8,01 |
| 295 | 1,08 | 4 | 2,778 | 2,315 | 4,05 | 7 | 7,56 | 14 | 4,63 | 8,10 |
| 298 | 1,07 | 4 | 2,778 | 2,336 | 4,09 | 7 | 7,49 | 14 | 4,67 | 8,18 |
| 300 | 1,06 | 4 | 2,778 | 2,358 | 4,12 | 7 | 7,42 | 14 | 4,71 | 8,25 |

Tabelle 17.

| Metrisches Feingewinde 4 von 55÷250 mm Durchmesser | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 55 | 5,79 | 1,5 | 1,042 | 1,151 | 2,01 | 6 | 34,7 | 7 | 1,34 | 2,34 |
| 58 | 5,49 | 1,5 | 1,042 | 1,213 | 2,12 | 6 | 32,9 | 7 | 1,41 | 2,47 |
| 60 | 5,30 | 1,5 | 1,042 | 1,256 | 2,20 | 6 | 31,8 | 7 | 1,46 | 2,55 |
| 62 | 5,13 | 1,5 | 1,042 | 1,297 | 2,27 | 6 | 30,8 | 7 | 1,51 | 2,64 |
| 65 | 4,89 | 1,5 | 1,042 | 1,36 | 2,38 | 6 | 29,3 | 7 | 1,59 | 2,78 |
| 68 | 4,68 | 1,5 | 1,042 | 1,423 | 2,49 | 6 | 28,0 | 7 | 1,66 | 2,90 |
| 70 | 4,54 | 1,5 | 1,042 | 1,465 | 2,56 | 6 | 27,2 | 7 | 1,71 | 2,99 |
| 72 | 4,42 | 1,5 | 1,042 | 1,506 | 2,64 | 6 | 26,5 | 7 | 1,76 | 3,08 |
| 75 | 4,24 | 1,5 | 1,042 | 1,57 | 2,75 | 6 | 25,4 | 7 | 1,83 | 3,20 |
| 78 | 4,08 | 1,5 | 1,042 | 1,632 | 2,86 | 6 | 24,5 | 7 | 1,90 | 3,32 |
| 80 | 3,98 | 1,5 | 1,042 | 1,674 | 2,93 | 6 | 23,9 | 7 | 1,95 | 3,41 |
| 82 | 3,88 | 1,5 | 1,042 | 1,716 | 3,00 | 6 | 23,3 | 7 | 2,00 | 3,50 |
| 85 | 3,74 | 1,5 | 1,042 | 1,78 | 3,11 | 6 | 22,4 | 7 | 2,08 | 3,64 |
| 88 | 3,61 | 1,5 | 1,042 | 1,84 | 3,22 | 6 | 21,7 | 7 | 2,15 | 3,76 |
| 90 | 3,53 | 1,5 | 1,042 | 1,884 | 3,30 | 6 | 21,2 | 7 | 2,20 | 3,85 |
| 92 | 3,46 | 1,5 | 1,042 | 1,925 | 3,37 | 6 | 20,8 | 7 | 2,25 | 3,94 |
| 95 | 3,35 | 1,5 | 1,042 | 1,988 | 3,48 | 6 | 20,1 | 7 | 2,32 | 4,06 |
| 98 | 3,24 | 1,5 | 1,042 | 2,051 | 3,59 | 6 | 19,4 | 7 | 2,39 | 4,18 |
| 100 | 3,18 | 1,5 | 1,042 | 2,093 | 3,66 | 6 | 19,0 | 7 | 2,44 | 4,27 |
| 105 | 3,05 | 1,5 | 1,042 | 2,197 | 3,84 | 7 | 21,3 | 7 | 2,20 | 3,84 |
| 110 | 2,89 | 1,5 | 1,042 | 2,302 | 4,03 | 7 | 20,2 | 7 | 2,30 | 4,03 |
| 115 | 2,76 | 1,5 | 1,042 | 2,406 | 4,21 | 7 | 19,3 | 7 | 2,41 | 4,21 |
| 120 | 2,65 | 1,5 | 1,042 | 2,512 | 4,39 | 7 | 18,55 | 7 | 2,51 | 4,39 |
| 125 | 2,54 | 1,5 | 1,042 | 2,616 | 4,58 | 7 | 17,78 | 7 | 2,62 | 4,58 |
| 130 | 2,44 | 1,5 | 1,042 | 2,720 | 4,76 | 7 | 17,08 | 7 | 2,72 | 4,76 |
| 135 | 2,35 | 1,5 | 1,042 | 2,824 | 4,94 | 7 | 16,45 | 7 | 2,82 | 4,94 |
| 140 | 2,27 | 1,5 | 1,042 | 2,93 | 5,12 | 7 | 15,89 | 7 | 2,93 | 5,12 |
| 145 | 2,19 | 1,5 | 1,042 | 3,034 | 5,31 | 7 | 15,33 | 7 | 3,03 | 5,31 |
| 150 | 2,12 | 1,5 | 1,042 | 3,14 | 5,49 | 7 | 14,84 | 7 | 3,14 | 5,49 |
| 155 | 2,05 | 1,5 | 1,042 | 3,244 | 5,68 | 7 | 14,35 | 7 | 3,24 | 5,68 |
| 160 | 1,99 | 1,5 | 1,042 | 3,348 | 5,86 | 7 | 13,93 | 7 | 3,35 | 5,86 |
| 165 | 1,93 | 1,5 | 1,042 | 3,453 | 6,04 | 7 | 13,51 | 7 | 3,45 | 6,04 |
| 170 | 1,87 | 1,5 | 1,042 | 3,56 | 6,23 | 7 | 13,09 | 7 | 3,56 | 6,23 |
| 175 | 1,81 | 1,5 | 1,042 | 3,662 | 6,41 | 7 | 12,67 | 7 | 3,66 | 6,41 |
| 180 | 1,76 | 1,5 | 1,042 | 3,767 | 6,59 | 7 | 12,32 | 7 | 3,77 | 6,59 |
| 185 | 1,72 | 1,5 | 1,042 | 3,872 | 6,78 | 7 | 12,04 | 7 | 3,87 | 6,78 |
| 190 | 1,67 | 1,5 | 1,042 | 3,976 | 6,96 | 7 | 11,69 | 7 | 3,98 | 6,96 |
| 195 | 1,63 | 1,5 | 1,042 | 4,081 | 7,14 | 7 | 11,41 | 7 | 4,08 | 7,14 |
| 200 | 1,59 | 1,5 | 1,042 | 4,186 | 7,32 | 7 | 11,13 | 7 | 4,19 | 7,32 |
| 210 | 1,51 | 1,5 | 1,042 | 4,395 | 7,69 | 7 | 10,57 | 7 | 4,39 | 7,69 |
| 220 | 1,44 | 1,5 | 1,042 | 4,604 | 8,06 | 7 | 10,08 | 7 | 4,60 | 8,06 |
| 230 | 1,38 | 1,5 | 1,042 | 4,813 | 8,42 | 7 | 9,66 | 7 | 4,81 | 8,42 |
| 240 | 1,32 | 1,5 | 1,042 | 5,024 | 8,79 | 7 | 9,24 | 7 | 5,02 | 8,79 |
| 250 | 1,27 | 1,5 | 1,042 | 5,232 | 9,16 | 7 | 8,89 | 7 | 5,23 | 9,16 |

Tabelle 18.

| Metrisches Feingewinde 5 von 9÷68 mm Durchmesser | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückfl. | Zeit mit Rückfl. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückfl. | Zeit mit Rückfl. |
| 9 | 35,4 | 1 | 0,695 | 0,282 | 0,49 | 2 | 70,8 | 8 | 1,13 | 1,97 |
| 9,5 | 33,5 | 1 | 0,695 | 0,298 | 0,52 | 2 | 67 | 8 | 1,19 | 2,08 |
| 10 | 32 | 1 | 0,695 | 0,314 | 0,55 | 3 | 96 | 8 | 0,84 | 1,47 |
| 10,5 | 30,33 | 1 | 0,695 | 0,329 | 0,58 | 3 | 91 | 8 | 0,88 | 1,54 |
| 11 | 28,95 | 1 | 0,695 | 0,345 | 0,60 | 3 | 87 | 8 | 0,92 | 1,61 |
| 11,5 | 27,69 | 1 | 0,695 | 0,361 | 0,63 | 3 | 83 | 8 | 0,96 | 1,68 |
| 12 | 26,53 | 1 | 0,695 | 0,376 | 0,66 | 3 | 79 | 8 | 1,00 | 1,75 |
| 12,5 | 25,47 | 1 | 0,695 | 0,392 | 0,69 | 3 | 76 | 8 | 1,04 | 1,82 |
| 13 | 24,49 | 1 | 0,695 | 0,408 | 0,71 | 3 | 73 | 8 | 1,09 | 1,90 |
| 13,5 | 23,59 | 1 | 0,695 | 0,424 | 0,74 | 3 | 71 | 8 | 1,13 | 1,97 |
| 14 | 22,74 | 1 | 0,695 | 0,439 | 0,77 | 3 | 68 | 8 | 1,17 | 2,06 |
| 14,5 | 21,96 | 1 | 0,695 | 0,455 | 0,80 | 3 | 66 | 8 | 1,21 | 2,12 |
| 15 | 21,23 | 1 | 0,695 | 0,471 | 0,82 | 3 | 63,7 | 8 | 1,25 | 2,19 |
| 16 | 19,90 | 1 | 0,695 | 0,502 | 0,88 | 3 | 60 | 6 | 1,00 | 1,75 |
| 17 | 18,73 | 1 | 0,695 | 0,533 | 0,93 | 3 | 56 | 6 | 1,07 | 1,87 |
| 18 | 17,69 | 1 | 0,695 | 0,565 | 0,99 | 3 | 53 | 6 | 1,13 | 1,97 |
| 19 | 16,76 | 1 | 0,695 | 0,596 | 1,04 | 3 | 50 | 6 | 1,19 | 2,08 |
| 20 | 15,92 | 1 | 0,695 | 0,628 | 1,10 | 3 | 48 | 6 | 1,25 | 2,19 |
| 21 | 15,16 | 1 | 0,695 | 0,659 | 1,15 | 3 | 45,5 | 6 | 1,32 | 2,31 |
| 22 | 14,47 | 1 | 0,695 | 0,69 | 1,21 | 3 | 43,4 | 6 | 1,38 | 2,41 |
| 23 | 13,84 | 1 | 0,695 | 0,722 | 1,26 | 3 | 41,5 | 6 | 1,44 | 2,52 |
| 24 | 13,26 | 1 | 0,695 | 0,753 | 1,32 | 4 | 53 | 6 | 1,13 | 1,97 |
| 25 | 12,73 | 1 | 0,695 | 0,785 | 1,37 | 4 | 51 | 6 | 1,18 | 2,06 |
| 26 | 12,24 | 1 | 0,695 | 0,816 | 1,43 | 4 | 49 | 6 | 1,22 | 2,14 |
| 27 | 11,79 | 1 | 0,695 | 0,847 | 1,48 | 4 | 47 | 6 | 1,27 | 2,22 |
| 28 | 11,37 | 1 | 0,695 | 0,879 | 1,54 | 4 | 45,5 | 6 | 1,32 | 2,31 |
| 30 | 10,61 | 1 | 0,695 | 0,942 | 1,65 | 4 | 42,4 | 6 | 1,41 | 2,47 |
| 32 | 9,95 | 1 | 0,695 | 1,004 | 1,76 | 4 | 39,8 | 6 | 1,51 | 2,64 |
| 33 | 9,65 | 1 | 0,695 | 1,036 | 1,81 | 4 | 38,6 | 6 | 1,55 | 2,71 |
| 34 | 9,36 | 1 | 0,695 | 1,067 | 1,87 | 4 | 37,4 | 6 | 1,60 | 2,80 |
| 35 | 9,09 | 1 | 0,695 | 1,099 | 1,92 | 4 | 36,3 | 6 | 1,65 | 2,89 |
| 36 | 8,84 | 1 | 0,695 | 1,130 | 1,98 | 4 | 35,3 | 6 | 1,69 | 2,96 |
| 38 | 8,38 | 1 | 0,695 | 1,193 | 2,09 | 4 | 33,4 | 6 | 1,79 | 3,13 |
| 40 | 7,96 | 1 | 0,695 | 1,256 | 2,20 | 4 | 31,8 | 6 | 1,88 | 3,29 |
| 42 | 7,58 | 1 | 0,695 | 1,318 | 2,31 | 5 | 38 | 6 | 1,60 | 2,80 |
| 44 | 7,23 | 1 | 0,695 | 1,381 | 2,42 | 5 | 36,1 | 6 | 1,66 | 2,90 |
| 45 | 7,07 | 1 | 0,695 | 1,413 | 2,47 | 5 | 35,3 | 6 | 1,69 | 2,97 |
| 46 | 6,92 | 1 | 0,695 | 1,444 | 2,53 | 5 | 34,6 | 6 | 1,73 | 3,03 |
| 48 | 6,63 | 1 | 0,695 | 1,507 | 2,64 | 5 | 33,1 | 6 | 1,81 | 3,17 |
| 50 | 6,36 | 1 | 0,695 | 1,57 | 2,75 | 5 | 31,8 | 6 | 1,88 | 3,30 |
| 52 | 6,12 | 1 | 0,695 | 1,632 | 2,86 | 5 | 30,6 | 6 | 1,96 | 3,43 |
| 55 | 5,79 | 1 | 0,695 | 1,727 | 3,02 | 6 | 34,7 | 6 | 1,73 | 3,02 |
| 58 | 5,49 | 1 | 0,695 | 1,821 | 3,18 | 6 | 32,9 | 6 | 1,82 | 3,18 |
| 60 | 5,30 | 1 | 0,695 | 1,884 | 3,30 | 6 | 31,8 | 6 | 1,88 | 3,30 |
| 62 | 5,13 | 1 | 0,695 | 1,946 | 3,41 | 6 | 30,8 | 6 | 1,95 | 3,41 |
| 65 | 4,89 | 1 | 0,695 | 2,041 | 3,57 | 6 | 29,3 | 6 | 2,04 | 3,57 |
| 68 | 4,68 | 1 | 0,695 | 2,135 | 3,73 | 6 | 28,0 | 6 | 2,13 | 3,73 |

Tabelle 18 (Fortsetzung).

| Metrisches Feingewinde 5 von 70÷82 mm Durchmesser | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Ge- winde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 70 | 4,54 | 1 | 0,695 | 2,198 | 3,85 | 6 | 27,2 | 6 | 2,20 | 3,85 |
| 72 | 4,42 | 1 | 0,695 | 2,26 | 3,96 | 6 | 26,5 | 6 | 2,26 | 3,96 |
| 75 | 4,24 | 1 | 0,695 | 2,35 | 4,12 | 6 | 25,4 | 6 | 2,35 | 4,12 |
| 78 | 4,08 | 1 | 0,695 | 2,448 | 4,28 | 6 | 24,5 | 6 | 2,45 | 4,28 |
| 80 | 3,98 | 1 | 0,695 | 2,512 | 4,40 | 6 | 23,9 | 6 | 2,51 | 4,40 |
| 82 | 3,88 | 1 | 0,695 | 2,574 | 4,51 | 6 | 23,3 | 6 | 2,57 | 4,51 |

Tabelle 19.

| Metrisches Feingewinde 6 von 6÷21 mm Durchmesser | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Ge- winde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rückkf. | Zeit mit Rückkf. |
| 6 | 53 | 0,75 | 0,521 | 0,251 | 0,44 | 2 | 106 | 6 | 0,75 | 1,31 |
| 6,5 | 49 | 0,75 | 0,521 | 0,272 | 0,48 | 2 | 98 | 6 | 0,82 | 1,43 |
| 7 | 45,5 | 0,75 | 0,521 | 0,293 | 0,51 | 2 | 91 | 6 | 0,88 | 1,54 |
| 7,5 | 42,4 | 0,75 | 0,521 | 0,314 | 0,55 | 2 | 85 | 6 | 0,94 | 1,65 |
| 8 | 39,8 | 0,75 | 0,521 | 0,334 | 0,58 | 2 | 80 | 6 | 1,00 | 1,75 |
| 8,5 | 37,5 | 0,75 | 0,521 | 0,355 | 0,62 | 2 | 75 | 6 | 1,06 | 1,85 |
| 9 | 35,4 | 0,75 | 0,521 | 0,376 | 0,66 | 2 | 70,8 | 6 | 1,13 | 1,98 |
| 9,5 | 33,5 | 0,75 | 0,521 | 0,397 | 0,69 | 2 | 67 | 6 | 1,19 | 2,08 |
| 10 | 31,8 | 0,75 | 0,521 | 0,418 | 0,73 | 3 | 96 | 6 | 0,84 | 1,47 |
| 10,5 | 30,3 | 0,75 | 0,521 | 0,438 | 0,77 | 3 | 91 | 6 | 0,88 | 1,54 |
| 11 | 28,9 | 0,75 | 0,521 | 0,46 | 0,80 | 3 | 87 | 6 | 0,92 | 1,61 |
| 11,5 | 27,7 | 0,75 | 0,521 | 0,481 | 0,84 | 3 | 83 | 6 | 0,96 | 1,68 |
| 12 | 26,5 | 0,75 | 0,521 | 0,502 | 0,88 | 3 | 79 | 6 | 1,00 | 1,75 |
| 12,5 | 25,5 | 0,75 | 0,521 | 0,523 | 0,92 | 3 | 76 | 6 | 1,05 | 1,84 |
| 13 | 24,5 | 0,75 | 0,521 | 0,544 | 0,95 | 3 | 73 | 6 | 1,09 | 1,91 |
| 13,5 | 23,6 | 0,75 | 0,521 | 0,565 | 0,99 | 3 | 71 | 6 | 1,13 | 1,98 |
| 14 | 22,7 | 0,75 | 0,521 | 0,586 | 1,03 | 3 | 68 | 6 | 1,17 | 2,05 |
| 14,5 | 21,9 | 0,75 | 0,521 | 0,607 | 1,06 | 3 | 66 | 6 | 1,21 | 2,12 |
| 15 | 21,2 | 0,75 | 0,521 | 0,628 | 1,10 | 3 | 63,7 | 6 | 1,25 | 2,19 |
| 16 | 19,90 | 0,75 | 0,521 | 0,669 | 1,17 | 3 | 60 | 5 | 1,11 | 1,95 |
| 17 | 18,73 | 0,75 | 0,521 | 0,711 | 1,24 | 3 | 56 | 5 | 1,18 | 2,07 |
| 18 | 17,69 | 0,75 | 0,521 | 0,753 | 1,32 | 3 | 53 | 5 | 1,25 | 2,19 |
| 19 | 16,76 | 0,75 | 0,521 | 0,795 | 1,39 | 3 | 50 | 5 | 1,32 | 2,31 |
| 20 | 15,92 | 0,75 | 0,521 | 0,837 | 1,46 | 3 | 48 | 5 | 1,39 | 2,43 |
| 21 | 15,16 | 0,75 | 0,521 | 0,879 | 1,54 | 3 | 45,5 | 5 | 1,46 | 2,55 |

Tabelle 19 (Fortsetzung).

| Metrisches Feingewinde 6 von 22÷80 mm Durchmesser. | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|--|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Laufzeit in Min. für 10 mm Gew.-Länge bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/Min. und 1 Schnitt | | | | | | Gesamtlaufzeit in Minuten für 10 mm Gew.-Länge mit Stahl geschnitten | | | | |
| Gewinde- Ø | Umdr. pro Min. | Steigg. in mm | Gew.- Tiefe | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Umdr. pro Min. | Schnitt- zahl normal | Zeit ohne Rücklf. | Zeit mit Rücklf. |
| 22 | 14,47 | 0,75 | 0,521 | 0,921 | 1,61 | 3 | 43,4 | 5 | 1,53 | 2,68 |
| 23 | 13,84 | 0,75 | 0,521 | 0,962 | 1,68 | 3 | 41,5 | 5 | 1,60 | 2,80 |
| 24 | 13,26 | 0,75 | 0,521 | 1,004 | 1,76 | 4 | 53 | 5 | 1,25 | 2,19 |
| 25 | 12,73 | 0,75 | 0,521 | 1,046 | 1,83 | 4 | 51 | 5 | 1,31 | 2,28 |
| 26 | 12,24 | 0,75 | 0,521 | 1,088 | 1,90 | 4 | 49 | 5 | 1,36 | 2,38 |
| 27 | 11,79 | 0,75 | 0,521 | 1,13 | 1,98 | 4 | 47 | 5 | 1,41 | 2,47 |
| 28 | 11,37 | 0,75 | 0,521 | 1,172 | 2,05 | 4 | 45,5 | 5 | 1,46 | 2,56 |
| 30 | 10,61 | 0,75 | 0,521 | 1,256 | 2,20 | 4 | 42,4 | 5 | 1,57 | 2,75 |
| 32 | 9,95 | 0,75 | 0,521 | 1,339 | 2,34 | 4 | 39,8 | 5 | 1,67 | 2,92 |
| 33 | 9,65 | 0,75 | 0,521 | 1,381 | 2,42 | 4 | 38,6 | 5 | 1,73 | 3,02 |
| 34 | 9,36 | 0,75 | 0,521 | 1,423 | 2,49 | 4 | 37,4 | 5 | 1,78 | 3,11 |
| 35 | 9,09 | 0,75 | 0,521 | 1,465 | 2,56 | 4 | 36,3 | 5 | 1,83 | 3,20 |
| 36 | 8,84 | 0,75 | 0,521 | 1,507 | 2,64 | 4 | 35,3 | 5 | 1,88 | 3,29 |
| 38 | 8,38 | 0,75 | 0,521 | 1,59 | 2,78 | 4 | 33,4 | 5 | 1,99 | 3,48 |
| 40 | 7,96 | 0,75 | 0,521 | 1,674 | 2,93 | 4 | 31,8 | 5 | 2,09 | 3,66 |
| 42 | 7,58 | 0,75 | 0,521 | 1,758 | 3,08 | 5 | 38,0 | 5 | 1,76 | 3,08 |
| 44 | 7,23 | 0,75 | 0,521 | 1,842 | 3,22 | 5 | 36,1 | 5 | 1,84 | 3,22 |
| 45 | 7,07 | 0,75 | 0,521 | 1,884 | 3,30 | 5 | 35,3 | 5 | 1,88 | 3,29 |
| 46 | 6,92 | 0,75 | 0,521 | 1,925 | 3,37 | 5 | 34,6 | 5 | 1,92 | 3,37 |
| 48 | 6,63 | 0,75 | 0,521 | 2,009 | 3,51 | 5 | 33,1 | 5 | 2,00 | 3,50 |
| 50 | 6,36 | 0,75 | 0,521 | 2,093 | 3,65 | 5 | 31,8 | 5 | 2,09 | 3,65 |
| 52 | 6,12 | 0,75 | 0,521 | 2,177 | 3,80 | 5 | 30,6 | 5 | 2,18 | 3,80 |
| 55 | 5,79 | 0,75 | 0,521 | 2,302 | 4,03 | 6 | 34,7 | 5 | 1,92 | 3,36 |
| 58 | 5,49 | 0,75 | 0,521 | 2,428 | 4,25 | 6 | 32,9 | 5 | 2,02 | 3,53 |
| 60 | 5,30 | 0,75 | 0,521 | 2,512 | 4,40 | 6 | 31,8 | 5 | 2,09 | 3,66 |
| 62 | 5,13 | 0,75 | 0,521 | 2,595 | 4,54 | 6 | 30,8 | 5 | 2,16 | 3,78 |
| 65 | 4,89 | 0,75 | 0,521 | 2,721 | 4,76 | 6 | 29,3 | 5 | 2,27 | 3,97 |
| 68 | 4,68 | 0,75 | 0,521 | 2,846 | 4,98 | 6 | 28,0 | 5 | 2,37 | 4,15 |
| 70 | 4,54 | 0,75 | 0,521 | 2,93 | 5,13 | 6 | 27,2 | 5 | 2,44 | 4,27 |
| 72 | 4,42 | 0,75 | 0,521 | 3,014 | 5,27 | 6 | 26,5 | 5 | 2,51 | 4,39 |
| 75 | 4,24 | 0,75 | 0,521 | 3,14 | 5,49 | 6 | 25,4 | 5 | 2,62 | 4,58 |
| 78 | 4,08 | 0,75 | 0,521 | 3,265 | 5,71 | 6 | 24,5 | 5 | 2,72 | 4,76 |
| 80 | 3,98 | 0,75 | 0,521 | 3,349 | 5,86 | 6 | 23,9 | 5 | 2,79 | 4,88 |

1. Kalkulationsbeispiel für Gewindeschneiden auf Drehbank.

Auf 20 Wellen von 48 mm Durchmesser soll auf eine Länge von 120 mm metrisches Gewinde von 5 mm Steigung auf Drehbank geschnitten werden.

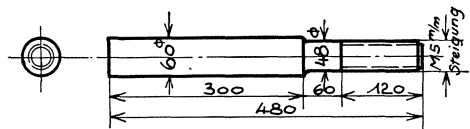


Abb. 38.

Material: S. M. St. mittelhart.

Die Wellen sind zentriert und gedreht angeliefert. Die Werte zur Laufzeitberechnung können den Gewindetabellen entnommen werden.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---|--|--|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: Drehbank | Gegenstand: Wellen Material: S. M. St. Type: | Zeichng. Nr.: Skizze Stek. Zahl/Einheit: 20 Maschinen-Nr.: |
|---|--|--|

| Rohgewicht:..... Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | | Zeitaufwand | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------|-------------|--------------|---------------|------------------|-----------|-------------|----------|------------|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb. Länge | ∅ oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit |
| 1 | Maschineinrichten | | | | | | | | | 15 |
| 2 | Aufspannen | Spitzen | | | | | | | 1,00 | |
| 3 | Gewinde schneiden | Gewindestahl | 17 | 120 | 48 | 5 | 5 | 21,60 | 5,10 | |
| 4 | Gewinde säubern u. einpassen. . . . | | | | | | | | 3,24 | |
| 5 | Abspannen | = 15 % der Laufzeit = | | | | | | | 0,50 | |
| | | | | | | | | 21,60 | 9,84 | 15 |
| | | | | | | | | 1,08 | | |
| | | | | | | | | 22,68 | | |
| 5 % Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | | | |
| Für Werkzeuge schleifen 5 % Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | | 0,49 | |
| | | | | | | | | | 10,33 | |

Zeit für 1 Stek. = 22,68 + 10,33 = 33 Min.

Hierzu 1/7 von Serienzeit pro Stek. = 15 : 7 = 2 „

Gesamtzeit pro Stek. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 35 Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

2. Kalkulationsbeispiel für Gewindeschneiden auf Drehbank.

Auf 25 Spindeln (lt. Abbildung) soll ein Flachgewinde von 6 Gang per Zoll geschnitten werden. Bei 6 Gang per Zoll beträgt die Steigung = 25,4 : 6 = 4,233 mm.

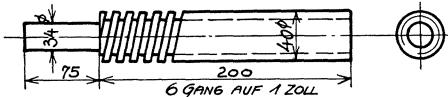


Abb. 39.

Die Gewindetiefe ist = 1/2 der Steigung, also 4,233 : 2 = 2,66 mm.

Material: S. M. St.

Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 4 m/Min.

Die Spantiefe sei durchschnittlich 0,15 mm.

Die Schnittzahl ist = $\frac{\text{Gewindetiefe}}{\text{Spantiefe}} = \frac{2,66}{0,15} = \text{rund } 18$.

Die Laufzeit für das Gewindeschneiden beträgt:

$$= \frac{40 \cdot 3,14 \cdot 18 \cdot 200}{2,66 \cdot 4000} = 42,5 \text{ Min.}$$

Hierzu kommen 75% für Rücklaufzeit, also 42,5 · 0,75 = 31,87 Min.

Somit Gesamtlaufzeit = 42,5 + 31,87 = 74,37 Min.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|--|--|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Spindeln Material: S. M. St. Type: | Zeichng. Nr.: Skizze Stck. Zahl/Einheit: 25 Maschinen-Nr.: |
|---------------------------------------|--|--|

| Rohgewicht: ... Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | | Zeitaufwand | | |
|--|-------------------------------------|---------------------|-------------|--------------|---------------|------------------|----------|-------------|----------|------------|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb. Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 15 |
| 2 | Aufspannen . . . | Spitzen | | | | | | | 0,60 | |
| 3 | Gewinde schneiden | Gewindestahl | 18 | 200 | 40 | 4 | 2,66 | 74,37 | 5,40 | |
| 4 | Gewinde säubern u. einpassen. . . . | = 15 % der Laufzeit | | | | | | | 11,14 | |
| 5 | Abspannen. . . . | | | | | | | | 0,30 | |
| | | | | | | | | 74,37 | 17,44 | 15 |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 3,71 | | |
| Für Werkzeuge schleifen 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 78,08 | 0,87 | |
| | | | | | | | | | 18,31 | |

Zeit für 1 Stck. = 78,08 + 18,31 = 96,39 Min.

Hierzu $\frac{1}{10}$ von Serienzeit pro Stck. = $\frac{15}{10} = 1,50$ „

Gesamtzeit pro Stck. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 97,89 Min.

Ausgestellt am: Geprüft am:

X. Die Berechnung der Bearbeitungszeiten an Rundschleifmaschinen.

Beim Rundschleifen ist besonders darauf zu achten, daß Körnung und Härte der Schleifscheiben für die Bearbeitung der verschiedenen Materialarten passen. So verlangt z. B. hartes Material eine weiche Schleifscheibe und umgekehrt weiches Material eine harte Schleifscheibe. Kupfer und Messing bilden eine Ausnahme. Hierfür sind ebenfalls weiche Schleifscheiben zu verwenden.

Einheitliche Stückzeitberechnungen für Schleifarbeiten können auch nur dann erzielt werden, wenn dafür normale, den Betriebsverhältnissen angepaßte Werte über Schnittgeschwindigkeiten, Schnittiefen, Vorschübe, Schleifzugaben, Meßzeiten, Auf- und Abspannzeiten usw. ermittelt und festgelegt werden. Folgende Aufstellung über Schnittgeschwindigkeiten, Schnittiefen und Vorschübe sind gut bewährte Durchschnittswerte aus der Praxis und diene als Beispiel.

Tabelle 20.

| Materialart | Schnittgeschw. in m/Min. | Schnitttiefe in mm | Durchschnittl. Vorschübe pro Werkst.-Umdrehg. mm |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---|
| Gußeisen | 8 ÷ 10 | 0,3 ÷ 0,4 | 15 ÷ 20 |
| Maschinenstahl, weich . . | 10 ÷ 12 | 0,02 ÷ 0,03 | 15 ÷ 20 |
| Maschinenstahl, gehärtet . | 8 | 0,01 ÷ 0,02 | 10 |
| Lagerstellen | 8 | 0,01 | 5 |

Es folgt ein weiteres Beispiel über Aufstellung und Festlegung normaler Schleifzugaben für verschiedene Materialdurchmesser.

Tabelle 21. Schleifzugaben.

| Material- \varnothing mm | außen mm | innen mm |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| bis 20 | 0,1 ÷ 0,15 | 0,15 |
| „ 30 | 0,15 ÷ 0,2 | 0,2 |
| „ 50 | 0,2 ÷ 0,25 | 0,25 |
| „ 100 | 0,3 | 0,3 |
| über 100 | 0,35 ÷ 0,4 | 0,4 |

Die Schnittzahl errechnet sich: $\frac{\text{Schleifzugabe}}{\text{Schnitttiefe}}$.

Beispiel: Schleifzugabe sei 0,3 mm und Schnitttiefe 0,02 mm, dann ist die Schnittzahl $\frac{0,3}{0,02} = 15$.

Liegen diese Werte fest, dann kann die Laufzeit nach folgender allgemeinen Formel berechnet werden.

$$\frac{\text{Schleifdurchmesser in mm} \times \text{Schleiflänge in mm} \times \text{Schnittzahl}}{\text{Schnittgeschw. in mm/Min.} \times \text{Vorsch./Umdrehung}} = \text{Laufzeit in Min.}$$

Beispiel: Eine Welle von 40 mm Durchmesser soll 350 mm lang überschleifen werden. Schleifzugabe sei 0,3 mm und Schnitttiefe 0,02 mm. Die Schnittzahl beträgt in diesem Falle $\frac{0,3}{0,02} = 15$, die Schnittgeschwindigkeit sei 12 m/Min. bzw. 12000 mm/Min. Der Vorschub pro Werkstückumdrehung sei 10 mm, dann ist die Laufzeit

$$\frac{40 \cdot 3,14 \cdot 350 \cdot 15}{12000 \cdot 10} = 5,49 \text{ Min.}$$

Zu dieser rein theoretisch gerechneten Laufzeit ist für die Praxis ein Sicherheitszuschlag von ca. 20% zu machen, und zwar deshalb, weil der Schleifer bei den letzten Spänen geringere Schnitttiefen nimmt, um das genaue Maß nicht zu unterschreiten.

Die Gesamtlaufzeit würde somit für obiges Beispiel 5,49 und 20% von 5,49 = 1,09 Min., zusammen 5,49 + 1,09 = 6,58 Min. betragen.

Sind für Rundschleifmaschinen Maschinendiagramme vorhanden (siehe Maschinendiagramm für Rundschleifmaschine), dann kann die Laufzeit nach folgender Formel berechnet werden:

$$\frac{\text{Schleiflänge} \times \text{Schnittzahl}}{\text{Werkstückumdrehung} \times \text{Vorschub}} = \text{Laufzeit in Minuten.}$$

Beispiel: Ein Bolzen von 20 mm Durchmesser 60 mm lang überschleifen. Schleifzugabe sei 0,2 mm. Schnitttiefe 0,01 mm, dann ist Schnittzahl = 20. Die minutlichen Werkstückumdrehungen laut Maschinendiagramm seien 150 und der Vorschub pro Umdrehung gleich 10 mm, dann ist die Laufzeit gleich

$$\frac{60 \cdot 20}{150 \cdot 10} = 0,8 \text{ Min.}$$

Hierzu 20% Sicherheitszuschlag von 0,8 Min. = 0,16 Min. Somit Gesamtlaufzeit 0,8 + 0,16 = 0,96 Min.

Maschinendiagramm für Rundschleifmaschine

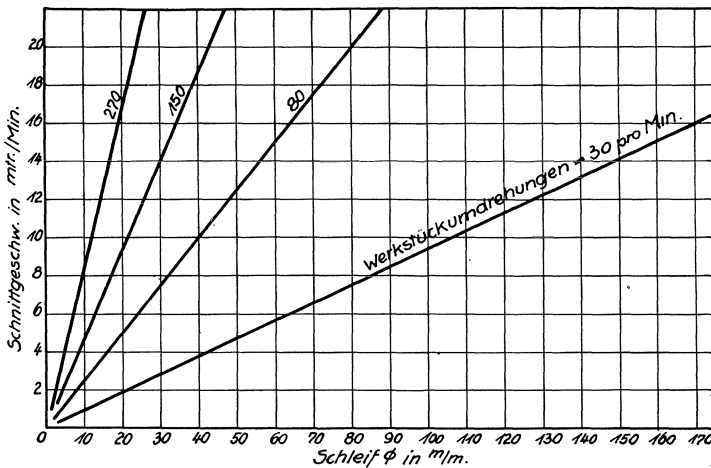
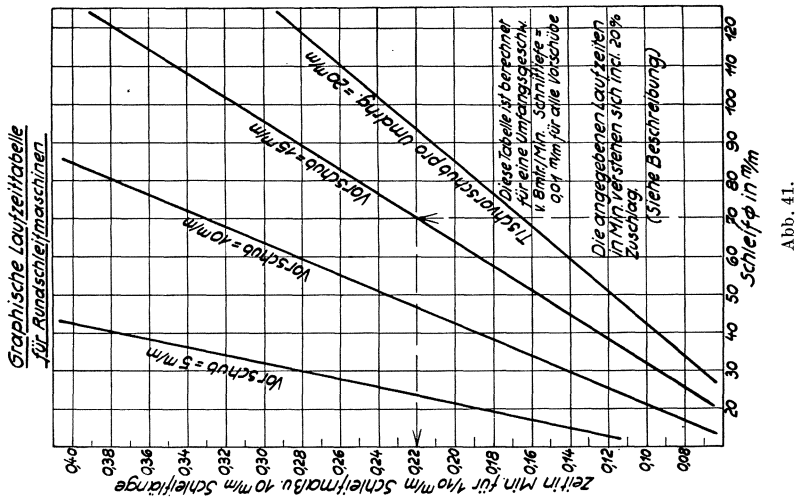
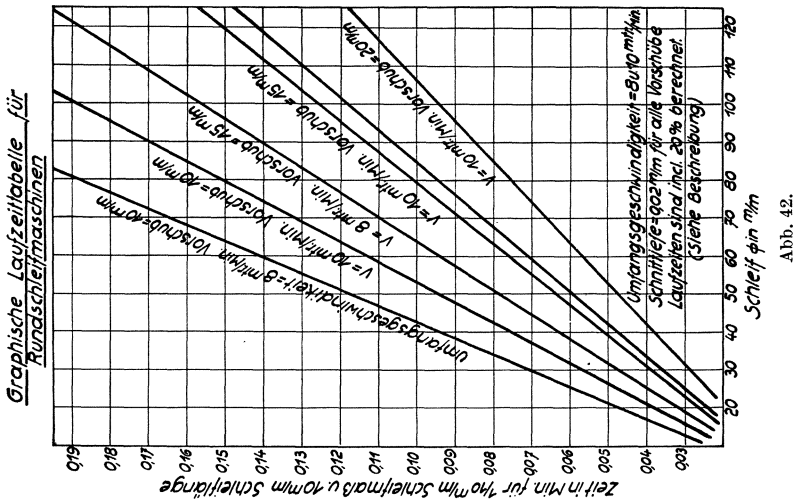


Abb. 40.

Die einfachste Laufzeitberechnung geschieht jedoch auch beim Schleifen nach graphischen Zeittabellen. Nicht nur, daß sich der Kalkulator den Kopf von unzähligen Formeln frei halten kann, sondern es unterläufen auf diese Weise am wenigsten Rechenfehler. Es folgen als Beispiel 2 graphische Laufzeittabellen für 8 und 10 m/Min. mit verschiedenen Vorschüben und Schnitttiefen von 0,01 und 0,02 mm. Auf diesen Tabellen ist die Laufzeit für 1/10 mm Schleifmaß und 10 mm Schleiflänge abzulesen. In den Zeitangaben ist der Sicherheitszuschlag von 20% schon enthalten. Die Laufzeitberechnung nach diesen Tabellen ist deshalb sehr einfach. Man hat nur den Tabellenwert mit Schleiflänge und Schleifzugabe zu multiplizieren.

Beispiel: Einen Durchmesser von 70 mm 400 mm überschleifen. Schnittgeschwindigkeit sei 8 m/Min., Schleifzugabe 0,3 mm, Schnitttiefe 0,01 mm und Vorschub 15 mm, dann ist die Laufzeit laut graphi-



scher Tabelle für $\frac{1}{10}$ mm Schleifmaß und 10 mm Schleiflänge = 0,22 Min. (Siehe graphische Laufzeitabelle für 8 m/Min.) Für 400 mm Länge ist die Zeit $0,22 \cdot 40 = 8,8$ Min. und für $\frac{3}{10}$ mm Schleifmaß $8,8 \cdot 3 = 26,4$ Min. Gesamtlaufzeit.

Zu beachten ist noch, daß bei Laufzeitberechnungen zur Schleiflänge der Auslauf der Schleifscheibe hinzugerechnet werden muß, und zwar bis zu Schleifscheibenbreite. Bei kurzen Schleiflängen ist die doppelte Schleifzeit einzusetzen, sofern der Schnitt nur auf einer Seite nachgestellt werden kann.

Handzeiten: Es folgt nun noch eine nach Erfahrungswerten aufgestellte Tabelle über Meßzeiten und Schnitte anstellen, für $\frac{1}{10}$ mm Schleifmaß berechnet.

Tabelle 22.

Tabelle für Schnitte anstellen und messen, für je $\frac{1}{10}$ mm Schleifmaß.

| Material- \varnothing | Schleiflängen bis | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 50 mm Min. | 100 mm Min. | 150 mm Min. | 200 mm Min. | 300 mm Min. | 400 mm Min. | 500 mm Min. |
| bis 25 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | | |
| „ 50 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| „ 75 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| „ 100 | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| „ 150 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,9 | 1 | 1,1 |
| „ 200 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 1 | 1,1 | 1,2 |

Diese Werte sind für Innenschleifen um 25% zu erhöhen, da erfahrungsgemäß das Innenmessen schwieriger ist wie am Außendurchmesser.

Auf- und Abspannzeiten sind je nach Größe, Gewicht und vorhandenen Aufspannvorrichtungen zu ermitteln und festzulegen.

Maschine einrichten und Anschläge einstellen pro Auftrag je nach Größe der Maschine 5—30 Minuten.

Kalkulationsbeispiel für Rundschleifmaschine.

50 Wellen S. M. St. 2 Ansätze und 1 Konus schleifen, wie Abb. 43 zeigt. Schleifzugabe betrage durchschnittlich 0,3 mm. Schnitttiefe = 0,02 mm.

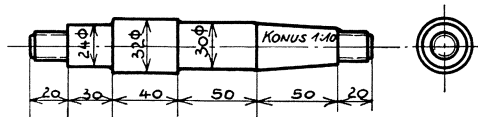


Abb. 43.

Schnittgeschwindigkeit = 10 m/Min.

Die Werte zur Laufzeitberechnung können den graphischen Tabellen entnommen werden.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|--------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Zeit und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Wellen | Zeichnung Nr.: Skizze |
| Rundschleifmaschinen | Material: S. M. St. | Stek. Zahl/Einheit: 50 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht: .. | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|-----------|----------|-------------|------------|--|
| Op. Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 20 | |
| 2 | Aufspannen | Spitzen Schleif-scheibe | | | | | | | 0,3 | | |
| 3 | Ansatz 24 Ø schleifen | | 15 | 40 | 24 | 10 | 10 | 1,08* | 0,9 | | |
| 4 | Ab- u. aufspannen | „ | | | | | | 0,5 | | | |
| 5 | Ansatz 32 Ø schleifen | „ | 15 | 60 | 32 | 10 | 10 | 1,08 | 1,05 | | |
| 6 | Auf- u. abspannen | „ | | | | | | 0,5 | | | |
| 7 | Konus schleifen | „ | 15 | 70 | 30 | 10 | 10 | 1,18 | 1,5 | 5 | |
| 8 | Abspannen | „ | | | | | | | 0,2 | | |
| | | | | | | | | 3,34 | 4,95 | 25 | |
| 5 % Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 0,17 | | | |
| 5 % Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 3,51 | 0,24 | | |
| | | | | | | | | | 5,19 | | |

Zeit für 1 Stek. = 3,51 + 5,19 = 8,70 Min.

Hierzu 1/30 von Serienzeit pro Stek. = 25:30 = 0,83 „

Gesamtzeit ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 9,53 Min.

Die mit * bezeichnete Laufzeit ist doppelt eingetragen. (Siehe Beschreibung!)

Ausgestellt am: | Geprüft am:

Kalkulationsbeispiel für Rund- und Innenschleifmaschine.

30 Büchsen für Kugellager, Material S. M. St. gepreßt, außen und innen schleifen wie Abb. 44 zeigt.

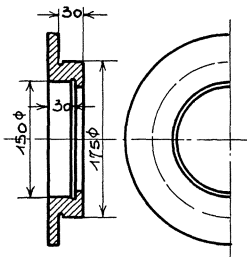


Abb. 44.

Schleifzugabe sei außen und innen 0,3 mm. Schnittgeschwindigkeit sei für Außenschleifen 10 m/Min. und für Bohrung 8 m/Min. Vorschub betrage 10 mm und Schnitttiefe 0,02 mm. Weil kurze Schleiflängen und Schnitt nur auf einer Seite nachgestellt werden kann, ist die Schleifzeit zu verdoppeln, oder man rechne mit doppelter Schnittzahl (statt 15 in diesem Falle 30 Schnitte).

Die Laufzeiten können nach den graphischen Tabellen berechnet werden. Da auf denselben die Zeit für 150 und 175 mm Durchmesser nicht direkt abzulesen ist, so nehme z. B. für 175 mm Durchmesser den Wert von 87,5 mm Durchmesser und vervielfache mit 2. Laut 10 m-Tabelle ist die Zeit

für 87,5 mm Durchmesser = 0,165 Min. für 10 mm Schleiflänge und 0,1 mm Schleifmaß. Für 175 mm Durchmesser, 40 mm Länge und 0,3 mm Schleifmaß, beträgt die Laufzeit $0,165 \cdot 2 = 0,33 \cdot 4 = 1,32 \cdot 3 = 3,96$ Min. Da in diesem Falle doppelte Schleifzeit eingesetzt wird, so ist die Gesamtlaufzeit = $3,96 \cdot 2 = 7,93$ Min.

Wird die Laufzeit nach der Formel berechnet und doppelte Schnittzahl angenommen, dann lautet diese:

$$\frac{175 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 30}{10000 \cdot 10} = 6,59 \text{ Min.}$$

Hierzu 20% Sicherheitszuschlag 1,31 „
 Gesamtlaufzeit 7,90 Min.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|--|---|---|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für Rundschleifmaschinen | Gegenstand: Büchse Material: Preßteil Type: | Zeichnung Nr.: Skizze Stck. Zahl/Einheit: 30 Maschinen-Nr.: |
|--|---|---|

| Rohgewicht:..... Fertiggewicht | | Schnitteinstellung | | | | | | Zeitaufwand | | | |
|--------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|-------------|----------|------------|------|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. in | Vor-schub mm | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | Spannvorrichtung Schleifscheibe | 30 | 40 | 175 | 10 | 10 | 7,92 | 1,65 | 20 | |
| 2 | Aufspannen | | | | | | | | | | 0,80 |
| 3 | Außen-Ø schleifen | | | | | | | | | | 1,65 |
| 4 | Abspannen | | | | | | | | | | 0,40 |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 7,92 | 2,85 | 20 | |
| | | | | | | | | 0,39 | | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 8,31 | 0,14 | | |
| | | | | | | | | | 2,99 | | |

Zeit für 1 Stck. = 8,31 + 2,99 = 11,30 Min.
 Hierzu $\frac{1}{15}$ von Serienzeit pro Stck. = $20 : 15 = 1,33$ „
 Gesamtzeit ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 12,63 Min.

Innenschleifen:

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------|------------------------------------|----|----|-----|---|----|------|------|----|------|
| 1 | Maschine einrichten | Spannvorrichtung Schleifscheibe | 30 | 40 | 150 | 8 | 10 | 8,48 | 2,50 | 20 | |
| 2 | Aufspannen | | | | | | | | | | 0,80 |
| 3 | Innen-Ø schleifen | | | | | | | | | | 2,50 |
| 4 | Abspannen | | | | | | | | | | 0,40 |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 8,48 | 3,70 | 20 | |
| | | | | | | | | 0,42 | | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 8,90 | 0,18 | | |
| | | | | | | | | | 3,88 | | |

Zeit für 1 Stck. = 8,90 + 3,88 = 12,78 Min.
 Hierzu $\frac{1}{15}$ von Serienzeit pro Stck. = $20 : 15 = 1,33$ „
 Gesamtzeit ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 14,11 Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

XI. Die Innenschleifmaschine.

Es sei hier noch als Beispiel eine kleine Lochschleifmaschine mit bestimmten minutlichen Doppelhüben, einer größten Schleiflänge von 75 mm und einem größten Schleifdurchmesser von 100 mm beschrieben.

Um normale Werte über Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe für solche Maschinen festlegen zu können, müssen Spindel bzw. Werkstückumdrehungen, sowie die einzelnen minutlichen Doppelhübe bekannt sein.

Die hier beschriebene Lochschleifmaschine weist folgende minutliche Spindelumdrehungen auf: 85, 166, 280 und 450. Die minutlichen Doppelhübe des Tisches sind 20, 32 und 50.

Zur Ermittlung der Schnittgeschwindigkeiten lege man zuerst ein Maschinendiagramm an. (Siehe Beispiel.) Zur Ermittlung normaler Vorschübe lege man vorteilhaft graphische Vorschubtabellen für die verschiedenen Werkstück- bzw. Spindelumdrehungen und minutlichen Doppelhübe an. (Siehe Beispiel.) Das Anlegen solcher Tabellen hat den Zweck, um daraus normale Vorschübe zu bestimmen, und zwar je nach Schleiflänge.

Bei Maschinen mit gleichbleibenden minutlichen Doppelhüben verändert sich der Vorschub je nach Einstellen der Hublänge. Dies ist aus den Vorschubtabellen sofort feststellbar.

Hat man Maschinendiagramm und Vorschubtabellen angelegt, dann kann man daraus für die verschiedenen Schleifdurchmesser und Schleiflängen anzuwendende Spindelumdrehung und minutliche Doppelhübe bestimmen, welche normalen Schnittgeschwindigkeiten und Vorschüben entsprechen. Die Vorschübe sollen bei diesen Maschinen normal zwischen 5 und 10 mm liegen.

Nachfolgende Aufstellung über einzusetzende Spindelumdrehung, je nach Schleifdurchmesser und einzusetzende minutliche Doppelhübe je nach Schleiflänge diene als Beispiel.

Tabelle 23. Tabelle für Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe.
(Für Innenschleifmaschine.)

| Schleif- durchmesser mm | Spindel- umdr. pro Min. | Schnitt- geschw. in m/Min. | Schleiflänge mm | Einzusetzende Doppel- hübe | Vorschub pro Umdrehung mm |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 10 | 450 | 14 | 20 ÷ 30 | 50 | 4,2 ÷ 6,6 |
| 10 | 450 | 14 | 35 ÷ 55 | 32 | 5 ÷ 8 |
| 10 | 450 | 14 | 60 ÷ 75 | 20 | 5,4 ÷ 6,6 |
| bis 15 | 280 | 9,6 ÷ 13 | 20 ÷ 35 | 32 | 4,6 ÷ 8 |
| „ 15 | 280 | 9,6 ÷ 13 | 40 ÷ 75 | 20 | 5,6 ÷ 10,6 |
| „ 30 | 166 | 8 ÷ 15 | bis 25 | 32 | 9,5 |
| „ 30 | 166 | 8 ÷ 15 | 26 ÷ 75 | 20 | 6 ÷ 18 |
| über 30 ÷ 70 | 85 | 8 ÷ 18,6 | 20 ÷ 35 | 20 | 10 ÷ 16,5 |
| „ 30 ÷ 70 | 85 | 8 ÷ 18,6 | über 35 mm ungünstig | | |
| „ 70 | ungünstig für diese Maschine | | | | |

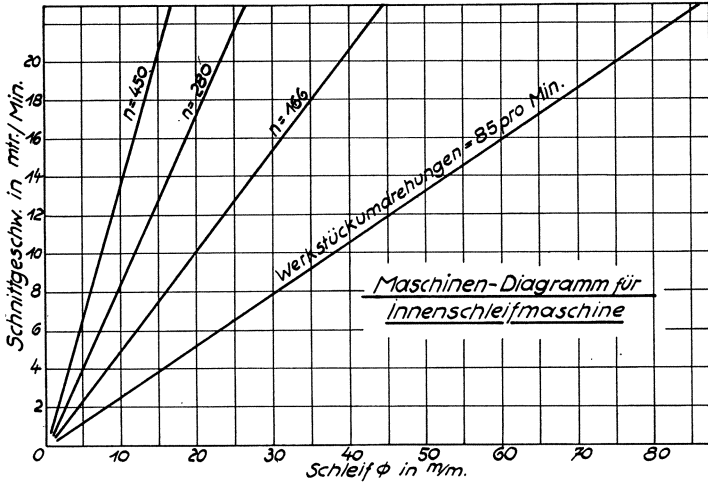


Abb. 45.

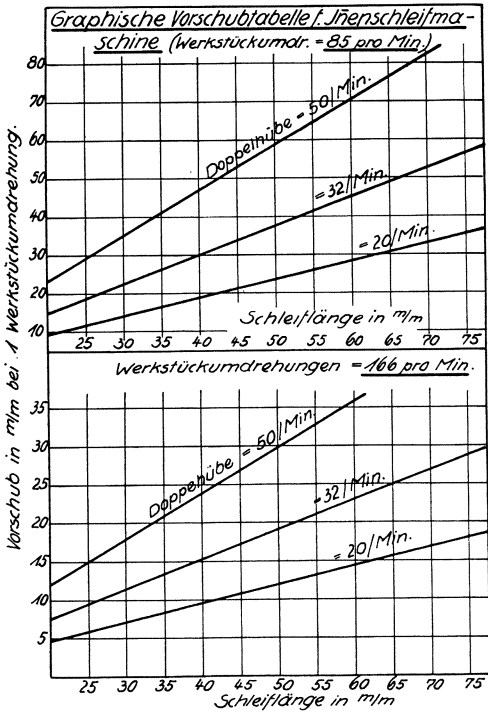


Abb. 46.

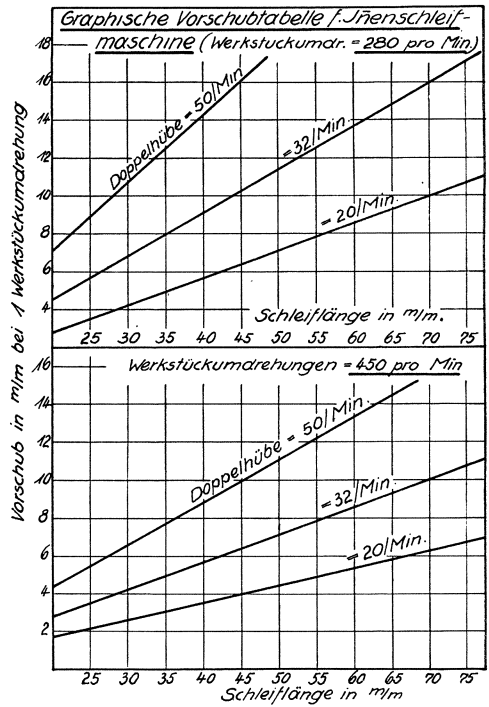


Abb. 47.

Schnittiefen bei kleinen Lochschleifmaschinen.

Die Schnittiefen pro Doppelhub sind wegen leichter Durchbiegung der Schleifspindel entschieden geringer zu halten wie bei andern Rundschleifmaschinen. Sie betragen pro Doppelhub je nach Lochdurchmesser 0,002 bis 0,01 mm.

Für die Laufzeitberechnung ist es empfehlenswert, Speziallaufzeitabellen für die verschiedenen Schnittiefen und minutlichen Doppelhübe anzulegen. Folgende Laufzeitabelle, welche nach der eben beschriebenen Lochschleifmaschine berechnet ist, diene als Beispiel.

Tabelle 24. Laufzeitabelle für $\frac{1}{10}$ mm Schleifmaß inkl. 20% (für kleine Innenschleifmaschine).

| Schnittiefen in mm | Zeiten in Minuten | | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | bei 50 Doppel- hüben | bei 32 Doppel- hüben | bei 20 Doppel- hüben |
| 0,002 | 1,2 | 1,88 | 3,00 |
| 0,004 | 0,6 | 0,94 | 1,5 |
| 0,006 | 0,4 | 0,625 | 1,0 |
| 0,008 | 0,3 | 0,47 | 0,75 |
| 0,010 | 0,24 | 0,375 | 0,60 |

Hat man aus der Tabelle für Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe die anzuwendenden Doppelhübe für das Ausschleifen eines bestimmten Werkstückes ermittelt, dann dürfte es an Hand obiger Laufzeitabelle ein leichtes sein, die Gesamtlaufzeit festzustellen.

Beispiel: Schleifdurchmesser sei 15 mm, Schleiflänge 50 mm, minutliche Doppelhübe 20, Schleifzugabe 0,2 mm und Schnittiefe pro Doppelhub 0,008 mm, dann ist die Laufzeit laut Tabelle für $\frac{1}{10}$ mm Schleifmaß 0,75 Min. und für $\frac{2}{10}$ mm Schleifmaß $0,75 \cdot 2 = 1,5$ Min.

Handzeiten: Maschine einrichten pro Auftrag 5 bis 10 Min.

Zeiten für Schnitt anstellen sind zuzüglich 25%, aus der Tabelle bei Rundschleifmaschine zu entnehmen.

Auf- und Abspannzeiten 0,1 bis 0,5 Min. pro Stück.

Kalkulationsbeispiel für Lochschleifmaschine.

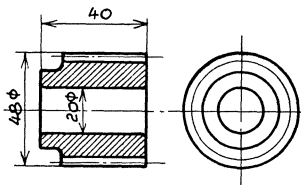


Abb. 48.

50 Gehärtete Schraubenräder aus Einsatzstahl, laut Abb. 48, Bohrung ausschleifen. Die Schleifzugabe sei 0,3 mm. Schnittgeschwindigkeit sei 10 m/Min. Schnittiefe = 0,004 mm. Doppelhübe = 20/Min., dann ist die Laufzeit für $\frac{1}{10}$ mm Schleifmaß = 1,5 Min. und für $\frac{3}{10}$ mm

Schleifmaß = $1,5 \cdot 3 = 4,5$ Min.

Diese Werte sind den Beispiel-Tabellen zu entnehmen. Der Vor-

schub beträgt laut graphischer Tabelle in diesem Falle = 12 mm.
(Siehe graphische Vorschub-Tabelle 166 Werkstückumdrehungen/Min.)

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Schraubenrad | Zeichnung Nr.: Skizze |
| Lochschleifmaschine | Material: Einsatzstahl | Stck. Zahl/Einheit: 50 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|--------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|-------------|----------|-------------|------------|--|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb. Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub mm | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | Spannvorrichtung Schleifscheibe | | | | | | | | 15 | |
| 2 | Aufspannen | | | | | | | | | 0,3 | |
| 3 | Bohrung schleifen . | | 50 | 50 | 20 | 10 | 12 | 4,50 | 1,15 | | |
| 4 | Abspannen | | | | | | | | 0,20 | | |
| | | | | | | | | 4,50 | 1,65 | 15 | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 0,22 | | | |
| | | | | | | | | 4,72 | 0,08 | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | | 1,73 | | |

Zeit für 1 Stck. = 4,72 + 1,73 = 6,45 Min.
 Hierzu $\frac{1}{50}$ von Serienzeit pro Stck. = $15 : 30 = 0,50$ „
 Gesamtzeit ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 6,95 Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

XII. Die Zylinderschleifmaschine.

Zylinderschleifmaschinen sind ausgesprochene Spezialmaschinen und dienen in der Hauptsache zum Ausschleifen gußeiserner Zylinderblocks für Automobilmotore.

Bei dieser Art Maschinen steht das zu bearbeitende Werkstück fest und werden die Schnittgeschwindigkeiten von den verschiedenen minutlichen Planettourenzahlen bestimmt.

Die hier als Beispiel beschriebene Maschine weist folgende minutliche Planettouren auf: 35, 47, 62, 78, 85 und 106. Die minutlichen Vorschübe betragen 125, 240, 285, 375, 430, 555, 730, 990 und 1300 mm.

Zur Ermittlung der richtigen Schnittgeschwindigkeiten für die verschiedenen Zylinderbohrungen lege man zuerst ein Maschinendiagramm an. (Siehe Beispiel.) Normal soll die Schnittgeschwindigkeit bei diesen Maschinen zwischen 15 und 18 m/Min. liegen.

Angenommen, eine Zylinderbohrung von 80 mm Durchmesser soll geschliffen werden. An Hand des Maschinendiagramms ist festzustellen, mit welcher minutlichen Planettourenzahl diese Bohrung bearbeitet

Maschinen-Diagramm für Zylinderschleifmaschine.

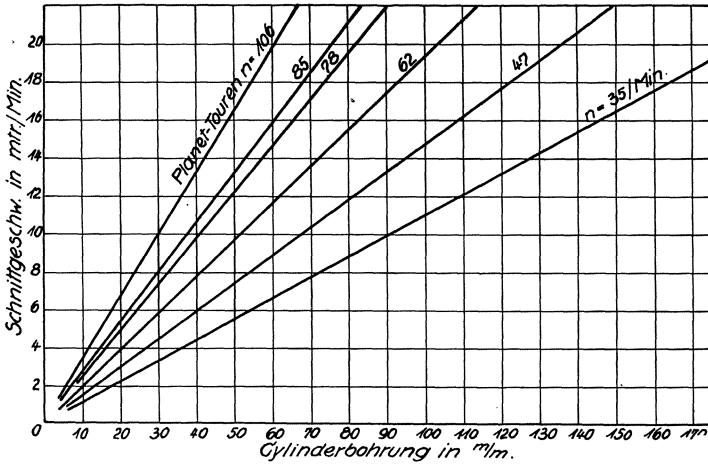


Abb. 49.

werden muß, um die verlangte Schnittgeschwindigkeit zu erreichen. Laut Maschinendiagramm müßte man für eine Bohrung von 80 mm

62 Planetentouren wählen, welche einer Schnittgeschwindigkeit von ca. 15,6 m/Min. entsprechen würden. (Siehe Maschinendiagramm.)

Die Vorschübe pro Planetumdrehung sollen 12 bis 15 mm betragen, können aber bis zu $\frac{2}{3}$ der Schleifscheibenbreite gesteigert werden.

Sind die minutlichen Planetentouren bekannt, dann kann der minutliche Vorschub berechnet werden, welcher zur Bearbeitung einzusetzen ist.

Angenommen, der Vorschub pro Planetumdrehung soll 12mm betragen. Die minutliche Planetentourenzahl sei 62, dann müßte der minutliche Vorschub $12 \cdot 62 = 744$ mm sein. Man müßte in diesem Falle zur Bearbeitung den nächstliegenden

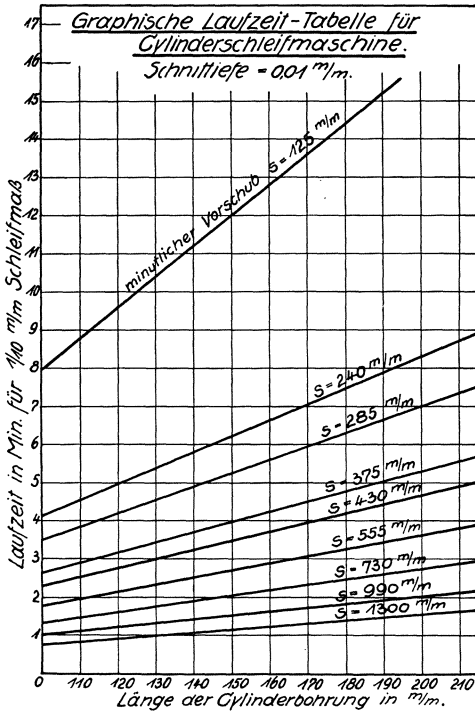


Abb. 50.

an der Maschine befindlichen minutlichen Vorschub von 730 mm einsetzen.

Ist eine Bohrung bis zum letzten Span geschliffen, dann ist für den letzten Schlicht- und Polierschnitt bei allen Bohrungen der kleinste minutliche Vorschub von 125 mm einzusetzen.

Zur Laufzeitberechnung diene nebenstehende graphische Spezialtabelle. Diese Tabelle ist nach den vorhandenen verschiedenen minutlichen Vorschüben berechnet. Die Laufzeit ist je nach Vorschub und Schleiflänge für $\frac{1}{10}$ mm Schleifmaß ablesbar. Die Schnitttiefe pro Span ist vorteilhaft nicht stärker wie 0,01 mm zu nehmen, nach der auch die Tabelle berechnet ist. Zur Ermittlung der Gesamtlaufzeit ist nur der Tabellenwert mit der entsprechenden Schleifzugabe zu vervielfachen.

Handzeiten. Maschine einrichten durchschnittlich 30 Min. pro Auftrag.

Auf- und Abspannzeiten je nach Gewicht 2 bis 5 Min.

Für Schnitte anstellen und messen pro Bohrung durchschnittlich 6 Min.

Kalkulationsbeispiel für Zylinderschleifmaschine.

30 Zylinderblock Bohrungen ausschleifen.

(Siehe Abb. 27 für 4 Spindelbohrwerk.)

Schleifzugabe betrage in allen Bohrungen 0,2 mm. Die Schnitttiefe pro Span sei 0,01 mm.

Die Werte zur Berechnung der Laufzeiten sind den graphischen Tabellen zu entnehmen.

Da aus der graphischen Zeittabelle die Laufzeit nur bis zu einer Zylinderlänge von 215 mm abgelesen werden kann, so nehme den Wert von 125 mm Länge und vervielfache mit 2.

So beträgt z. B. bei 125 mm Länge und 730 mm Vorschub die Laufzeit für $\frac{1}{10}$ mm Schleifmaß = 1,7 Min. und für 250 mm Länge = $1,7 \cdot 2 = 3,4$ Min.

Für $\frac{2}{10}$ mm Schleifmaß ist die Laufzeit = $3,4 \cdot 2 = 6,8$ Min. und für 4 Bohrungen = $6,8 \cdot 4 = 27,2$ Min.

Für den letzten Polierschnitt mit 125 mm Vorschub ist nur $\frac{1}{10}$ der in der graphischen Tabelle angegebenen Zeit einzutragen, da dieser Span nur einmal durch jede Bohrung läuft.

Laut Tabelle ist die Zeit für 125 mm Vorschub und 250 mm Zylinderlänge = 20 Min.

$20:10 = 2$ Min. für 1 Bohrung und

$2 \cdot 4 = 8$ Min. für 4 Bohrungen.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Zylinderblock | Zeichnung Nr.: Skizze |
| Zylinderschleifmaschine | Material: Gußeisen | Stck. Zahl/Einheit: 30 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht:..... Fertiggewicht:..... | | Schnitteinstellung | | | | | | Zeitaufwand | | |
|--|---|--------------------|-------------|--------------|---------------|------------------|----------|-------------|----------|------------|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 30 |
| 2 | Zylinder aufspannen | Vorrichtung | | | | | | | 3,00 | |
| 3 | 4 Bohrungen vorschleifen | Schleifscheibe | 80 | 250 | 80 | 15,6 | 730 | 27,2 | | |
| 4 | 4 Bohrungen schlichten . . . (4mal anstellen, 3mal Tisch verschieben und 4 Bohrungen messen à Bohrung = 6 Min.) . . . | „ | 4 | 250 | 80 | 15,6 | 125 | 8,0 | | |
| 5 | Zylinder abspannen | | | | | | | | 24,0 | |
| | | | | | | | | 35,2 | 29,0 | 30 |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 1,76 | | |
| Für Schleifscheibe abziehen 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 36,96 | 1,45 | |
| | | | | | | | | | 30,45 | |

Zeit für 1 Block = 36,96 + 30,45 = 67,41 Min.

Hierzu $\frac{1}{15}$ von Serienzeit pro Stck. = 30 : 15 = 2,00 „

Gesamtzeit pro Stck. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 69,41 Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

XIII. Vertikal- und Horizontalfräsmaschinen.

Bei diesen Maschinen gestaltet sich die Laufzeitberechnung wesentlich einfacher wie bei anderen Werkzeugmaschinen.

Die Laufzeit kann 1. nach Schnittgeschwindigkeit und Vorschub je Fräserumdrehung erfolgen oder 2. nach Vorschub/Min.

Die letztere Art ist die einfachste und wird allgemein angewendet. Sind die verschiedenen minutlichen Vorschübe einer Fräsmaschine bekannt, dann ziehe man den geeigneten und für das betreffende Material passenden Vorschub heraus und dividiere denselben in die zu bearbeitende Fräslänge.

Beispiel: Eine Fläche von 95 mm Breite und 300 mm Länge soll mit einem Vorschub von 52 mm/Min. einmal überfräst werden, dann ist die Laufzeit = 300 dividiert durch 52 = rund 5,8 Min.

Selbstverständlich ist darauf zu achten, daß die Schnittgeschwindigkeit des Fräasers im Verhältnis zur Materialhärte und Vorschub steht.

Tabelle 25. Zugaben in mm für Fräserauslauf

| Fräs- breite in mm | Fräserdurchmesser in mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|------|------|------|-----|------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|------|-------|-----|-----|
| | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 30 | 5 | 3,5 | 2,5 | 2 | 1,5 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 10 | 5,5 | 4,5 | 4 | 3 | 2,5 | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 25 | 9,5 | 7 | 5 | 4,5 | 3,5 | 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | | 15,5 | 10,5 | 8 | 6,5 | 5,5 | 4,5 | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | | 24,5 | 15 | 11 | 9 | 7 | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | | | 20,5 | 15 | 12 | 9 | 8,5 | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | | | 29 | 20 | 15 | 12 | 11 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| 100 | | | 50 | 25 | 19 | 15 | 14 | 12 | | | | | | | | | | | | |
| 125 | | | | 62,5 | 33 | 26 | 22 | 19 | 17 | 15 | 14 | 12,5 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8,5 | 8 | 7,5 | 7,5 |
| 150 | | | | | 75 | 42 | 34 | 29 | 25 | 22 | 20 | 18 | 17 | 15 | 14 | 13 | 12,5 | 12 | 11 | 11 |
| 175 | | | | | | 87,5 | 52 | 42 | 36 | 31 | 28 | 26 | 23 | 21 | 20 | 18 | 17 | 16,5 | 15 | 15 |
| 200 | | | | | | | 100 | 61 | 50 | 43 | 38 | 34 | 31 | 28 | 26 | 24 | 23 | 22 | 20 | 20 |
| 225 | | | | | | | | 112,5 | 70 | 59 | 51 | 45 | 41 | 37 | 34 | 31 | 30 | 28 | 26 | 26 |
| 250 | | | | | | | | | 125 | 80 | 67 | 58 | 52 | 47 | 44 | 40 | 37 | 35 | 33 | 33 |
| 275 | | | | | | | | | | 137,5 | 90 | 75 | 67 | 59 | 55 | 49 | 46 | 44 | 41 | 41 |
| 300 | | | | | | | | | | | 150 | 100 | 85 | 75 | 67 | 61 | 57 | 53 | 49 | 49 |
| 325 | | | | | | | | | | | | 162,5 | 110 | 94 | 83 | 74 | 69 | 64 | 60 | 60 |
| 350 | | | | | | | | | | | | | 175 | 120 | 103 | 90 | 83 | 77 | 71 | 71 |
| 375 | | | | | | | | | | | | | | 187,5 | 130 | 110 | 100 | 92 | 84 | 84 |
| 400 | | | | | | | | | | | | | | | 200 | 140 | 121 | 110 | 99 | 99 |
| 425 | | | | | | | | | | | | | | | | 212,5 | 150 | 132 | 118 | 118 |
| 450 | | | | | | | | | | | | | | | | | 225 | 160 | 140 | 140 |
| 475 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 237,5 | 170 | 170 |
| 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 250 | 250 |

D. h. es müssen auch für Fräsmaschinen genau wie für andere Werkzeugmaschinen normale Schnittgeschwindigkeiten bestimmt und festgelegt werden.

Maschinen-Diagramm für Fräsmaschine x

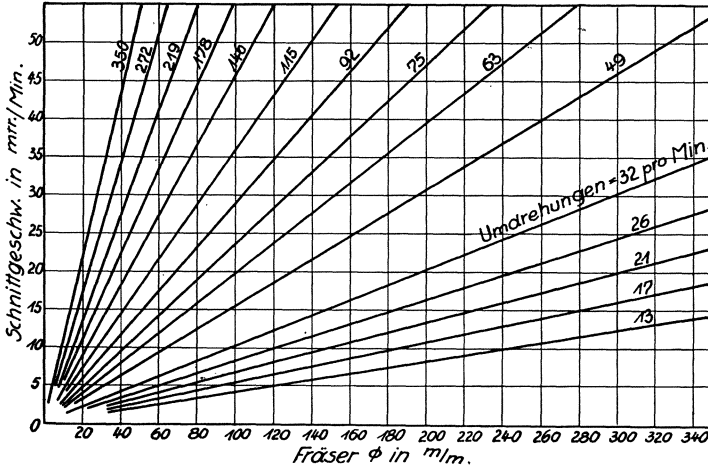


Abb. 51.

stehende Tabelle über Zugaben für Fräserauslauf, je nach Fräsbreite und Fräserdurchmesser. Es ist jedoch zu empfehlen, wenn einwandfreie, sauber geschlichtete Flächen verlangt werden, den Fräser ganz überlaufen zu lassen. In der Praxis kommt es häufig vor, daß ein nicht ganz einwandfreier Fräser ein Nachschneiden verursacht und dadurch Unebenheiten hinterläßt. In solchen Fällen ist der Fräserdurchmesser zur Fräslänge hinzuzurechnen.

Graphische Laufzeit-Tabelle für Fräsmaschine x

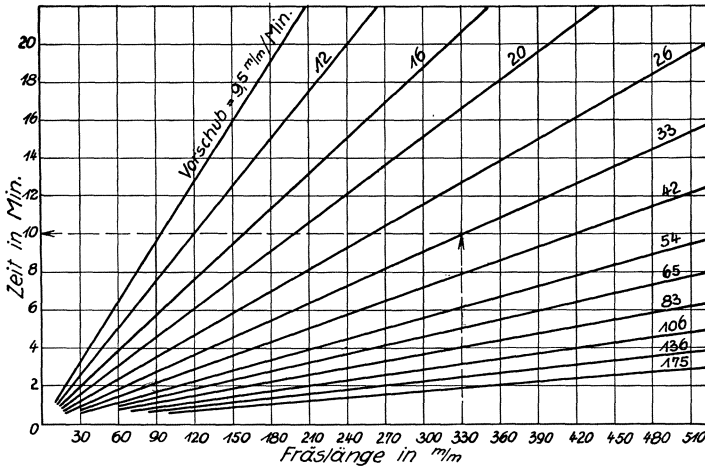


Abb. 52.

Weiter ist noch zu beachten, daß bei Berechnung von Laufzeiten zur eigentlichen Fräslänge der Fräserauslauf hinzu gerechnet wird. Zu diesem Zweck diene die auf S. 83

stehende Tabelle über Zugaben für Fräserauslauf, je nach Fräsbreite und Fräserdurchmesser. Es ist jedoch zu empfehlen, wenn einwandfreie, sauber geschlichtete Flächen verlangt werden, den Fräser ganz überlaufen zu lassen. In der Praxis kommt es häufig vor, daß ein nicht ganz einwandfreier Fräser ein Nachschneiden verursacht und dadurch Unebenheiten hinterläßt. In solchen Fällen ist der Fräserdurchmesser zur Fräslänge hinzuzurechnen.

Beispiel: Fräslänge 300 mm, Fräserdurchmesser 100 mm, dann ist eine Gesamtfräslänge von $300 + 100 = 400$ mm zu rechnen.

Da die Leistungsfähigkeit der einzelnen Fräsmaschinen sehr verschiedenartig ist, so empfiehlt es sich, direkt nach der Maschine und nicht nach Durchschnittswerten zu kalkulieren. Nur auf diese Weise werden die einzelnen Maschinen voll ausgenutzt und Fehlkalkulationen unmöglich sein. Erforderlich ist dazu eine genaue Maschinenaufnahme zur Festlegung normaler Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe für die verschiedenen Materialhärten.

Hat man eine Maschinenaufnahme vorgenommen, und sind die einzelnen Werte bekannt, dann können daraus Maschinendiagramme und graphische Laufzeittabellen angelegt werden. Diese einmalige Arbeit wird sich sicher lohnen, abgesehen davon, daß man, solange die Maschine im Betrieb steht, hierfür genaue und sichere Unterlagen zur Stückzeitberechnung hat.

Nebenstehendes Maschinendiagramm und graphische Laufzeitabelle einer Horizontalfräsmaschine diene als Beispiel.

Die einzelnen Werte dieser Maschine sind:

1. Spindelumdrehungen/Min.: 13, 17, 21, 26, 32, 49, 63, 75, 92, 115, 146, 178, 219, 272 und 350.

2. Vorschübe/Min.: 9,5, 12, 16, 20, 26, 33, 42, 54, 65, 83, 106, 136 und 175 mm.

Die Gesamtlaufzeit für eine bestimmte Fräslänge und Vorschub kann aus der graphischen Laufzeitabelle direkt abgelesen werden.

Beispiel: Fräslänge 330 mm, minutlicher Vorschub 33 mm, dann lese auf der linken Seite der Tabelle die Zeit von 10 Min. ab (siehe Beispiel).

Über Schnittgeschwindigkeit, Vorschübe und Handzeiten diene folgende Aufstellung als Beispiel und Anhaltspunkt.

Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe.

Nachfolgende Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe sind ebenfalls nur als Durchschnittswerte zu betrachten. Bei Serienfabrikationen müssen auch hierfür die tatsächlich anzuwendenden Werte jeweils den Betriebsverhältnissen angepaßt werden.

Tabelle 26.

| Materialart | Schnittgeschwindigkeit in m/Min. | |
|--|----------------------------------|--------------------------|
| | Schnellschnittfräser | Fräser aus Werkzeugstahl |
| Gußeisen mittel und harte Bronze | 16 ÷ 18 | 12 |
| Gußeisen hart und Stahlguß | 12 ÷ 14 | 8 ÷ 10 |
| S.M.St. und Schm.E. bis 50 kg Festigkeit | 18 | 12 ÷ 14 |
| S.M.St. über 50 ÷ 70 kg Festigkeit | 12 ÷ 14 | 8 ÷ 10 |
| Chrom-Nickelstahl | 10 ÷ 12 | 6 ÷ 8 |
| Rotguß, weiche Bronze und Messing | 24 ÷ 30 | 18 ÷ 20 |

Aluminium und Leichtmetalle je nach Leistungsfähigkeit der Maschine. Bei guten Schnellschnittfräsern kann die Schnittgeschwindigkeit bis 600 m/Min. gesteigert werden. Durchschnittlich liegen die Schnittgeschwindigkeiten zwischen 100 bis 200 m/Min.

Tabelle 27.

| Materialart | Vorschübe/Min. für Fräser aus Schnellschnittstahl | | | |
|--|---|------------------|--|------------------|
| | Walzen- und Stirnfräser | | Scheibenfräser, Satz- und Fassonfräser | |
| | schruppen mm | schlichten mm | schruppen mm | schlichten mm |
| Gußeisen mittel und harte Bronze | ca. 35 | ca. 52 | ca. 30 | ca. 45 |
| Gußeisen hart und Stahlguß | „ 30 | „ 45 | „ 27 | „ 40 |
| S.M.St. und Schm.E. bis 50 kg Festigkeit . | „ 45 | „ 70 | „ 40 | „ 60 |
| S.M.St. über 50 ÷ 70 kg Festigkeit | „ 40 | „ 55 | „ 35 | „ 50 |
| Chrom-Nickelstahl . . | „ 27 | „ 40 | „ 20 | „ 30 |
| Rotguß, weiche Bronze und Messing | „ 70 | ca. 100 ÷ 120 | „ 65 | „ 100 |

Bei Aluminium und Leichtmetallen betragen die Vorschübe in mm/Min. durchschnittlich das Zweifache der Schnittgeschwindigkeit in m/Min.

Beispiel: Es wird mit 100 m/Min. Schnittgeschwindigkeit gefräst, so kann ein Vorschub von 200 mm/Min. eingesetzt werden.

Die Vorschubwerte für Fräser aus Werkzeugstahl sind im Durchschnitt 30 bis 40% niedriger als bei Schnellschnittfräsern.

Handzeiten:

1. Maschine richten pro Auftrag je nach Stück 15 bis 120 Minuten.
2. Auf- und abspannen je nach Gewicht, Sperrigkeit und Vorrichtung.
3. Schnitt anstellen 0,3 Min., mit Rückkurbeln 0,5 Min.
4. Teilen am Teilkopf 0,2 bis 0,3 Min.

1. Kalkulationsbeispiel für Fräsmaschine.

50 Zylinderblock (siehe Abb. 27 bei Beispiel für 4 Spindelbohrw.) untere und obere Fläche auf Vertikalfräsmaschine fräsen. Die untere Fläche ist nach Anriß auszurichten.

Beide Flächen werden mit 1 Schnitt gefräst, da nach vollständiger Bearbeitung des Zylinderblocks die Flächen auf Flächenschleifmaschine fertiggeschliffen werden.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Zylinderblock | Zeichnung Nr.: Skizze |
| Vertikalfräsmaschine | Material: Gußeisen | Stck. Zahl/Einheit: 50 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|----------|----------|-------------|------------|--|
| Op. Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | Frästisch | | | | | | | | 40 | |
| 2 | Aufspannen und ausrichten . . . | | | | | | | | | | |
| 3 | Untere Fläche fräsen | Messerkopf (Schnellschn.) | 1 | 600 | 250 | 16 | 52 | 11,53 | 8,00 | 10 | |
| 4 | Abspannen | | | | | | | | 2,00 | | |
| 5 | Aufspannen (gefräste Seite) . . . | „ | 1 | 535 | 250 | 16 | 52 | 10,30 | 4,00 | 10 | |
| 6 | Obere Fläche fräsen | | | | | | | | 0,50 | | |
| 7 | Abspannen | | | | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | | 21,83 | 17,00 | 50 | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 1,09 | | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 22,92 | 0,85 | | |
| | | | | | | | | | 17,85 | | |

Zeit für 1 Block = 22,92 + 17,85 = 40,77 Min.

Hierzu 1/10 von Serienzeit pro Stck. = 50 : 30 = 1,66 „

Gesamtzeit pro Stck. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 42,43 Min.

Ausgestellt am: Geprüft am:

2. Kalkulationsbeispiel für Fräsmaschine.

Fräsen von 25 Keilwellen auf Horizontalfräsmaschine laut Abb. 53.
Material: Einsatzstahl ca. 60 kg Festigkeit.

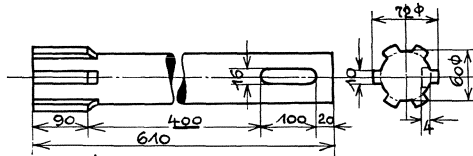


Abb. 53.

1. Operation: Keile vorfräsen mit 2 Scheibenfräsern.
 2. Operation: Fertigfräsen mit Fassonfräser.
- Zur Fräslänge sind ca. 15 mm für Anschnitt hinzuzurechnen.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Keilwelle | Zeichnung Nr.: Skizze |
| | Material: Einsatzstahl | |
| Horizontalfräsmaschine | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|--------------------------|----------------------|-------------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|-----------|----------|-------------|------------|--|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 45 | |
| 2 | Aufspannen . . . | Spitzen Satzfräser | 6 | 105 | 100 | 12 | 35 | 18,00 | 4,80 | | |
| 3 | Keile verfräsen . . | | | | | | | | | | |
| 4 | Abspannen | Spitzen Fassonfräser | 6 | 105 | 80 | 12 | 35 | 18,00 | 4,80 | 25 | |
| 5 | Aufspannen | | | | | | | | | | |
| 6 | Fertigfräsen | | | | | | | | | | |
| 7 | Abspannen | | | | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | | 36,00 | 15,60 | 70 | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 1,80 | | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 37,80 | | | |
| | | | | | | | | | 0,78 | | |
| | | | | | | | | 16,38 | | | |

Zeit für 1 Stck. = 37,8 + 16,38 = 54,18 Min.

Hierzu $\frac{1}{10}$ von Serienzeit pro Stck. = 70 : 10 = 7,00 „

Gesamtzeit pro Stck. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 61,18 Min.

Ausgestellt am: Geprüft am:

XIV. Keilnuten-Fräsmaschine.

Besonders lange und breite Keilnuten werden vorteilhaft mit Scheibenfräsern gefräst, vorausgesetzt, daß die beiden Enden nicht ausgerundet sein müssen. Das Nutenfräsen mittels Scheibenfräser hat den Vorteil, daß die ganze Nutentiefe mit einem Schnitt gefräst werden kann, während mit Fräsbohrer (auch Fingerfräser genannt) mehrere Schnitte notwendig sind. Die einzusetzenden Vorschübe (Durchschnittswerte) für Scheibenfräser sind der Tabelle Vertikal- und Horizontalfräsmaschinen (siehe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe) zu entnehmen.

Für kleinere Nuten bis 16 mm Nutenbreite und 120 mm Nutenlänge gibt es heute sehr gute und leistungsfähige Spezialnutenfräsmaschinen, die trotz Fräsen mit Fräsbohrer keine wesentlich höhere Zeiten erfordern dürften als mit Scheibenfräser gefräste Nuten. Außerdem haben diese Maschinen automatische Zuspannungen und schalten automatisch aus.

Es sei hier eine Nutenfräsmaschine Fabrikat Carl Hurth, München als Beispiel angeführt.

Diese Nutenfräsmaschine gibt folgende Werte an:

Tabelle 28.

| Spindelumdreh./Min. | Weiches Material | Hartes Material |
|---------------------|---------------------|-----------------|
| 1800 | für 2÷3 mm Fräser-Ø | 2÷3 mm Fräser-Ø |
| 1250 | für 4÷7 „ „ | 4÷6 „ „ |
| 830 | „ 8÷11 „ „ | 7÷9 „ „ |
| 550 | „ 12÷16 „ „ | 10÷12 „ „ |
| 350 | | 13÷16 „ „ |

Die Schnittiefen pro Span sind: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 und 0,5 mm.

Tabelle 29.

Die Laufzeiten betragen für jeweils 1 mm Nutentiefe bei einer

| Schnitt- tiefe | bis 20 mm Länge | 21 bis 40 mm Länge | 41 bis 60 mm Länge | 61 bis 80 mm Länge | 81 bis 100 mm Länge | 101 bis 120 mm Länge |
|-------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
| mm | Min. | Min. | Min. | Min. | Min. | Min. |
| 0,1 | 0,5 | 0,75 | 1,2 | 1,72 | 2,6 | 4,1 |
| 0,2 | 0,25 | 0,375 | 0,6 | 0,86 | 1,3 | 2,05 |
| 0,3 | 0,166 | 0,25 | 0,4 | 0,57 | 0,866 | 1,36 |
| 0,4 | 0,125 | 0,187 | 0,3 | 0,43 | 0,65 | 1,02 |
| 0,5 | 0,10 | 0,15 | 0,24 | 0,344 | 0,52 | 0,82 |

Die hier angegebenen Laufzeiten sind an einer in Betrieb befindlichen Nutenfräsmaschine aufgenommen.

Normal werden in der Praxis folgende Schnittiefen angewendet:

Für Stahl über 70 kg Festigkeit 0,1 mm,
für Stahl mittlerer Härte 0,2÷0,3 „
für weiches Material (Messing usw.) 0,4÷0,5 „

Rechenbeispiel:

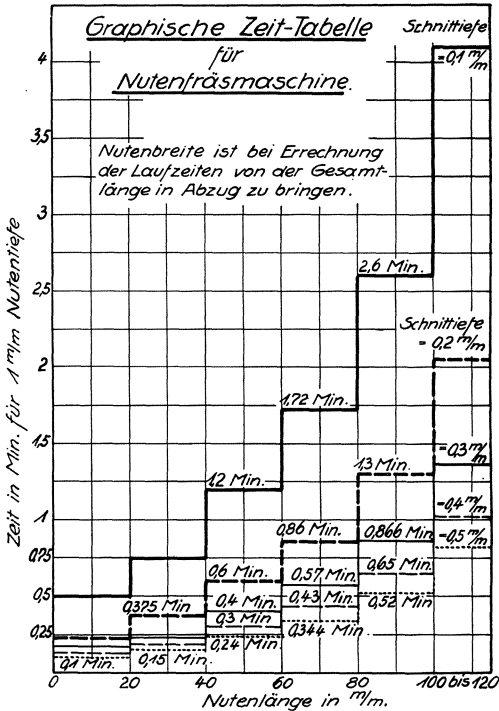
In eine Welle, Material S. M.-Stahl mittelhart, soll eine Keilnute von 14 mm Breite, 5 mm Tiefe und 60 mm Länge gefräst werden. Die Schnittiefe wird mit 0,3 mm angenommen. Nach vorgenannter Tabelle würde in diesem Falle die Laufzeit für 1 mm Nutentiefe = 0,4 Min. betragen. Für 5 mm Nutentiefe = $0,4 \cdot 5 = 2,0$ Min. Gesamtlaufzeit.

Aus obigen Wertangaben ist zu ersehen, daß diese Spezialnutenfräsmaschine mit hoher Schnittgeschwindigkeit, großem Vorschub und geringer Schnittiefe arbeitet.

Sind von solchen Spezialmaschinen durch eine genaue Maschinenaufnahme die Maschinendaten bekannt, so kann man selbstverständlich auch hierfür graphische Zeittabellen anlegen. (Siehe Beispiel obiger Zeitwerte in graphischer Zeittabelle!)

Handzeiten:

Maschine richten pro Auftrag 5 bis 15 Min.



Ab- und aufspannen je nach Vorrichtung, Größe und Gewicht von 0,2 Min. an.

Schnitt anstellen durchschnittlich 0,3 Min.

Kalkulationsbeispiel für Nutenfräsmaschine.

In 25 Keilwellen Keilnute fräsen auf automatischer Nutenfräsmaschine. (Abb. siehe Beispiel für Horizontalfräsmaschine).

Abb. 54.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Keilwelle | Zeichnung Nr.: Skizze |
| Nutenfräsmaschine | Material: Einsatzstahl | Stck. Zahl/ Einheit: 25 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht:..... Fertiggewicht:..... | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | | |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------|------------|------------------|------------------|-------------|----------|----------|------------|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearblänge | Ø oder Breite mm | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit |
| 1 | Maschineinrichten | Spitzen Fingerfräser | | | | | | | | 15 |
| 2 | Aufspannen . . . | | | | | | | | 2,00 | |
| 3 | Nute fräsen . . . | | 20 | 84 | 4 | 17,6 | 0,2 | 5,2 | 0,30 | |
| 4 | Abspannen . . . | | | | | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | | 5,2 | 3,30 | 15 |
| | | | | | | | | 0,26 | | |
| | | | | | | | | 5,46 | | |
| | | | | | | | | | 0,16 | |
| | | | | | | | | | 3,46 | |

Zeit für 1 Stck. = 5,46 + 3,46 = 8,92 Min.
 Hierzu 1/10 von Serienzeit pro Stck. = 15 : 10 = 1,50 „
 Gesamtzeit pro Stck. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 10,42 Min.

Ausgestellt am: Geprüft am:

XV. Zahnradfräsen nach dem Teilverfahren.

Das Fräsen von Stirnrädern erfolgt auf zweierlei Arten:

1. nach dem Teilverfahren und
2. nach dem Abwälzverfahren.

Werden Räder nach dem Teilverfahren gefräst, so sind nach Möglichkeit automatisch teilende Spezialmaschinen zu wählen. Sind solche nicht vorhanden, so kann das Fräsen auch auf gewöhnlichen Horizontalfräsmaschinen mittels Teilapparats geschehen, was natürlich bedeutend mehr Zeit beansprucht, da nach jedem gefrästen Zahn zurückgekurbelt und jeder Zahn einzeln geteilt werden muß. Automatische Stirnräderfräsmaschinen schalten selbsttätig zurück und drehen das zu fräsende Rad selbsttätig um den Betrag der Teilung.

Absolut wichtig ist, auch bei solchen Spezialfräsmaschinen eine genaue Maschinenaufnahme vorzunehmen und danach Maschinendiagramm und Zeittabellen anzulegen. Außerdem können die richtigen Vorschübe und Fräserumdrehungen dem Material entsprechend von vornherein festgelegt werden.

Die Berechnung der Laufzeit geschieht nach folgender Formel:

$$\frac{(\text{Radbreite} + \text{Zusatzbreite}) \times \text{Zähnezahl}}{\text{Vorschub pro Min.}} = \text{Laufzeit für 1 Schnitt.}$$

Bis Modul 5 genügt 1 Schnitt. Nur wenn geräuschloser Gang und hohe Tourenzahl der Räder verlangt wird, ist es vorteilhaft, mit 2 Schnitten zu fräsen. Modul 6 bis 14 werden üblich mit 2 Schnitten gefräst. Über Modul 14 mit 3 oder mehreren Schnitten.

Handzeiten:

Maschine einrichten pro Auftrag 40 bis 50 Min. einschließlich ersten Schnitt anstellen.

Auf- und abspannen je nach Größe und Gewicht von 2 Min. an.

Tabelle 30.

Tabelle über Vorschübe, Fräserumdrehungen und Zusatzbreiten zum Fräsen von Stirnrädern nach dem Teilverfahren (Durchschnittswerte).

| Modul | Fräserdurchmesser in mm | Zusatzbreite in mm | Zahntiefe in mm | Fräserumdr. pro Min. je nach Materialhärte | | Vorschübe/Min. je nach Frästiefe und Materialhärte in mm | |
|-------|-------------------------|--------------------|-----------------|--|-------|--|------|
| | | | | von | bis | von | bis |
| 1 | 40 | 10 | 2,17 | 80 | ÷ 112 | 60 | ÷ 90 |
| 1,5 | 45 | 12 | 3,25 | 70 | ÷ 98 | 60 | ÷ 90 |
| 2 | 55 | 14 | 4,33 | 58 | ÷ 81 | 55 | ÷ 85 |
| 2,5 | 60 | 17 | 5,42 | 53 | ÷ 74 | 55 | ÷ 85 |
| 3 | 65 | 18 | 6,5 | 49 | ÷ 68 | 50 | ÷ 80 |
| 3,5 | 70 | 21 | 7,58 | 45 | ÷ 63 | 50 | ÷ 80 |
| 4 | 75 | 23 | 8,67 | 42 | ÷ 59 | 45 | ÷ 75 |
| 4,5 | 80 | 26 | 9,75 | 40 | ÷ 56 | 45 | ÷ 75 |

Tabelle 30 (Fortsetzung).

| Modul | Fräserdurchmesser in mm | Zusatzbreite in mm | Zahntiefe in mm | Fräserumdr. pro Min. je nach Materialhärte | | Vorschübe/Min. je nach Frästiefe und Materialhärte in mm | |
|-------|-------------------------|--------------------|-----------------|--|------|--|------|
| | | | | von | bis | von | bis |
| 5 | 85 | 27 | 10,83 | 37 | ÷ 52 | 40 | ÷ 70 |
| 5,5 | 85 | 27 | 11,9 | 37 | ÷ 52 | 40 | ÷ 70 |
| 6 | 90 | 30 | 13 | 35 | ÷ 49 | 35 | ÷ 65 |
| 7 | 95 | 32 | 15,2 | 33 | ÷ 47 | 32 | ÷ 60 |
| 8 | 100 | 35 | 17,32 | 32 | ÷ 44 | 32 | ÷ 60 |
| 9 | 105 | 38 | 19,5 | 30 | ÷ 42 | 28 | ÷ 55 |
| 10 | 120 | 43 | 21,67 | 26 | ÷ 37 | 25 | ÷ 55 |
| 11 | 130 | 48 | 23,88 | 25 | ÷ 34 | 25 | ÷ 50 |
| 12 | 135 | 51 | 26 | 24 | ÷ 33 | 22 | ÷ 45 |
| 13 | 145 | 54 | 28,17 | 22 | ÷ 31 | 20 | ÷ 42 |
| 14 | 145 | 54 | 30,33 | 22 | ÷ 31 | 18 | ÷ 35 |
| 15 | 155 | 61 | 32,5 | 20 | ÷ 29 | 18 | ÷ 35 |
| 16 | 160 | 63 | 34,67 | 20 | ÷ 28 | 16 | ÷ 30 |
| 17 | 170 | 65 | 36,83 | 19 | ÷ 26 | 16 | ÷ 30 |
| 18 | 175 | 68 | 39 | 18 | ÷ 25 | 15 | ÷ 27 |
| 19 | 180 | 70 | 41,17 | 17,5 | ÷ 24 | 15 | ÷ 27 |
| 20 | 185 | 73 | 43,33 | 17 | ÷ 23 | 13 | ÷ 27 |

Die angegebenen Fräserumdrehungen pro Min. sind nach einer Schnittgeschwindigkeit von 10 bis 14 m/Min. berechnet.

Für hartes Material ist jeweils die niederste Umdrehungszahl anzunehmen. Für mittelhartes Material die dazwischen liegenden Umdrehungen und für weiches Material die höchst angegebenen Umdrehungszahlen.

Genau so sind die angegebenen Vorschübe pro Min. anzuwenden. Die angegebenen Vorschubwerte gelten alle für den 1. Schnitt. Vom 2. Schnitt ab kann der Vorschub um 30 bis 50% gesteigert werden.

Kalkulationsbeispiel für automatische Stirnräderfräsmaschine (Teilverfahren).

30 Stirnräder aus S. M. St., Modul 5, Zahnbreite 40 mm, 64 Zähne, mit 1 Schnitt fräsen.

Der Vorschub pro Min. betrage 40 mm.

Zusatzbreite ist laut Tabelle 27 mm, dann ist die Laufzeit

$$= \frac{(40 + 27) \cdot 64}{40} = 107,2 \text{ Min.}$$

Diese Spezialmaschinen werden meist nebenbei bedient und erhält der Arbeiter einen entsprechenden prozentualen Anteil von der Gesamtzeit.

Kalkulationsblatt.

| Zeit- und Bearbeitungsplan für:..... Stirnradfräsmaschine | | Gegenstand: Stirnräder Material: S.M.St. Type: | | | | | Zeichnung Nr.: Stek. Zahl/Einheit: 30 Maschinen-Nr.:..... | | | | |
|--|---------------------|--|--------------------|--------------|---------------|------------------|---|-------------|----------|------------|--|
| Rohgewicht:..... Fertiggewicht: | | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | | |
| Op. Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | Dorn Modulfräser | 64 | 67 | 10,83 | 12 | 40 | 107,2 | 3,00 | 40 | |
| 2 | Aufspannen . . . | | | | | | | | | | |
| 3 | Zähne fräsen . . . | | | | | | | | | | |
| 4 | Abspannen . . . | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 107,2 | 4,00 | 40 | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 5,3 | | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 112,5 | 0,20 | | |
| | | | | | | | | | 4,20 | | |

Zeit für 1 Stek. = 112,5 + 4,2 = 116,7 Min.

Hierzu $\frac{1}{15}$ von Serienzeit pro Stek. = 40 : 15 = 2,6 „

Gesamtzeit pro Stek. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 119,3 Min.

Ausgestellt am: Geprüft am:

Kalkulationsbeispiel für Zahnradfräsen auf Horizontalfräsmaschine mit Teilapparat.

20 Stirnräder aus Gußeisen, Modul 4, Zahnradbreite 30 mm, 36 Zähne mit 1 Schnitt fräsen.

Der Vorschub pro Min. sei 50 mm.

Die Zusatzbreite ist laut Tabelle 23 mm, dann ist die Laufzeit

$$= \frac{(30 + 23) \cdot 36}{50} = 38,16 \text{ Min.}$$

Für Teilen am Teilkopf werden durchschnittlich 0,2 Min. gerechnet.

Für Schnitt anstellen und rückkurbeln durchschnittlich 0,5 Min.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---|------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: Horizontalfräsmaschine | Gegenstand: Stirnräder | Zeichnung Nr.: |
| | Material: Gußeisen | Stck. Zahl/Einheit: 20 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht: ... Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | | | Zeitaufwand | | |
|--------------------------------------|---|---------------------|-------------|--------------|---------------|------------------|----------|----------|-------------|------------|--|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | Dorn Modulfräser | 36 | 53 | 8,67 | 12 | 50 | 38,16 | 2,00 | 40 | |
| 2 | Rad aufspannen . . . | | | | | | | | | | |
| 3 | Zähne fräsen . . . (Für teilen usw. 36·0,7) | | | | | | | | | | |
| 4 | Abspannen | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 38,16 | 28,2 | 40 | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 1,90 | | | |
| | | | | | | | | 40,06 | | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | | 1,40 | | |
| | | | | | | | | | 29,6 | | |

Zeit für 1 Stck. = 40,06 + 29,6 = 69,66 Min.
 Hierzu 1/7 von Serienzeit pro Stck. = 40 : 7 = 5,71 „
 Gesamtzeit pro Stck. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 75,37 Min.

| | |
|-----------------------|-------------------|
| Ausgestellt am: | Geprüft am: |
|-----------------------|-------------------|

XVI. Zahnradfräsen nach dem Abwälzverfahren.

Das Fräsen von Stirnrädern nach dem Abwälzverfahren geschieht nicht mit scheibenförmigen Modulfräsern, sondern mit schneckenförmigen Fräsern.

Die Formel zur Laufzeitberechnung lautet:

$$\frac{(\text{Radbreite} + \text{Zusatzbreite}) \times \text{Zähnezahl}}{\text{Vorschub/Radumdrehung} \times \text{Fräserumdrehung/Min.}} = \text{Laufzeit in Minuten.}$$

Wie aus obiger Formel hervorgeht, müssen zur Berechnung der Laufzeit außer Radbreite und Zähnezahl, was aus Zeichnung zu ersehen ist, Zusatzbreite, Vorschub/Radumdrehung und minutliche Fräserumdrehungen bekannt sein.

Unter Zusatzbreite ist der Fräserauslauf zu verstehen, welcher zur eigentlichen Radbreite hinzuzurechnen ist. Die ungefähren Werte dafür sind je nach Modulgröße aus der Tabelle: „Fräserumdrehungen und Zusatzbreiten für Abwälzfräsmaschinen“ zu entnehmen.

Als gute Durchschnittswerte und Anhaltspunkte für Vorschübe/Radumdrehung dienen nachfolgende Aufstellungen:

Tabelle 31. Vorschübe/Radumdrehung bis Modul 5, wenn Rad mit 1 Schnitt gefräst.

| | |
|--|--------------|
| Chrom-Nickel-Stahl und S. M. St. über 70 kg Festigkeit | 0,3 ÷ 0,5 mm |
| S.M.St. 50 ÷ 70 kg Festigkeit, sowie Stg. und harte Bronze | 0,4 ÷ 0,6 „ |
| Gußeisen weich und Messing | 0,75 ÷ 1,0 „ |

Über Modul 5, wenn Rad mit 2 oder mehreren Schnitten gefräst wird.

Für den 1. Schnitt:

| | |
|--|--------------|
| Chrom-Nickel-Stahl und S.M.St. über 70 kg Festigkeit | 0,8 ÷ 1,0 mm |
| S.M.St. 50 ÷ 70 kg Festigkeit, sowie Stg. und harte Bronze | 1,2 ÷ 1,5 „ |
| Gußeisen weich und Messing | 1,5 ÷ 2,0 „ |

Beim Schlichten sind Vorschübe von 3—5 mm zulässig.

Die minutlichen Fräserumdrehungen sind abhängig von Schnittgeschwindigkeit und Fräserdurchmesser. Im allgemeinen liegen normale Fräserdurchmesser für die verschiedenen Modulgrößen fest. Es können deshalb die minutlichen Fräserumdrehungen für eine bestimmte Schnittgeschwindigkeit ohne weiteres festgestellt werden.

Aus nachfolgender Tabelle sind für schneckenförmige Abwälzfräser normale Fräserdurchmesser und durchschnittliche minutliche Fräserumdrehungen ersichtlich.

Tabelle 32. Tabelle für Abwälzfräsmaschinen.

| Fräserumdrehungen und Zusatzbreiten für Abwälzfräser | | | | | | | | | |
|--|--------------|---|---|----------------------------|-------|--------------|---|---|----------------------------|
| Modul | Normal- Ø | Um- dreh./Min. bei Werkz.- Stahl | Um- dreh./Min. b. Schnell- Stahl | Zusatz- breite in mm | Modul | Normal- Ø | Um- dreh./Min. bei Werkz.- Stahl | Um- dreh./Min. b. Schnell- Stahl | Zusatz- breite in mm |
| 0,75 ÷ 1,25 | 43 | 89 ÷ 104 | 133 ÷ 185 | 10 | 8 | 108 | 35 ÷ 41 | 53 ÷ 74 | 40 |
| 1,5 ÷ 1,75 | 48 | 80 ÷ 93 | 120 ÷ 176 | 12 | 9 | 114 | 34 ÷ 39 | 50 ÷ 70 | 42 |
| 2 ÷ 2,25 | 56 | 68 ÷ 80 | 102 ÷ 142 | 14 | 10 | 128 | 29 ÷ 36 | 45 ÷ 62 | 49 |
| 2,5 ÷ 2,75 | 61 | 63 ÷ 73 | 94 ÷ 130 | 17 | 11 | 136 | 28 ÷ 33 | 42 ÷ 58 | 51 |
| 3 ÷ 3,25 | 70 | 55 ÷ 64 | 82 ÷ 114 | 21 | 12 | 146 | 26 ÷ 30 | 39 ÷ 55 | 54 |
| 3,5 ÷ 3,75 | 74 | 52 ÷ 60 | 77 ÷ 107 | 23 | 13 | 150 | 25 ÷ 29 | 38 ÷ 53 | 60 |
| 4 ÷ 4,25 | 78 | 49 ÷ 57 | 74 ÷ 102 | 24 | 14 | 162 | 23 ÷ 27 | 35 ÷ 49 | 63 |
| 4,5 | 81 | 47 ÷ 55 | 71 ÷ 98 | 26 | 15 | 168 | 22 ÷ 26 | 34 ÷ 47 | 64 |
| 5 | 85 | 45 ÷ 52 | 67 ÷ 93 | 27 | 16 | 174 | 22 ÷ 25 | 33 ÷ 46 | 68 |
| 5,5 | 90 | 42 ÷ 49 | 64 ÷ 88 | 30 | 17 | 183 | 20 ÷ 24 | 31 ÷ 43 | 72 |
| 6 | 95 | 40 ÷ 47 | 60 ÷ 84 | 32 | 18 | 185 | 20 ÷ 24 | 31 ÷ 43 | 73 |
| 6,5 | 98 | 39 ÷ 45 | 58 ÷ 81 | 34 | 19 | 198 | 19 ÷ 22 | 29 ÷ 40 | 76 |
| 7 | 102 | 37 ÷ 44 | 56 ÷ 78 | 36 | 20 | 205 | 18,5 ÷ 21,5 | 28 ÷ 39 | 78 |
| 7,5 | 105 | 36 ÷ 42 | 54 ÷ 75 | 38 | | | | | |

Aus obiger Tabelle sind ersichtlich:

1. Normale Fräserdurchmesser von Modul 0,75 bis Modul 20.
2. Durchschnittliche Fräserumdrehungen berechnet für Fräser aus Werkzeugstahl bei einer Schnittgeschwindigkeit von 12 bis 14 m/Min., aus Schnellschneidestahl bei einer Schnittgeschwindigkeit von 18 bis 25 m/Min.

3. Zusatzbreiten für Auslauf des Fräasers:

Beispiel: Ein Zahnrad mit 40 mm Zahnbreite soll mit Modul 5 gefräst werden.

Frage: Wie groß ist die Fräslänge?

Antwort: In diesem Falle 40 mm Zahnbreite + 27 mm Zugabe = 67 mm Fräslänge.

Bei mehreren aufeinandergespannten Rädern ist z. B. bei 3 Rädern die Fräslänge wie folgt zu rechnen: Zahnbreite/Rad = 40 mm. Für 3 Räder = 120 mm + 27 mm = 147 mm Fräslänge, somit für 1 Rad $147 : 3 = 49$ mm Fräslänge.

Die Leistungsfähigkeiten sind auch bei Abwälzfräsmaschinen oft sehr verschiedenartig. Ein Versuch in der Praxis wird zeigen, wenn

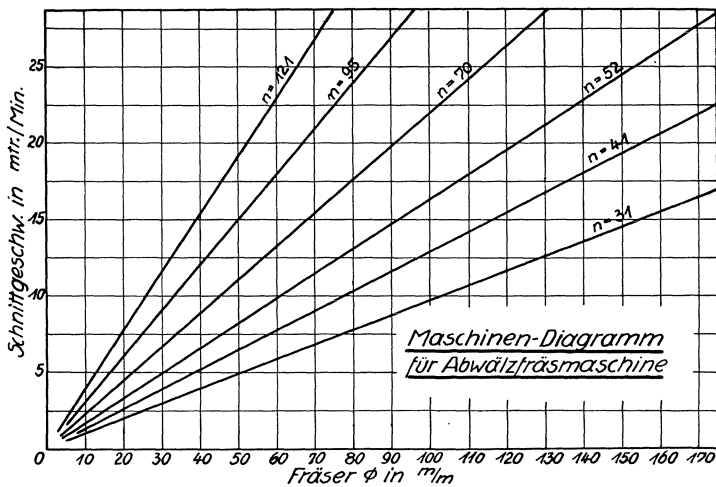


Abb. 55.

2 gleiche Räder an 2 Maschinen verschiedener Fabrikate gefräst werden, daß sich zum Teil ganz erhebliche Abweichungen in den Laufzeiten ergeben.

Es sei deshalb auch hier empfohlen, Maschinenaufnahmen vorzunehmen, Maschinendiagramme anzulegen, Schnittgeschwindigkeiten, Vorschübe usw. selbst zu ermitteln und direkt nach der Maschine zu kalkulieren.

Als Beispiel sei hier wiederum ein Maschinendiagramm einer Abwälzfräsmaschine gezeigt. Die minutlichen Fräserumdrehungen dieser Maschine sind: 31; 41; 52; 70; 95 und 121 (siehe Maschinendiagramm).

Die Vorschübe/Radumdrehung betragen: 0,3; 0,4; 0,5; 0,75; 1 und 1,5 mm. Aus den bekannten Vorschubwerten und minutlichen Fräser-

umdrehungen können zur Vereinfachung der Laufzeitberechnungen ebenfalls graphische Laufzeittabellen angelegt werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß für die 6 verschiedenen an der Maschine befindlichen minutlichen Fräserumdrehungen je 1 Tabelle angelegt werden müßte.

Die hier als Beispiel angeführte graphische Laufzeitabelle ist für 70 Fräserumdrehungen berechnet. Je nach Fräslänge und Vorschub/Radumdrehung ist die Laufzeit für 10 Zähne abzulesen.

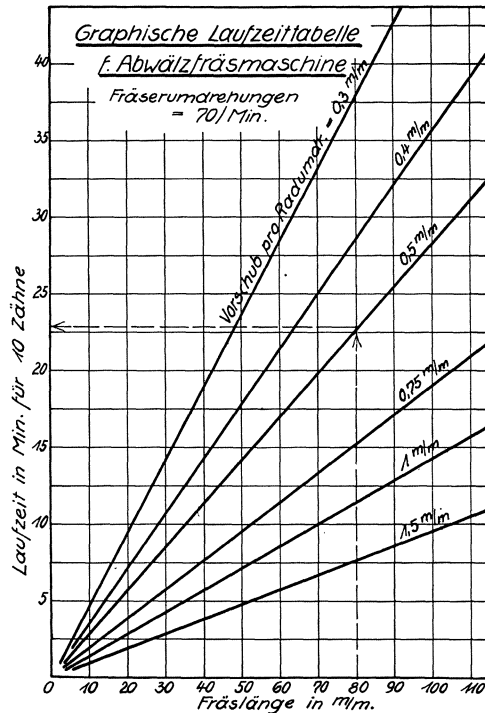


Abb. 56.

Die Gesamtlaufzeit aus diesen Tabellen wird wie folgt festgestellt:

Angenommen ein Zahnrad mit 50 mm Zahnbreite, 40 Zähnen mit einem Vorschub pro Radumdrehung von 0,5 mm fräsen. Die minutliche Fräserumdrehung sei 70 und Modul 5,5. Laut Tabelle ist zur Zahnbreite eine Zusatzbreite von 30 mm zuzurechnen. Somit würde die Fräslänge $50 + 30 = 80$ mm betragen.

Laut graphischer Laufzeitabelle beträgt die Laufzeit für eine Fräslänge von 80 mm, 0,5 mm Vorschub und 10 Zähne = 22,85 Min. Für 40 Zähne wäre die Laufzeit $22,85 \cdot 4 = 91,4$ Min.

Dasselbe Rad nach der Formel berechnet würde lauten:

$$\frac{50 + 30 \cdot 40}{0,5 \cdot 70} = 91,4 \text{ Min.}$$

Als weiteres Hilfsmittel zur wesentlichen Vereinfachung der Laufzeitberechnungen für Arbeiten auf Abwälzfräsmaschinen dienen nachfolgende auf einer Einheit aufgebauten Zahlentabellen.

Diese Tabellen enthalten Laufzeiten für 23 verschiedene Vorschübe und für Fräslängen von 15 bis 250 mm.

Die Zeiten sind berechnet für 1 Fräserumdrehung/Min.

Aus diesen Tabellen können sämtliche Laufzeiten für alle Maschinen ermittelt werden und zwar wie folgt:

Man stelle aus dem Maschinendiagramm die entsprechende minutliche Fräserumdrehung fest, suche in den Tabellen Fräslänge und den anzuwendenden Vorschub pro Radumdrehung und dividiere den Tabellenwert mit der ermittelten minutlichen Fräserumdrehung. Das Ergebnis ist mit $\frac{1}{10}$ der Zähnezahl des Rades zu vervielfachen. Die Endsumme ergibt die Gesamtlaufzahl.

Beispiel: Ein Stirnrad mit 35 Zähnen, einer Fräsbreite von 60 mm einschließlich Zusatzbreite fräsen. Vorschub/Radumdrehung sei 0,8 mm und die minutlichen Fräserumdrehungen 45.

Laut Tabelle ist die Zeit für 10 Zähne und 1 Fräserumdrehung = 750 Min. Für 35 Zähne beträgt die Zeit $750 \cdot 3,5 = 2625$ Min. bei einer Fräserumdrehung pro Min. und bei 45 Fräserumdrehungen = 2625 dividiert durch 45 = 58,33 Min.

Man wende also zur Umrechnung folgende Formel an:

$$\frac{\text{Tabellenwert} \times 1/10 \text{ der Zähnezahl}}{\text{Fräserumdrehungen/Min.}} = \text{Gesamtlaufzeit in Minuten.}$$

Handzeiten:

Maschine einrichten einschließlich 1. Schnitt anstellen je nach Maschinengröße 30 bis 120 Min.

Auf- und Abspannzeiten: Je nach Radgröße und Gewicht 2 bis 25 Min.

Tabelle 33.

| Fräs- länge in mm | Zeit in Minuten für 10 Zähne bei 1 Schnitt und 1 Fräserumdr./Min. | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | Vorschübe pro Radumdrehung von $0,75 \text{ mm}$ $0,7 \text{ mm}$ $0,75 \text{ mm}$ $0,75 \text{ mm}$ | | | | | | | | | | |
| | 0,1 | 0,125 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,75 |
| 15 | 1500 | 1200 | 1000 | 750 | 600 | 500 | 375 | 300 | 250 | 214 | 200 |
| 20 | 2000 | 1600 | 1333 | 1000 | 800 | 667 | 500 | 400 | 333 | 286 | 267 |
| 25 | 2500 | 2000 | 1667 | 1250 | 1000 | 833 | 625 | 500 | 417 | 357 | 333 |
| 30 | 3000 | 2400 | 2000 | 1500 | 1200 | 1000 | 750 | 600 | 500 | 428 | 400 |
| 35 | 3500 | 2800 | 2333 | 1750 | 1400 | 1167 | 875 | 700 | 583 | 500 | 467 |
| 40 | 4000 | 3200 | 2667 | 2000 | 1600 | 1333 | 1000 | 800 | 667 | 571 | 533 |
| 45 | 4500 | 3600 | 3000 | 2250 | 1800 | 1500 | 1125 | 900 | 750 | 643 | 600 |
| 50 | 5000 | 4000 | 3333 | 2500 | 2000 | 1667 | 1250 | 1000 | 833 | 714 | 667 |
| 55 | 5500 | 4400 | 3667 | 2750 | 2200 | 1833 | 1375 | 1100 | 917 | 786 | 733 |
| 60 | 6000 | 4800 | 4000 | 3000 | 2400 | 2000 | 1500 | 1200 | 1000 | 857 | 800 |
| 65 | 6500 | 5200 | 4333 | 3250 | 2600 | 2167 | 1625 | 1300 | 1083 | 928 | 867 |
| 70 | 7000 | 5600 | 4667 | 3500 | 2800 | 2333 | 1750 | 1400 | 1167 | 1000 | 933 |
| 75 | 7500 | 6000 | 5000 | 3750 | 3000 | 2500 | 1875 | 1500 | 1250 | 1071 | 1000 |
| 80 | 8000 | 6400 | 5333 | 4000 | 3200 | 2667 | 2000 | 1600 | 1333 | 1143 | 1067 |
| 85 | 8500 | 6800 | 5667 | 4250 | 3400 | 2833 | 2125 | 1700 | 1417 | 1214 | 1133 |
| 90 | 9000 | 7200 | 6000 | 4500 | 3600 | 3000 | 2250 | 1800 | 1500 | 1286 | 1200 |
| 95 | 9500 | 7600 | 6333 | 4750 | 3800 | 3167 | 2375 | 1900 | 1583 | 1357 | 1267 |
| 100 | 10000 | 8000 | 6667 | 5000 | 4000 | 3333 | 2500 | 2000 | 1667 | 1428 | 1333 |
| 105 | 10500 | 8400 | 7000 | 5250 | 4200 | 3500 | 2625 | 2100 | 1750 | 1500 | 1400 |
| 110 | 11000 | 8800 | 7333 | 5500 | 4400 | 3667 | 2750 | 2200 | 1833 | 1571 | 1467 |
| 115 | 11500 | 9200 | 7667 | 5750 | 4600 | 3833 | 2875 | 2300 | 1917 | 1643 | 1533 |
| 120 | 12000 | 9600 | 8000 | 6000 | 4800 | 4000 | 3000 | 2400 | 2000 | 1714 | 1600 |
| 125 | 12500 | 10000 | 8333 | 6250 | 5000 | 4167 | 3125 | 2500 | 2083 | 1786 | 1667 |
| 130 | 13000 | 10400 | 8667 | 6500 | 5200 | 4333 | 3250 | 2600 | 2167 | 1857 | 1733 |
| 135 | 13500 | 10800 | 9000 | 6750 | 5400 | 4500 | 3375 | 2700 | 2250 | 1928 | 1800 |
| 140 | 14000 | 11200 | 9333 | 7000 | 5600 | 4667 | 3500 | 2800 | 2333 | 2000 | 1867 |
| 145 | 14500 | 11600 | 9667 | 7250 | 5800 | 4833 | 3625 | 2900 | 2417 | 2071 | 1933 |
| 150 | 15000 | 12000 | 10000 | 7500 | 6000 | 5000 | 3750 | 3000 | 2500 | 2143 | 2000 |
| 155 | 15500 | 12400 | 10333 | 7750 | 6200 | 5167 | 3875 | 3100 | 2583 | 2214 | 2067 |
| 160 | 16000 | 12800 | 10667 | 8000 | 6400 | 5333 | 4000 | 3200 | 2667 | 2286 | 2133 |
| 165 | 16500 | 13200 | 11000 | 8250 | 6600 | 5500 | 4125 | 3300 | 2750 | 2357 | 2200 |
| 170 | 17000 | 13600 | 11333 | 8500 | 6800 | 5667 | 4250 | 3400 | 2833 | 2428 | 2267 |
| 175 | 17500 | 14000 | 11667 | 8750 | 7000 | 5833 | 4375 | 3500 | 2917 | 2500 | 2333 |
| 180 | 18000 | 14400 | 12000 | 9000 | 7200 | 6000 | 4500 | 3600 | 3000 | 2571 | 2400 |
| 185 | 18500 | 14800 | 12333 | 9250 | 7400 | 6167 | 4625 | 3700 | 3083 | 2643 | 2467 |
| 190 | 19000 | 15200 | 12667 | 9500 | 7600 | 6333 | 4750 | 3800 | 3167 | 2714 | 2533 |
| 195 | 19500 | 15600 | 13000 | 9750 | 7800 | 6500 | 4875 | 3900 | 3250 | 2786 | 2600 |
| 200 | 20000 | 16000 | 13333 | 10000 | 8000 | 6667 | 5000 | 4000 | 3333 | 2857 | 2667 |
| 205 | 20500 | 16400 | 13667 | 10250 | 8200 | 6833 | 5125 | 4100 | 3417 | 2928 | 2733 |
| 210 | 21000 | 16800 | 14000 | 10500 | 8400 | 7000 | 5250 | 4200 | 3500 | 3000 | 2800 |
| 215 | 21500 | 17200 | 14333 | 10750 | 8600 | 7167 | 5375 | 4300 | 3583 | 3071 | 2867 |
| 220 | 22000 | 17600 | 14667 | 11000 | 8800 | 7333 | 5500 | 4400 | 3667 | 3143 | 2933 |
| 225 | 22500 | 18000 | 15000 | 11250 | 9000 | 7500 | 5625 | 4500 | 3750 | 3214 | 3000 |
| 230 | 23000 | 18400 | 15333 | 11500 | 9200 | 7667 | 5750 | 4600 | 3833 | 3286 | 3067 |
| 235 | 23500 | 18800 | 15667 | 11750 | 9400 | 7833 | 5875 | 4700 | 3917 | 3357 | 3133 |
| 240 | 24000 | 19200 | 16000 | 12000 | 9600 | 8000 | 6000 | 4800 | 4000 | 3428 | 3200 |
| 245 | 24500 | 19600 | 16333 | 12250 | 9800 | 8167 | 6125 | 4900 | 4083 | 3500 | 3267 |
| 250 | 25000 | 20000 | 16667 | 12500 | 10000 | 8333 | 6250 | 5000 | 4167 | 3571 | 3333 |

Tabelle 33. (Fortsetzung.)

| Fräslänge in mm | Zeit in Minuten für 10 Zähne bei 1 Schnitt und 1 Fräserumdr./Min. | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-------|-----|
| | Vorschübe pro Radumdrehung von 0,8 ÷ 5 mm | | | | | | | | | | | |
| | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 5 |
| 15 | 187,5 | 167 | 150 | 120 | 100 | 86 | 75 | 60 | 50 | 43 | 37,5 | 30 |
| 20 | 250 | 222 | 200 | 160 | 133 | 114 | 100 | 80 | 67 | 57 | 50 | 40 |
| 25 | 312,5 | 278 | 250 | 200 | 167 | 143 | 125 | 100 | 83 | 71 | 62,5 | 50 |
| 30 | 375 | 333 | 300 | 240 | 200 | 171 | 150 | 120 | 100 | 86 | 75 | 60 |
| 35 | 437,5 | 389 | 350 | 280 | 233 | 200 | 175 | 140 | 117 | 100 | 87,5 | 70 |
| 40 | 500 | 444 | 400 | 320 | 267 | 229 | 200 | 160 | 133 | 114 | 100 | 80 |
| 45 | 562,5 | 500 | 450 | 360 | 300 | 257 | 225 | 180 | 150 | 129 | 112,5 | 90 |
| 50 | 625 | 555 | 500 | 400 | 333 | 286 | 250 | 200 | 167 | 143 | 125 | 100 |
| 55 | 687,5 | 611 | 550 | 440 | 367 | 314 | 275 | 220 | 183 | 157 | 137,5 | 110 |
| 60 | 750 | 667 | 600 | 480 | 400 | 343 | 300 | 240 | 200 | 171 | 150 | 120 |
| 65 | 812,5 | 722 | 650 | 520 | 433 | 371 | 325 | 260 | 217 | 186 | 162,5 | 130 |
| 70 | 875 | 778 | 700 | 560 | 467 | 400 | 350 | 280 | 233 | 200 | 175 | 140 |
| 75 | 937,5 | 833 | 750 | 600 | 500 | 429 | 375 | 300 | 250 | 214 | 187,5 | 150 |
| 80 | 1000 | 889 | 800 | 640 | 533 | 457 | 400 | 320 | 267 | 229 | 200 | 160 |
| 85 | 1062,5 | 944 | 850 | 680 | 567 | 486 | 425 | 340 | 283 | 243 | 212,5 | 170 |
| 90 | 1125 | 1000 | 900 | 720 | 600 | 514 | 450 | 360 | 300 | 257 | 225 | 180 |
| 95 | 1187,5 | 1055 | 950 | 760 | 633 | 543 | 475 | 380 | 317 | 271 | 237,5 | 190 |
| 100 | 1250 | 1111 | 1000 | 800 | 667 | 571 | 500 | 400 | 333 | 286 | 250 | 200 |
| 105 | 1312,5 | 1167 | 1050 | 840 | 700 | 600 | 525 | 420 | 350 | 300 | 262,5 | 210 |
| 110 | 1375 | 1222 | 1100 | 880 | 733 | 629 | 550 | 440 | 367 | 314 | 275 | 220 |
| 115 | 1437,5 | 1278 | 1150 | 920 | 767 | 657 | 575 | 460 | 383 | 329 | 287,5 | 230 |
| 120 | 1500 | 1333 | 1200 | 960 | 800 | 686 | 600 | 480 | 400 | 343 | 300 | 240 |
| 125 | 1562,5 | 1389 | 1250 | 1000 | 833 | 714 | 625 | 500 | 417 | 357 | 312,5 | 250 |
| 130 | 1625 | 1444 | 1300 | 1040 | 867 | 743 | 650 | 520 | 433 | 371 | 325 | 260 |
| 135 | 1687,5 | 1500 | 1350 | 1080 | 900 | 771 | 675 | 540 | 450 | 386 | 337,5 | 270 |
| 140 | 1750 | 1555 | 1400 | 1120 | 933 | 800 | 700 | 560 | 467 | 400 | 350 | 280 |
| 145 | 1812,5 | 1611 | 1450 | 1160 | 967 | 829 | 725 | 580 | 483 | 414 | 362,5 | 290 |
| 150 | 1875 | 1667 | 1500 | 1200 | 1000 | 857 | 750 | 600 | 500 | 429 | 375 | 300 |
| 155 | 1937,5 | 1722 | 1550 | 1240 | 1033 | 886 | 775 | 620 | 517 | 443 | 387,5 | 310 |
| 160 | 2000 | 1778 | 1600 | 1280 | 1067 | 914 | 800 | 640 | 533 | 457 | 400 | 320 |
| 165 | 2062,5 | 1833 | 1650 | 1320 | 1100 | 943 | 825 | 660 | 550 | 471 | 412,5 | 330 |
| 170 | 2125 | 1889 | 1700 | 1360 | 1133 | 971 | 850 | 680 | 567 | 486 | 425 | 340 |
| 175 | 2187,5 | 1944 | 1750 | 1400 | 1167 | 1000 | 875 | 700 | 583 | 500 | 437,5 | 350 |
| 180 | 2250 | 2000 | 1800 | 1440 | 1200 | 1029 | 900 | 720 | 600 | 514 | 450 | 360 |
| 185 | 2312,5 | 2055 | 1850 | 1480 | 1233 | 1057 | 925 | 740 | 617 | 529 | 462,5 | 370 |
| 190 | 2375 | 2111 | 1900 | 1520 | 1267 | 1086 | 950 | 760 | 633 | 543 | 475 | 380 |
| 195 | 2437,5 | 2167 | 1950 | 1560 | 1300 | 1114 | 975 | 780 | 650 | 557 | 487,5 | 390 |
| 200 | 2500 | 2222 | 2000 | 1600 | 1333 | 1143 | 1000 | 800 | 667 | 571 | 500 | 400 |
| 205 | 2562,5 | 2277 | 2050 | 1640 | 1367 | 1171 | 1025 | 820 | 683 | 586 | 512,5 | 410 |
| 210 | 2625 | 2333 | 2100 | 1680 | 1400 | 1200 | 1050 | 840 | 700 | 600 | 525 | 420 |
| 215 | 2687,5 | 2389 | 2150 | 1720 | 1433 | 1229 | 1075 | 860 | 717 | 614 | 537,5 | 430 |
| 220 | 2750 | 2444 | 2200 | 1760 | 1467 | 1257 | 1100 | 880 | 733 | 629 | 550 | 440 |
| 225 | 2812,5 | 2500 | 2250 | 1800 | 1500 | 1286 | 1125 | 900 | 750 | 643 | 562,5 | 450 |
| 230 | 2875 | 2555 | 2300 | 1840 | 1533 | 1314 | 1150 | 920 | 767 | 657 | 575 | 460 |
| 235 | 2937,5 | 2611 | 2350 | 1880 | 1567 | 1343 | 1175 | 940 | 783 | 671 | 587,5 | 470 |
| 240 | 3000 | 2667 | 2400 | 1920 | 1600 | 1371 | 1200 | 960 | 800 | 686 | 600 | 480 |
| 245 | 3062,5 | 2722 | 2450 | 1960 | 1633 | 1400 | 1225 | 980 | 817 | 700 | 612,5 | 490 |
| 250 | 3125 | 2778 | 2500 | 2000 | 1667 | 1429 | 1250 | 1000 | 833 | 714 | 625 | 500 |

Kalkulationsbeispiel für Abwälzfräsmaschinen.

15 Stirnräder, Stahlguß, Modul 12, Zahnbreite 100 mm, 35 Zähne mit 2 Schnitten fräsen.

Der Vorschub pro Radumdrehung sei beim Vorfräsen = 1,25 mm und beim Fertigfräsen = 3 mm.

Die Zusatzbreite ist laut Tabelle für Abwälzfräsmaschine = 54 mm. Fräserumdrehung pro Min. sei = 30.

Laut Zeittabelle beträgt die Laufzeit bei einer Gesamtfräslänge von 155 mm für 10 Zähne bei 1 Fräserumdrehung/Min. und 1,25 mm Vorschub pro Radumdrehung = 1240 Min.

Somit wäre die Gesamtlaufzeit zum Vorfräsen:

$$\frac{1240 \cdot 3,5}{30} = 144,6 \text{ Min.}$$

Für den 2. Schnitt ist Tabellenwert = 517 Min. Die Laufzeit beträgt:

$$\frac{517 \cdot 3,5}{30} = 60,3 \text{ Min.}$$

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Stirnräder | Zeichnung Nr.: |
| Abwälzfräsmaschine | Material: Stahlguß | Stck. Zahl/Einheit: 15 |
| | Type: | Maschinen-Nr. |

| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|----------|----------|-------------|------------|--|
| Op.Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb. Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 50 | |
| 2 | Aufspannen | Dorn | | | | | | | 5,00 | | |
| 3 | Zähne vorfräsen . | Abwälzfräser | 1 | 155 | 22 | 14 | 1,25 | 144,6 | 1,00 | | |
| 4 | 2. Schnitt einstellen | | | | | | | | 6,00 | | |
| 5 | Zähne fertigfräsen | „ | 1 | 155 | 4 | 14 | 3,00 | 60,3 | 3,00 | | |
| 6 | Abspannen | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 204,9 | 15,0 | 50 | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 10,2 | | | |
| | | | | | | | | 215,1 | | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | | 0,75 | | |
| | | | | | | | | | 15,75 | | |

Zeit für 1 Stck. = 215,1 + 15,75 = 230,85 Min.

Hierzu 1/5 von Serienzeit pro Stck. = 50 : 5 = 10,00 „

Geamtzeit pro Stck. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 240,85 Min.

| | |
|-----------------------|-------------------|
| Ausgestellt am: | Geprüft am: |
|-----------------------|-------------------|

XV. Das Fräsen von Schneckenrädern

kann auf zweierlei Arten erfolgen:

- a) Nach dem Tangentialverfahren (in der Praxis auch Axialverfahren genannt).
- b) Nach dem Radialverfahren.

a) Tangentialverfahren.

Werden einwandfreie und genaue Schneckenradzähne verlangt, so ist unbedingt das Tangentialverfahren anzuwenden. Nach diesem Verfahren treten, im Gegensatz zum Radialverfahren, am wenigsten Differenzen in der Teilung auf, was sich hauptsächlich bei mehrgängigen Schnecken bemerkbar macht. Der Vorschub des Fräasers beim Tangentialverfahren erfolgt tangential zum Schneckenrad oder leichtverständlicher in Richtung der Fräserachse.

Die Fräslänge (Vorschubweg) bei den einzelnen Schneckenrädern ist abhängig von der Länge des Fräasers und ist jeweils dem vorhandenen Fräser entsprechend festzulegen.

Die Umlaufzahlen (Schnittgeschwindigkeiten) der konisch angedrehten Schneckenradfräser richten sich nach Leistungsfähigkeit der Maschine und nach dem zu verarbeitenden Werkstoff, genau wie bei Stirnradfräsern.

Die Vorschübe pro Radumdrehung sind der Materialhärte, der Zahntiefe und der Gangzahl des zu fräsierenden Schneckenrades anzupassen.

Für mittelhartes Material können folgende Vorschübe pro Radumdrehung angenommen werden:

Tabelle 34.

| Modul | Schneckenräder | | | |
|---------|-----------------|------------------|------------------|---------------------|
| | eingängig mm | zweigängig mm | dreigängig mm | viereingängig mm |
| 4 ÷ 6 | 1,5 ÷ 2 | 0,75 ÷ 1 | 0,5 ÷ 0,7 | 0,35 ÷ 0,5 |
| 7 ÷ 9 | 1,2 ÷ 1,6 | 0,6 ÷ 0,8 | 0,4 ÷ 0,55 | 0,3 ÷ 0,4 |
| 10 ÷ 12 | 1 ÷ 1,4 | 0,5 ÷ 0,7 | 0,3 ÷ 0,45 | 0,25 ÷ 0,35 |
| 13 ÷ 15 | 0,8 ÷ 1,2 | 0,4 ÷ 0,6 | 0,25 ÷ 0,4 | 0,2 ÷ 0,3 |
| 16 ÷ 18 | 0,6 ÷ 1 | 0,3 ÷ 0,5 | 0,2 ÷ 0,35 | 0,15 ÷ 0,25 |
| 19 ÷ 20 | 0,4 ÷ 0,8 | 0,2 ÷ 0,4 | 0,15 ÷ 0,25 | 0,1 ÷ 0,2 |

Aus obiger Tabelle ist ersichtlich, daß bei mehrgängigen Schneckenrädern der Vorschub der Gangzahl entsprechend reduziert werden muß. Es muß sich z. B. ein dreigängiges Schneckenrad beim Fräsen 3 mal so schnell drehen wie ein eingängiges Rad. Die Umdrehungszahl des Fräasers kann aber mit Rücksicht auf Schneidhaltigkeit nicht höher

genommen werden wie bei eingängigen Rädern. Außerdem kommt es viel auf die Leistungsfähigkeit der Maschine an, ob eine höhere Umlaufzahl des Fräasers und ein größerer Vorschub zulässig ist.

Richtig ist, auch für das Fräsen von Schneckenrädern Fräsergeschwindigkeiten und Vorschübe pro Radumdrehung den einzelnen Betriebsverhältnissen entsprechend selbst zu ermitteln und diese nach den verschiedenen im Betrieb vorkommenden Materialarten tabellarisch festzulegen und darnach die Laufzeiten zu berechnen. Diese einmalige Arbeit wird sich unbedingt lohnen und dürfte einigermaßen fachkundigen Leuten nicht schwer fallen. Nur auf diese Weise werden auch hier gerechte und einwandfreie Akkordfestsetzungen erfolgen können.

Im allgemeinen werden Schneckenräder fast ausnahmslos mit 1 Schnitt fertiggefräbt.

Der Laufzeitberechnung für Schneckenräder nach dem Tangentialverfahren liegt folgende Formel zugrunde:

$$\frac{\text{Zähnezahl} \times \text{Vorschubweg}}{\text{Vorschub/Radumdr.} \times \text{Gangzahl} \times \text{Fräserumdr./Min.}} = \text{Gesamtlaufzeit in Min.}$$

b) Radialverfahren.

Das Fräsen von Schneckenrädern nach dem Radialverfahren wird meistens nur bei eingängigen Rädern angewandt. Wenn keine hohe Genauigkeit verlangt wird, können auch noch 2 gängige Räder nach diesem Verfahren gefräst werden.

Der Unterschied zwischen Tangential- und Radialverfahren liegt in der Vorschubrichtung.

Beim Radialverfahren schiebt sich das zu fräsende Rad direkt gegen den Fräser. Weder Fräser noch Rad machen seitliche Bewegungen.

Die Fräslänge beim Radialverfahren ist also gleich der Zahntiefe.

Die Zahntiefe ist = Modul \times 2,167.

Fräserschnittgeschwindigkeiten sind der Tabelle für Abwälzfräsmaschinen zu entnehmen.

Die Vorschübe pro Radumdrehung sind der Gangzahl, Modul, Leistungsfähigkeit der Maschine und dem zu verarbeitenden Werkstoff anzupassen.

Für den Allgemeingebrauch wäre auch hier wieder verfehlt, feste Vorschubwerte anzugeben. Es müssen diese ebenfalls selbst ermittelt und den einzelnen Betriebsverhältnissen angepaßt werden.

Nachfolgende Angaben über Vorschübe pro Radumdrehung sind Durchschnittswerte für Schneckenräder mit 1 Schnitt fertiggefräbt und dienen als Anhaltspunkte.

Tabelle 35.

| Modul | Schneckenräder | |
|---------|-----------------|------------------|
| | eingängig mm | zweigängig mm |
| 4 ÷ 6 | 0,2 ÷ 0,25 | 0,12 ÷ 0,15 |
| 7 ÷ 9 | 0,15 ÷ 0,20 | 0,10 ÷ 0,12 |
| 10 ÷ 12 | 0,12 ÷ 0,15 | 0,08 ÷ 0,10 |
| 13 ÷ 15 | 0,10 ÷ 0,12 | 0,07 ÷ 0,08 |
| 16 ÷ 18 | 0,08 ÷ 0,10 | 0,06 ÷ 0,07 |
| 19 ÷ 20 | 0,06 ÷ 0,08 | 0,05 ÷ 0,06 |

Zeit für Maschine einrichten je nach Maschinengröße.

Auf- und Abspannen je nach Radgröße, genau wie beim Fräsen von Stirnrädern nach dem Abwälzverfahren.

Die Laufzeitberechnung beim Radialverfahren geschieht nach folgender Formel:

$$\frac{\text{Zähnezahl} \times \text{Zahntiefe}}{\text{Vorschub/Radumdr.} \times \text{Fräserumdr./Min.}} = \text{Gesamtlaufzeit.}$$

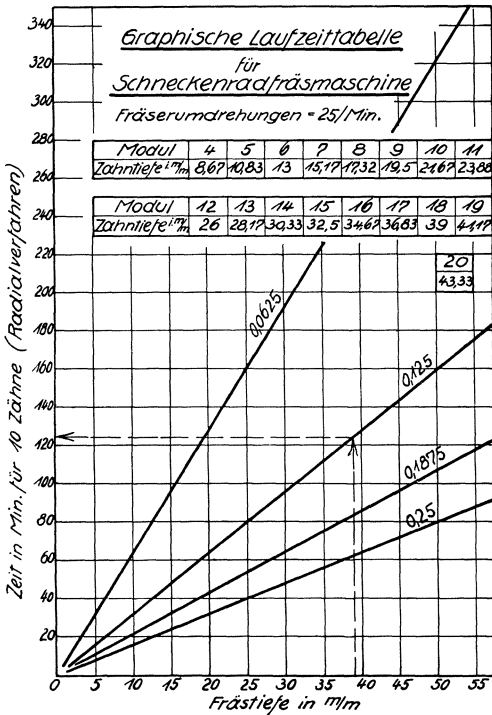


Abb. 57.

Sind durch Maschinenaufnahme die einzelnen Frässpindelumdrehungen und Vorschübe pro Radumdrehung bekannt, so können auch hierfür graphische Zeittabellen angelegt werden.

Es sei hier eine graphische Tabelle als Beispiel angeführt. Die Frässpindelumdrehung pro Min. sei 25. Die Vorschübe pro Radumdrehung 0,0625; 0,125; 0,1875 und 0,25 mm.

Die Ermittlung der Laufzeit nach der graphischen Tabelle geschieht auf folgende Art:

Beispiel: Ein eingängiges Schneckenrad, 40 Zähne, Modul 18 wird mit einem Vorschub pro Radumdrehung von 0,125 mm gefräst.

Wie hoch ist in diesem Falle die Gesamtlaufzeit?

Antwort: Laut Tabelle ist die Zahntiefe für Modul 18

= 39 mm. Die Laufzeit für 10 Zähne ist laut graphischer Laufzeitabelle = 124,8 Min. Für 40 Zähne ist die Laufzeit = 124,8 · 4 = 599,2 Min., wenn Fräserumdrehungen = 25/Min. sind.

Für alle übrigen Fräserumdrehungen können nun ebenfalls graphische Laufzeittabellen in gleicher Weise angelegt werden. Die Berechnung der einzelnen Vorschublinien hat nach der Grundformel zu erfolgen.

**Kalkulationsbeispiel für Schneckenräder
(Tangentialverfahren).**

40 Bronze-Schneckenräder Modul 4, 2 gängig, 18 Zähne mit 1 Schnitt fräsen.

Der Vorschubweg sei der Fräserlänge entsprechend 70 mm. Die Fräserumdrehungen/Min. seien 57. Vorschub/Radumdrehung = 0,5 mm, dann ist die Laufzeit = $\frac{18 \cdot 70}{0,5 \cdot 2 \cdot 57} = 22,10$ Min.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|---|--|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Schneckenrad Material: Bronze Type..... | Zeichnung Nr.: |
| Abwälzfräsmaschine | | Stck. Zahl/Einheit: 40 Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht:..... Fertiggewicht:..... | | Schnitteinstellung | | | | | | | Zeitaufwand | | |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|--------------|---------------|------------------|----------|----------|-------------|------------|--|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | Dorn Spezialfräser | 1 | 70 | 2fach | 14 | 0,5 | 22,1 | 1,00 | 40 | |
| 2 | Rad aufspannen. . . | | | | | | | | | | |
| 3 | Zähne fräsen | | | | | | | | | | |
| 4 | Abspannen | | | | | | | | | | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 22,1 | 4,00 | 40 | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 1,1 | | | |
| | | | | | | | | 23,2 | 0,20 | | |
| | | | | | | | | | 4,20 | | |

Zeit für 1 Stck. = 23,2 + 4,2 = 27,4 Min.
 Hierzu 1/10 von Serienzeit pro Stck.: 40:30 = 1,3 „
 Gesamtzeit pro Stck. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 28,7 Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

**Kalkulationsbeispiel für Schneckenradfräsmaschine
(Radialverfahren).**

10 Schneckenräder fräsen aus Bronze; Modul 12; 1 gängig; 28 Zähne. Zahntiefe = 26 mm. Vorschub/Radumdrehung = 0,12 mm. Fräserumdrehung/Min. = 50, dann ist die Laufzeit:

$$= \frac{28 \cdot 26}{0,12 \cdot 50} = 121,33 \text{ Min.}$$

Kalkulationsblatt.

| | | |
|--|--------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: Schneckenradfräsmaschine | Gegenstand: Schneckenrad | Zeichnung Nr.: |
| | Material: Bronze | Stek. Zahl/Einheit: 10 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|--------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|--------------------|---------------|-------------------|----------|----------|-------------|------------|--|
| Op. Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb. Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. in | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | Dorn Spezialfräser | 1 | 26 | 1fach | 17 | 0,12 | 121,33 | 5,00 | 50 | |
| 2 | Aufspannen | | | | | | | | | | |
| 3 | Zähne fräsen | | | | | | | | | | |
| 4 | Abspannen | | | | | | | | | | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 6,06 | 9,00 | 50 | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 127,39 | 0,45 | | |
| | | | | | | | | | 9,45 | | |

Zeit für 1 Stek. = $127,39 + 9,45 = 136,84$ Min.

Hierzu $\frac{1}{3}$ von Serienzeit pro Stek. = $50 : 3 = 16,60$ „

Gesamtzeit pro Stek. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = $153,44$ Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

XVIII. Die Gewindefräsmaschine.

Für Serien- und Massenfabrikation ist die Gewindefräsmaschine unentbehrlich. Die einfache und leichte Bedienungsart dieser Maschinen ermöglicht es, daß das Fräsen von Spitzgewinden, Flachgewinden und Schnecken von ungelerten Arbeitern ausgeführt werden kann. Eine weitere Verbilligung wird noch dadurch erzielt, daß 1 Mann mehrere Maschinen bedienen kann, denn nach erfolgter Einstellung fräst die Maschine das Arbeitsstück fertig und schaltet selbsttätig aus.

a) Spitzgewinde mit Gruppenfräser gefräst.

(Gewindelänge und Tiefe in 1 Schnitt.)

Kurze Spitzgewinde bis ca. 60 mm Länge werden in der Regel mit Gruppenfräsern mit 1 Arbeitsspindelumdrehung und 1 Schnitt fertig gefräst.

Der Vorschub beim Gewindefräsen wird am Umfang des Arbeitsstückes gemessen und soll für Material bis 50 kg Festigkeit 60 bis 70 mm pro Min. betragen. Für härteres oder weiches Material ist der Vorschub entsprechend zu reduzieren oder zu erhöhen.

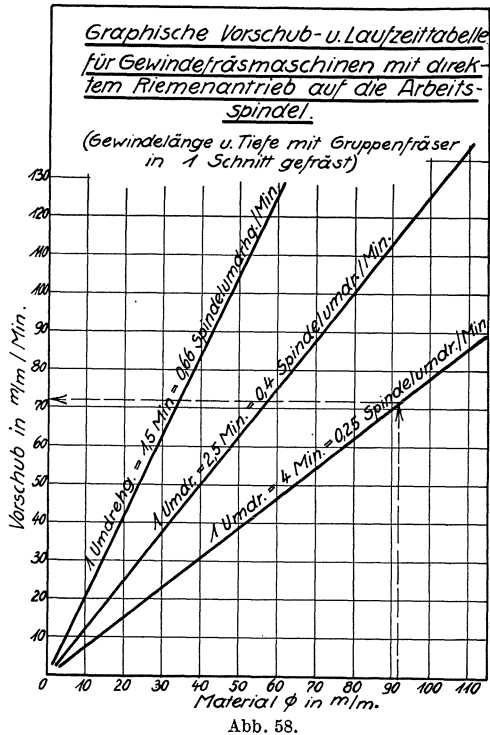
Der Vorschub beim Gewindefräsen ist abhängig von den verschiedenen Geschwindigkeiten der Arbeitsspindel.

Der Antrieb der Arbeitsspindel erfolgt bei Maschinen älterer Konstruktion direkt mit Riemenantrieb.

Bei modernen Maschinen werden die verschiedenen Geschwindigkeiten der Arbeitsspindel durch Einsetzen von Vorschubrädern erreicht. Die letztere Art ist entschieden die vorteilhaftere, denn auf diese Weise können für alle Durchmesser normale, der Materialhärte entsprechende Vorschübe angewandt werden.

Bei Maschinen mit Riemenantrieb sind meist nur 3 verschiedene Geschwindigkeiten vorhanden. Der Vorschub für alle Durchmesser kann also bei diesen Maschinen nicht konstant gewählt werden. Um aber trotzdem einigermaßen dem Durchmesser und der Materialhärte entsprechend den richtigen Vorschub bzw. die nächstliegende Geschwindigkeit einzusetzen, ist es notwendig, die Zeit in Minuten für 1 Umdrehung der Arbeitsspindel auf allen Stufenscheiben mittels Stoppuhr aufzunehmen.

Sind die Zeiten der einzelnen Spindelumdrehungen festgestellt, so müssen weiter die minutlichen Umdrehungszahlen ermittelt werden. An Hand dieser Feststellungen kann nun eine graphische Vorschubtablette angelegt werden.



Aus dieser ist dann jeweils ersichtlich, welche Spindelumdrehung eingesetzt werden muß, um für den betreffenden Durchmesser den nächstliegenden normal vorgeschriebenen Vorschub einzuhalten.

Angenommen, die Zeiten der einzelnen Spindelumdrehungen würden 1,5; 2,5 und 4 Min. betragen, so würden die Umdrehungszahlen 0,66; 0,4 und 0,25 pro Min. sein. Müßte man nun auf einen Durchmesser von 92 mm Gewinde fräsen, so würde der Vorschub mit der kleinsten Spindelumdrehung = 72 mm/Min. betragen, und die Zeit würde für 1 Umdrehung und 1 Schnitt = 4 Min. sein. (Siehe graphische Tabelle!)

Umgekehrt kann selbstverständlich auch für Gewindefräsmaschinen, deren Arbeitsspindelumdrehungen durch Einsetzen von Vorschubrädern bestimmt werden, eine graphische Laufzeitabelle aufgestellt werden. Angenommen, es können nach den vorhandenen Vorschubrädern für die verschiedenen Durchmesser Vorschübe von 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 und 100 mm pro Min. bestimmt werden, so ist die Tabelle

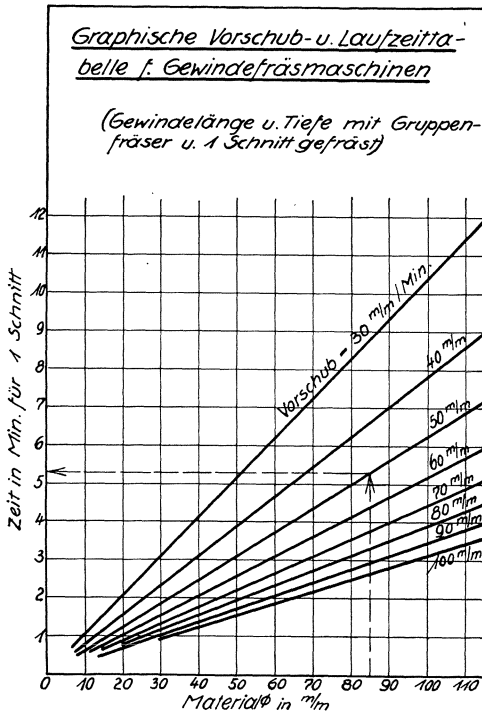


Abb. 59.

so anzulegen, daß für einen bestimmten Vorschub und Durchmesser die Zeit für 1 Schnitt abzulesen ist. Ist z. B. für einen zu fräsenden Durchmesser von 85 mm der Vorschub von 50 mm/Min. eingesetzt, so würde die Laufzeit für 1 Schnitt = 5,3 Min. sein. (Siehe graphische Tabelle!)

Die hier als Beispiel angeführten graphischen Tabellen sind nur für kurze Gewinde anzuwenden, die mit Gruppenfräser gefräst werden. Lange Gewinde mit großer Steigung müssen nach der Formel berechnet werden, es sei denn, daß in einem Betrieb stets vorkommende Gewinde festliegen, wofür selbstverständlich graphische Spezialtabellen angelegt werden können.

b) Flachgewinde und Schnecken.

Zum Fräsen von Schnecken und Flachgewinden werden Scheiben- bzw. Profilfräser verwendet.

Die hier anzuwendenden Vorschübe pro Min. richten sich nach Materialhärte, Schneidhaltigkeit des Fräasers und der Schnitttiefe. Die Frästiefe bei Flachgewinden ist = $\frac{1}{2}$ der Steigung. Z. B.: 8 mm Steigung = 4 mm Gewindetiefe; die Frästiefe bei Schnecken ist = Modul \times 2,167.

Bis ca. 15 mm Gewindetiefe wird meist mit 1 Schnitt gefräst;

über 15 mm Gewindetiefe bis ca. 25 mm sind 2 Schnitte erforderlich,

und über 25 mm Gewindetiefe 3 Schnitte.

Für mittelhartes Material und Schnellschnittfräser betragen die Vorschübe durchschnittlich bei einer

Tabelle 36.

Frästiefe von

| | | | |
|-----------|---|------------|----------|
| 2 ÷ 4 mm | = | 50 ÷ 60 mm | pro Min. |
| 5 ÷ 8 „ | = | 30 ÷ 45 „ | „ „ „ |
| 9 ÷ 12 „ | = | 18 ÷ 27 „ | „ „ „ |
| 13 ÷ 15 „ | = | 12 ÷ 16 „ | „ „ „ |

Für Anschnitt des Fräasers ist je nach Frästiefe und Fräserdurchmesser ein Zusatz zur Schnecken- bzw. Gewindelänge zu machen. In der Praxis spielen diese Zusatzwerte keine bedeutende Rolle und werden ungefähr berechnet. Nachfolgende Tabelle gibt die ungefähren Zusatzwerte an:

Tabelle 37.

| Frästiefe in mm | Fräserdurchmesser | | | |
|--------------------|--------------------|------------|-------------|--------------|
| | 40 ÷ 60 mm | 65 ÷ 80 mm | 85 ÷ 100 mm | 105 ÷ 120 mm |
| | Zusatzbreite in mm | | | |
| 2 | ca. 11 | ca. 13 | ca. 14 | ca. 16 |
| 3 | „ 13 | „ 15 | „ 17 | „ 19 |
| 4 | „ 15 | „ 17 | „ 20 | „ 22 |
| 5 | „ 17 | „ 20 | „ 22 | „ 24 |
| 6 | „ 18 | „ 21 | „ 24 | „ 26 |
| 7 | „ 19 | „ 23 | „ 26 | „ 28 |
| 8 | „ 20 | „ 24 | „ 27 | „ 30 |
| 9 | „ 21 | „ 25 | „ 29 | „ 32 |
| 10 | „ 22 | „ 27 | „ 30 | „ 33 |
| 11 | „ 23 | „ 28 | „ 31 | „ 35 |
| 12 | „ 24 | „ 29 | „ 33 | „ 36 |
| 13 | „ 25 | „ 30 | „ 34 | „ 37 |
| 14 | „ 26 | „ 31 | „ 35 | „ 38 |
| 15 | | „ 32 | „ 36 | „ 40 |

Die Formel zur Berechnung der Laufzeit für eingängige Flachgewinde und Schnecken lautet:

$$\frac{\text{Durchmesser} \times 3,14 \times (\text{Gew.-Länge} + \text{Anschnitt})}{\text{Vorschub/Min.} \times \text{Steigg. (bzw. Teilung bei Schnecken)}} = \text{Laufzeit in Minuten für 1 Schnitt.}$$

Bei eingängigen Schnecken ist die Steigung gleich der Teilung.

Die Teilung ist = Modul × 3,14.

Bei mehrgängigen Schnecken ist die Steigung = Teilung × Gangzahl.

Beispiel: Bei einer 2 gängigen Schnecke, Modul 10 ist die Teilung = 10 · 3,14 = 31,4 mm. Die Steigung dagegen ist 31,4 · 2 = 62,8 mm.

Somit ist die Formel zur Berechnung der Laufzeit für mehrgängige Schnecken oder Flachgewinde:

$$\frac{\text{Durchmesser} \times 3,14 \times (\text{Gew.-Länge} + \text{Anschnitt}) \times \text{Gangzahl}}{\text{Vorschub pro Min.} \times \text{Steigung}} = \text{Laufzeit in Minuten.}$$

Der Einfachheit halber können aber auch mehrgängige Flachgewinde oder Schnecken nach der 1. Formel berechnet werden, wenn statt der Steigung mit der Teilung gerechnet wird. Das Ergebnis ist in beiden Fällen gleich. (Siehe Rechenbeispiel!)

Die Frälerschnittgeschwindigkeiten beim Gewindefräsen sind normal dieselben wie beim übrigen Fräsen.

Für Maschine einrichten sind pro Auftrag je nach Art der Maschine 30 bis 60 Min. zu rechnen.

Für Auf- und Abspannen je nach Größe und Gewicht 2 bis 8 Min.

Schnitt anstellen und messen à Schnitt 0,5 bis 1,5 Min.

Kalkulationsbeispiel für Gewindefräsmaschine.

Auf 10 Spindeln S. M.-Stahl soll ein Trapezgewinde laut Abb. 60 gefräst werden. Steigung sei = 12 mm. Vorschub pro Min. = 40 mm. Zusatzwert für Fräseranschnitt sei = 25 mm, dann ist die Laufzeit

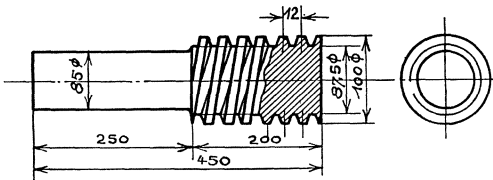


Abb. 60.

$$= \frac{100 \cdot 3,14 \cdot 225}{40 \cdot 12} = 147 \text{ Min.}$$

Auch diese Spezialmaschinen werden in der Regel nebenbei bedient und erhält der Arbeiter nur einen entsprechenden Anteil prozentual von der Gesamtzeit.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---|--|---|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: Gewindefräsmaschine | Gegenstand: Spindeln Material: S. M. St. Type: | Zeichnung Nr.: Skizze Stck. Zahl/Einheit: 10 Maschinen-Nr.: |
|---|--|---|

| Rohgewicht: Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | | Zeitaufwand | | |
|--|---------------------|--------------------|-------------|--------------|---------------|------------------|-------------|-------------|----------|------------|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub mm | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit |
| 1 | Maschine einrichten | Formfräser | 1 | 225 | 12 mm Steigg. | 14 | 40 | 147 | 5,00 | 30 |
| 2 | Aufspannen | | | | | | | | | |
| 3 | Gewinde fräsen . . | | | | | | | | | |
| 4 | Abspannen | | | | | | | | | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 147 | 8,5 | 30 |
| | | | | | | | | 7,35 | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | 154,35 | 0,42 | |
| | | | | | | | | | 8,92 | |

Zeit für 1 Stck. = 154,35 + 8,92 = 163,27 Min.
 Hierzu 1/3 von Serienzeit pro Stck. = 30 : 3 = 10,00 „
 Gesamtzeit pro Stck. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 173,27 Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

Kalkulationsbeispiel für Schneckenfräsmaschine.

5 Schnecken 120 mm Durchmesser, 200 mm lang, Modul 12, 3gängig mit 2 Schnitten fräsen. Material: S. M.-Stahl.

Zusatzwert für Fräseranschnitt sei 40 mm.

Teilung der Schnecke ist = Modul · 3,14 also 12 · 3,14 = 37,68 mm. Die Steigung beträgt bei einer 3gängigen Schnecke = 37,68 · 3 = 113,04 mm.

Der Vorschub sei durchschnittlich bei beiden Schnitten 18 mm/Min.

Dann ist die Laufzeit = $\frac{120 \cdot 3,14 \cdot 240}{18 \cdot 37,68} = 133,33$ Min. für 1 Schnitt und für 2 Schnitte = 133,33 · 2 = 266,66 Min.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|--|---|---|
| Zeit- und Bearbeitungsblatt für: | Gegenstand: Schnecken Material: S. M. St. Type: | Zeichnung Nr.: |
| Schneckenfräsmaschine | | Stck. Zahl/Einheit: 5 Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|--------------------------|---|-------------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|----------|----------|-------------|------------|--|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | Dorn Schneckenfräser | 6 | 240 | 3 Gangzahl | 14 | 18 | 266,6 | 5,00 | 30 | |
| 2 | Aufspannen | | | | | | | | | | |
| 3 | Schnecke fräsen (Rückkurbeln und 6mal Schnitt anstellen) | | | | | | | | | | |
| 4 | Abspannen | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 266,6 | 19,0 | 30 | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 13,3 | | | |
| | | | | | | | | 279,9 | | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | | 0,95 | | |
| | | | | | | | | | 19,95 | | |

Zeit für 1 Stck. = 279,9 + 19,75 = 299,65 Min.
 Hierzu 2/3 von Serienzeit pro Stck. = 20,00 „

Gesamtzeit pro Stck. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 319,65 Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

XIX. Die Langhobelmaschine.

Richtige Kalkulationen für Arbeiten auf Langhobelmaschinen können nur dann erzielt werden, wenn die Leistungsfähigkeiten der vorhandenen Hobelmaschinen bekannt sind und direkt nach der Maschine kalkuliert wird. Wird in einem Betrieb nach Durchschnittsgeschwindigkeiten gerechnet, so werden meistens erhebliche Differenzen auftreten, da

unter den einzelnen Maschinen selbst meist große Abweichungen festzustellen sind. Eine genaue Aufnahme der einzelnen Maschinen ist deshalb unerlässlich. Um die Laufzeiten berechnen zu können, müssen entweder die minutlichen Doppelhübe für die verschiedenen Hublängen festliegen oder Schnittgeschwindigkeit und Rücklaufgeschwindigkeit in mm/Sek. bzw. m/Min. Außerdem müssen die Vorschübe pro Doppelhub horizontal und vertikal festgestellt werden.

Sind diese Daten bekannt, dann kann die Laufzeit nach verschiedenen Formeln berechnet werden.

Es seien hier 2 verschiedenartige Berechnungen angeführt und zwar:

a) Die Laufzeitberechnung nach errechneten oder mittels Stoppuhr festgestellten minutlichen Doppelhüben je nach Hublänge.

b) Die Laufzeitberechnung nach graphischen Laufzeittabellen.

Nachfolgende Beispiele werden zeigen, daß die Berechnungen nach graphischen Tabellen am einfachsten sind.

Beispiel zu a. Angenommen ist eine Hobelmaschine mit größter Hobellänge von 2000 mm und 2 verschiedenen Schnittgeschwindigkeiten.

Es sei mittels Stoppuhr festgestellt, daß die kleinere Schnittgeschwindigkeit 140 mm/Sek. betrage oder $140 \cdot 60 = 8400$ mm bzw. 8,4 m/Min.

Die größere Schnittgeschwindigkeit sei 200 mm pro Sekunde oder $200 \cdot 60 = 12000$ mm bzw. 12 m/Min.

Die Rücklaufgeschwindigkeit sei in beiden Fällen dieselbe und betrage 400 mm/Sek. oder $400 \cdot 60 = 24000$ mm bzw. 24 m/Min.

Die Vorschübe seien pro Zahn und Doppelhub = 0,25 mm. Für 2 Zähne 0,5 mm usw. Man stelle nun eine Tabelle für verschiedene Hublängen auf, und zwar am besten von 100 zu 100 mm gestaffelt.

Zuerst sind nun die Zeiten in Min. pro Doppelhub für die einzelnen Hublängen zu berechnen.

Die Zeit pro Doppelhub setzt sich aus Vorlaufzeit + Rücklaufzeit zusammen. Die Formel zur Berechnung der Vorlaufzeit

$$= \frac{\text{Hublänge in mm}}{\text{Schnittgeschw. in mm/Min.}}$$

Die Formel zur Berechnung der Rücklaufzeit

$$= \frac{\text{Hublänge in mm}}{\text{Rücklaufgeschw. in mm/Min.}}$$

Beispiel: Für 1000 mm Hublänge bei 8400 mm/Min. Schnittgeschwindigkeit beträgt die Vorlaufzeit in Min. $= \frac{1000}{8400} = 0,119$ Min.

Dagegen beträgt die Rücklaufzeit bei einer Geschwindigkeit von 24000 mm/Min. für dieselbe Hublänge $= \frac{1000}{24000} = 0,0416$ Min.

Die Gesamtzeit pro Doppelhub wäre in diesem Falle $0,119 + 0,0416 = 0,16$ Min. Sind nun diese Zeiten errechnet, dann stelle man die minutlichen Doppelhübe fest. Die Formel zur Berechnung der minutlichen Doppelhübe =

$$\frac{1 \text{ Min.}}{\text{Zeit in Min. für 1 Doppelhub.}}$$

Nach obigem Beispiel wäre die Anzahl der minutlichen Doppelhübe = $1 : 0,16 = 6,25$. Nachfolgende Tabellen geben die rein theoretisch errechneten Werte der hier als Beispiel angeführten Hobelmaschine an.

Tabelle 38.

Tabellen für Langhobelmaschine.
Schnittgeschwindigkeit = 140 mm/Sek. oder 8,4 m/Min.
Rücklaufgeschwindigkeit = 400 mm/Sek. oder 24 m/Min.

| Hublänge in mm | Vorlaufzeit in Min. | Rücklaufzeit in Min. | Gesamtzeit in Min. für 1 Doppelhub | Minutliche Doppelhübe | Durchschnittsgeschwindigkeit zwischen Vor- und Rücklauf = 12,4 m/Min. |
|-------------------|------------------------|-------------------------|--|--------------------------|---|
| 400 | 0,0467 | 0,0166 | 0,064 | 15,6 | |
| 500 | 0,0595 | 0,0208 | 0,080 | 12,5 | |
| 600 | 0,0714 | 0,025 | 0,096 | 10,41 | |
| 700 | 0,0833 | 0,0291 | 0,112 | 8,92 | |
| 800 | 0,0952 | 0,0333 | 0,128 | 7,81 | |
| 900 | 0,1071 | 0,0375 | 0,144 | 6,94 | |
| 1000 | 0,119 | 0,0416 | 0,160 | 6,25 | |
| 1200 | 0,1428 | 0,05 | 0,192 | 5,20 | |
| 1400 | 0,1666 | 0,0583 | 0,225 | 4,44 | |
| 1600 | 0,1904 | 0,0666 | 0,257 | 3,89 | |
| 1800 | 0,2142 | 0,075 | 0,289 | 3,46 | |
| 2000 | 0,238 | 0,0833 | 0,321 | 3,11 | |

Tabelle 38a.

Schnittgeschwindigkeit = 200 mm/Sek. oder 12 m/Min.
Rücklaufgeschwindigkeit = 400 mm/Sek. oder 24 m/Min.

| Hublänge in mm | Vorlaufzeit in Min. | Rücklaufzeit in Min. | Gesamtzeit in Min. für 1 Doppelhub | Minutliche Doppelhübe | Durchschnittsgeschwindigkeit zwischen Vor- und Rücklauf = 16 m/Min. |
|-------------------|------------------------|-------------------------|--|--------------------------|---|
| 400 | 0,0333 | 0,0166 | 0,050 | 20 | |
| 500 | 0,0416 | 0,0208 | 0,062 | 16 | |
| 600 | 0,05 | 0,025 | 0,075 | 13,33 | |
| 700 | 0,0583 | 0,0291 | 0,087 | 11,44 | |
| 800 | 0,0666 | 0,0333 | 0,10 | 10 | |
| 900 | 0,075 | 0,0375 | 0,112 | 8,9 | |
| 1000 | 0,0833 | 0,0416 | 0,125 | 8 | |
| 1200 | 0,10 | 0,05 | 0,15 | 6,66 | |
| 1400 | 0,1166 | 0,0583 | 0,175 | 5,7 | |
| 1600 | 0,1333 | 0,0666 | 0,20 | 5,0 | |
| 1800 | 0,15 | 0,075 | 0,225 | 4,44 | |
| 2000 | 0,1666 | 0,0833 | 0,25 | 4,0 | |

Diese Werte können auch mittels Stoppuhr festgestellt werden, indem man bestimmte Hublängen einstellt und eine Anzahl Doppelhübe abstoppt.

Abgestoppte Werte sind praktisch noch genauer wie errechnete, weil beim Abstoppen die Umschaltzeiten berücksichtigt werden. Die Umschaltzeiten sind jedoch so minimal, daß sie bei großen Hublängen kaum noch merklich sind. Bei kleinen Hubeinstellungen ist der Zeitverlust verhältnismäßig etwas größer, da auch die Zahl der Umschaltungen pro Min. größer wird. Ganz einwandfreie Werte würde man aber auch durch Abstoppen nicht erreichen, es sei denn, daß jede Hublänge mit Belastung abgenommen wird. Nimmt man eine Maschine mit Belastung auf, so wird sich zeigen, daß durch Riemenrutsch wiederum ein geringer Zeitverlust eintritt. Es ist nun praktisch besser, die theoretisch errechneten Werte anzunehmen und für Umschalten und Riemenrutsch einen kleinen prozentualen Zuschlag auf die Gesamtlaufzeit zu machen.

In der Praxis wird sich als richtig erweisen, wenn für kurze Hublängen bis ca. 1000 mm ein Zuschlag von 10% und über 1000 mm ein solcher von 5% auf die Gesamtlaufzeit gemacht wird.

Bei Berechnung der Laufzeit ist noch zu berücksichtigen, daß zur Hobellänge der Überlauf hinzugerechnet wird. Bei Maschinen mittlerer Größe ist der Wert für den Überlauf 100 bis 150 mm. Bei schweren Maschinen ist entsprechend mehr zu rechnen und je nach Konstruktion der Maschine am besten selbst festzulegen.

Die Laufzeit wird nun nach folgender Formel berechnet:

$$\frac{\text{Hobelbreite in mm} \times \text{Schnittzahl}}{\text{Doppelhübe pro Min.} \times \text{Vorschub in mm}} = \text{Laufzeit in Minuten.}$$

Rechenbeispiel: Es sei hier eine Arbeitsfläche von 900 mm Länge und 200 mm Breite berechnet. Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Hobelmaschine betrage 16 m/Min.; der Überlauf betrage 100 mm, somit $900 + 100 = 1000$ mm Hublänge. Der Vorschub pro Doppelhub sei 0,5 mm, die Schnittzahl = 1 und die Anzahl der Doppelhübe laut 16 m Tabelle = 8. Dann ist die Laufzeit = $\frac{200 \cdot 1}{8 \cdot 0,5} = 50$ Min. Hierzu 10% von 50 Min. = 5 Min. Somit Gesamtlaufzeit = 55 Min.

Beispiel zur Laufzeitberechnung nach graphischen Laufzeittabellen.

Es folgen 2 graphische Laufzeittabellen mit 12,4 und 16 m/Min. Durchschnittsgeschwindigkeit für dieselbe Hobelmaschine. Die Tabellen sind so aufgestellt, daß die Zeit in Min. für 10 mm Hobelbreite nach beliebigen Hublängen und Vorschüben abzulesen ist. Die Berechnung der Gesamtlaufzeit ist somit höchst einfach, indem der Tabellenwert nur noch mit $\frac{1}{10}$ der Gesamthobelbreite und der Schnittzahl zu vervielfachen ist.

Als Rechenbeispiel sei dasselbe vorgenannte Beispiel angeführt: 900 mm Arbeitslänge + 100 mm Überlauf = 1000 mm Hublänge;

200 mm Hobelbreite; 1 Schnitt und 0,5 mm Vorschub pro Doppelhub.
 (Siehe graphische Tabelle für 16 m/Min. Durchschnittsgeschwindigkeit)

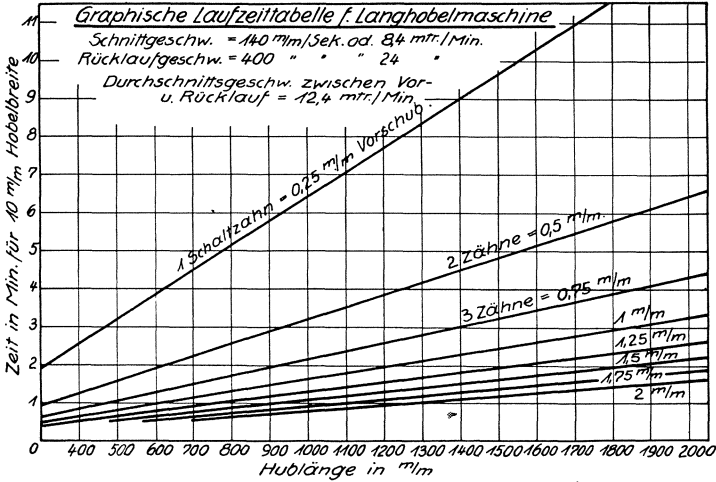


Abb. 61.

keit.) Diese gibt für 10 mm Hobelbreite den Wert von 2,5 Min. an. Für 200 mm Hobelbreite ist somit die Laufzeit $2,5 \cdot 20 = 50$ Min. Hierzu 10% von 50 Min. = 5 Min. für Umschaltzeiten und Riemenrutsch, somit Gesamtlaufzeit = $50 + 5 = 55$ Min.

Graphische Laufzeitabelle für Langhobelmaschine

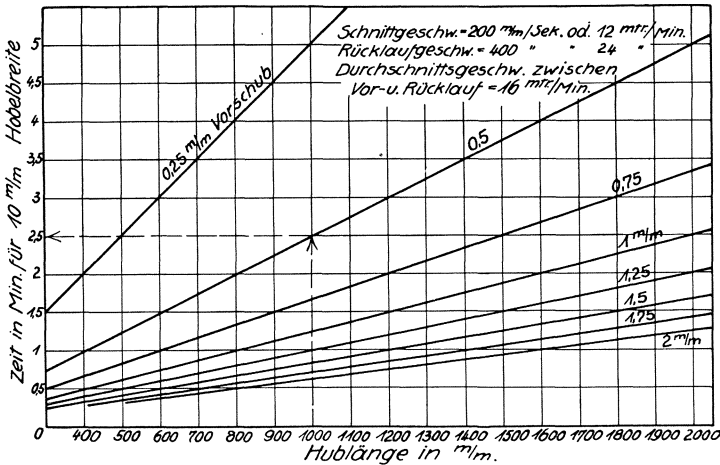


Abb. 62.

Werden in einem Betrieb nach diesen Mustern für die einzelnen Maschinen graphische Tabellen angelegt, so sind alle weiteren Berech-

nungsformeln überflüssig. Außerdem ermöglichen diese Tabellen ein schnelles Rechnen. Es erübrigt sich, weitere Beispiele und Tabellen für weitere Hobelmaschinen anzuführen, da für die Praxis doch nur der Wert der einzelnen Maschine zur Berechnung maßgebend ist und deshalb diese Beispiele nur teilweise praktische Verwendung finden können.

Schnittgeschwindigkeiten für Langhobelmaschinen.

Genau so zwecklos ist es, für den Allgemeingebrauch Durchschnittswerte für Schnittgeschwindigkeiten festzulegen, da diese immer wieder von den Leistungsfähigkeiten der einzelnen Maschinen abhängig sind. In solchen Betrieben, bei denen die Leistungsfähigkeiten der einzelnen Maschinen nicht bekannt sind und nicht ohne weiteres festgestellt werden können und dennoch die Bearbeitungszeiten berechnet werden sollen, kann mit folgenden Durchschnittswerten gerechnet werden.

Tabelle 39.

| | | |
|------------------------------------|---|----------------|
| Langhobelmaschine bis 2 m Hublänge | = | 10 ÷ 12 m/Min. |
| „ „ 4 m | = | 8 ÷ 10 „ |
| „ über 4 m | = | 5 ÷ 8 „ |

Vorschübe pro Doppelhub. Die einzusetzenden Vorschübe pro Doppelhub je nach Schnitttiefe sind wiederum von der Leistungsfähigkeit der Maschine und von der zu bearbeitenden Materialhärte abhängig. Es ist deshalb zu empfehlen, auch diese Werte selbst zu ermitteln und den Betriebsverhältnissen anzupassen. Ist dies nicht möglich, dann rechne man mit folgenden nicht zu hohen Werten:

Tabelle 40.

| | | Spantiefen in mm | | | |
|------------------|-------|------------------|------|-----|------|
| | | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | mm | mm | mm | mm |
| bis 2 m Hublänge | . . | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
| „ 4 „ | „ . . | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 0,75 |
| über 4 „ | „ . . | 2,0 | 1,75 | 1,5 | 1,25 |

Beim Breitschlichten können die Vorschübe je nach Beschaffenheit des Schlicht-Stahles bis zur Stahlbreite erhöht werden.

Auf- und Abspannzeiten. Hierfür lassen sich schwerlich Durchschnittswerte festlegen. Gerade bei Hobelarbeiten gibt es sehr viel komplizierte und sperrige Körper, deren Spannzeiten von Fall zu Fall bewertet werden müssen. Außerdem spielen eine bedeutende Rolle: Transportmöglichkeiten, vorhandene Spannwerkzeuge und Vorrichtungen. Richtig ist es, diese Werte durch Zeitstudien festzulegen und den jeweiligen Betriebsverhältnissen anzupassen.

Kalkulationsbeispiel für Langhobelmaschine.

30 Zylinderblock aus Gußeisen, untere und obere Fläche mit je 1 Schrubbspan und 1 Schlichtspan hobeln. (Siehe Abb. 27 für Bohrwerk.)

Es seien 3 Zylinderblock hintereinander gespannt. Die Länge des Zylinders auf der unteren Seite ist = 550 mm. Für 3 Zylinder =

$550 \times 3 = 1650$ mm. Hierzu kommen noch 150 mm für Überlauf, somit Gesamthublänge = $1650 + 150$ mm = 1800 mm. Die Hublänge für die obere Seite ist in diesem Falle dieselbe.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Hobelmaschine betrage 12,4 m pro Min.

Der Vorschub pro Doppelhub betrage für den Schrubbschnitt = 0,75 mm und für den Schlichtschnitt = 1,5 mm.

Die Laufzeit ist nach der graphischen Tabelle zu berechnen. Laut Tabelle ist die Laufzeit bei einer Hublänge von 1800 mm, 0,75 mm Vorschub und 10 mm Hobelbreite = 3,85 Min.

Für 200 mm Hobelbreite ist die Laufzeit = $3,85 \cdot 20 = 77$ Min. usw.

Für Schnitt anstellen und messen sei pro Span 1 Min gerechnet.

Für Stahl einspannen = 1,5 Min.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Zylinderblock | Zeichnung Nr.: Skizze |
| Langhobelmaschine | Material: Gußeisen | Stek. Zahl/Einheit: 30 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|--------------------------|--|----------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|----------|----------|-------------|------------|--|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 40 | |
| 2 | 3 Zylinder aufspannen und ausrichten, à 8' . . . | | | | | | | | | | |
| 3 | Untere Fläche schrubben | Schrubbstahl | 1 | 1800 | 200 | 12,4 | 0,75 | 77 | 2,5 | | |
| 4 | Untere Fläche schlichten | Schlichtstahl | 1 | 1800 | 200 | 12,4 | 1,5 | 38,5 | 2,5 | | |
| 5 | Abspannen | | | | | | | | | 6,0 | |
| 6 | Aufspannen (gehobelte Fläche 3 Zylinder) | | | | | | | | | 12,0 | |
| 7 | Obere Fläche schrubben | Schrubbstahl | 1 | 1800 | 200 | 12,4 | 0,75 | 77 | 2,5 | | |
| 8 | Obere Fläche schlichten | Schlichtstahl | 1 | 1800 | 200 | 12,4 | 1,5 | 38,5 | 2,5 | | |
| 9 | Abspannen | | | | | | | | | 6,0 | |
| | | | | | | | | 231,0 | 58 | 40 | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 11,5 | | | |
| | | | | | | | | 242,5 | | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | | 2,9 | | |
| | | | | | | | | | 60,9 | | |

Zeit für 3 Stek. = $242,5 + 60,90 = 303,4$ Min.

Zeit für 1 Stek. = $303,4 : 3 = 101,1$ Min.

Hierzu $\frac{1}{15}$ von Serienzeit pro Stek. = $40 : 15 = 2,6$ „

Gesamtzeit pro Stek. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = $103,7$ Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

XX. Die Shapingmaschine.

Man unterscheidet 2 Arten von Shapingmaschinen.

a) Maschinen mit stets gleichbleibender Schnittgeschwindigkeit und konstanter Rücklaufgeschwindigkeit bei jeder Hublänge.

b) Maschinen mit bestimmten minutlichen Doppelhüben, bei welchen sich die Schnittgeschwindigkeit bei gleichen Doppelhüben nach Hubeinstellung ganz erheblich verschiebt.

Es folgt ein Beispiel für erstere Art mit gleichbleibender Schnittgeschwindigkeit. Die hier angeführte Shapingmaschine erhält ihren Antrieb von einer Zweistufenscheibe durch große Zahnradübersetzung und 2 unter dem Stößel befestigte Zahnstangen. Die Umsteuerung auf den von einer besonderen Riemenscheibe angetriebenen Rücklauf wird durch Reibungskupplung bewirkt. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt auf der 1. Stufenscheibe 90 m/mSek. oder $90 \cdot 60 = 5400$ mm bzw. 5,4 m/Min. Auf der 2. Stufenscheibe ist die Schnittgeschwindigkeit 125 mm/Sek. oder $125 \cdot 60 = 7500$ mm bzw. 7,5 m/Min. Die Rücklaufgeschwindigkeit ist in beiden Fällen dieselbe, und zwar 225 mm/Sek. oder $225 \cdot 60 = 13500$ mm bzw. 13,5 m/Min.; die größte Hublänge ist 500 mm und die Vorschübe pro Doppelhub betragen pro Zahn = 0,2 mm.

Aus diesem Beispiel geht hervor, daß die Arbeitsweise bei dieser Maschine dieselbe ist wie bei der Langhobelmaschine. Dementsprechend ist auch die Bearbeitungszeit und die Schnittgeschwindigkeit genau wie bei der Langhobelmaschine zu berechnen:

Die Laufzeitberechnung: Für Shapingmaschinen dieser Art lege man, der einfachen Rechnung halber, zur Berechnung der Laufzeit am besten graphische Zeittabellen wie für Langhobelmaschinen an. Man berechne zu diesem Zweck zuerst die beiden Durchschnittsgeschwindigkeiten in m/Min.

Die Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeit geschieht am einfachsten nach folgender Art:

Wenn die Schnittgeschwindigkeit in 1 Min. 5,4 m beträgt, dann berechne für dieselbe Länge die Rücklaufzeit. Diese ist bei 13,5 m/Min. für 5,4 m Länge = $5,4:13,5 = 0,4$ Min.; diese beiden Zeiten addiert $1 + 0,4$ gibt eine Gesamtzeit von 1,4 Min. In 1,4 Min. legt also die Maschine einen Weg von $5,4 \cdot 2 = 10,8$ m zurück. In 1 Min. beträgt jedoch der Gesamtweg $10,8:1,4 = 7,7$ m. Somit ist die Durchschnittsgeschwindigkeit bei 5,4 m/Min. Schnittgeschwindigkeit und 13,5 m/Min. Rücklaufgeschwindigkeit = 7,7 m/Min.

Bei 7,7 m/Min. Schnittgeschwindigkeit und 13,5 m/Min. Rücklaufgeschwindigkeit beträgt die Zeit für 7,5 m Rücklauf = $7,5:13,5 = 0,55$ Min. In 1,55 Min. wird also in diesem Falle 1 Weg von $7,5 \cdot 2$

= 15 m zurückgelegt. In 1 Min. beträgt der Gesamtweg = 15:1,55 = 9,6 m.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit beträgt somit im zweiten Fall = 9,6 m/Min.

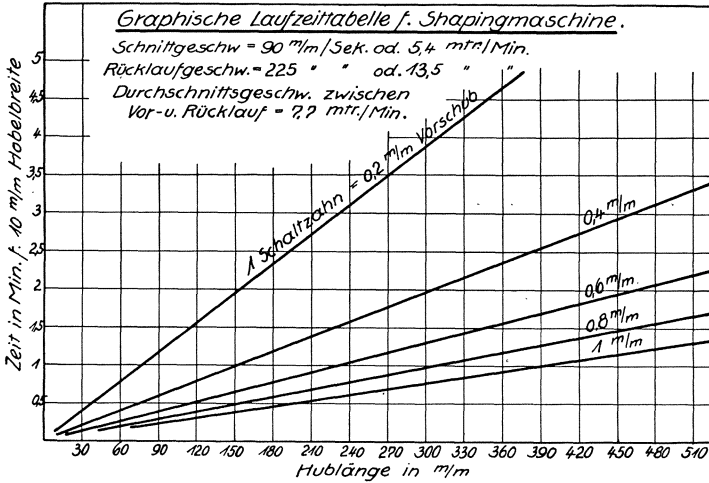


Abb. 63.

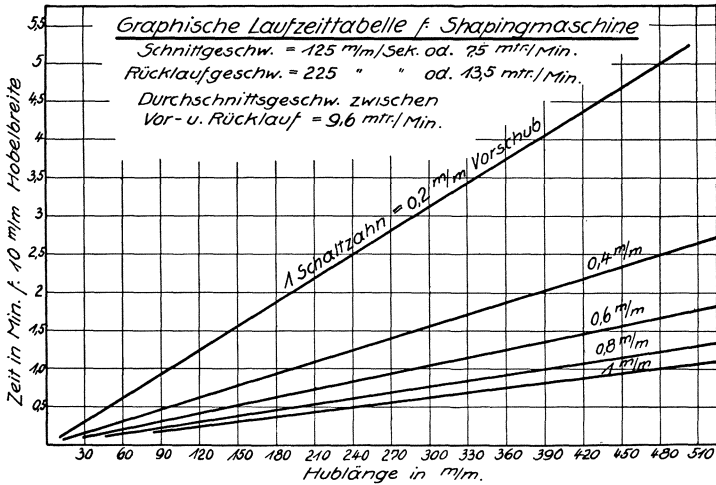


Abb. 64.

An Hand dieser Ergebnisse können nun 2 graphische Zeittabellen für 7,7 m/Min. und 9,6 m/Min. Durchschnittsgeschwindigkeit berechnet und angelegt werden.

Das Ablesen der Laufzeit ist genau wie bei Zeittabellen für Langhobelmaschine zu handhaben.

(Siehe obenstehende graphische Beispiele!).

Es folgt nun ein weiteres Beispiel für Shapingmaschinen mit bestimmten minutlichen Doppelhüben.

Bei dieser Art von Maschinen erfolgt der Antrieb durch Stufenscheibe und Kulisse oder Kurbelschleife.

Angeführt sei hier eine Maschine mit 4 Stufen. Die minutlichen Doppelhübe seien 25; 34; 50 und 67. Die größte Hublänge sei 400 mm und die Vorschübe pro Zahn und Doppelhub = 0,2 mm.

Da die minutlichen Doppelhübe bei solchen Maschinen immer dieselben bleiben, gleichviel ob der kürzeste oder der längste Hub eingestellt ist, so verändert sich die Schnittgeschwindigkeit je nach Hublänge ganz erheblich. So würde z. B. bei 25 Doppelhüben und 100 mm Hublänge die Schnittgeschwindigkeit 5 m/Min. betragen. Dagegen würde die Schnittgeschwindigkeit bei 300 mm Hublänge mit ebenfalls 25 Doppelhüben 15 m/Min. sein. Es ist deshalb streng darauf zu achten, daß bei der Bearbeitung je nach Materialart und Hublänge die richtigen Doppelhübe eingesetzt werden. Um sich hierüber ein genaues und leicht übersichtliches Bild zu verschaffen, lege man eine graphische Schnittgeschwindigkeitstabelle an (siehe Muster!). Auf dieser Tabelle ist für jede beliebige Hublänge je nach Anzahl der minutlichen Doppelhübe die Schnittgeschwindigkeit in m/Min. sofort ablesbar.

So würde z. B. bei dieser Maschine die Schnittgeschwindigkeit betragen:

| | | | |
|-------------------------|----------------|---|------------|
| Bei 150 mm Hublänge und | 25 Doppelhüben | = | 7,5 m/Min. |
| „ 150 „ „ „ | 34 „ | = | 10,2 „ |
| „ 150 „ „ „ | 50 „ | = | 15,0 „ |
| „ 150 „ „ „ | 67 „ | = | 20,0 „ |

Man stelle nun für die verschiedenen Materialarten Durchschnittswerte für Schnittgeschwindigkeit und Vorschübe fest und überträgt dieselben am besten gleich auf die Schnittgeschwindigkeitstabelle (siehe Beispiel!). An Hand dieser Werte können jetzt für die verschiedenen Materialarten und Hublängen die normal einzusetzenden Doppelhübe bestimmt werden. Daraus können wieder Zeittabellen für 10 mm Hobelbreite für die verschiedenen Vorschübe pro Doppelhub berechnet werden.

Nebenstehende Aufstellung diene als Beispiel, wie solche Tabellen für Maschinen mit bestimmten minutlichen Doppelhüben angelegt werden können.

Werden Tabellen auf diese Weise festgelegt, so ist die Berechnung der Gesamtlaufzeit genau so einfach wie bei der graphischen Tabelle, indem man nur noch den Tabellenwert mit $\frac{1}{10}$ der Gesamthobelbreite und der Schnittzahl zu vervielfachen hat. Im übrigen gelten dieselben Berechnungsformeln wie bei der Langhobelmaschine. Genaue und einwandfreie Berechnungen können auch bei Shapingmaschinen nur dann erzielt werden, wenn direkt nach der einzelnen Maschine gerechnet wird. Nur auf diese Weise können Unstimmigkeiten und viel Ärger erspart

Tabelle 41.

| Materialart | Hublänge mm | Normale minutl. Doppel- hübe | Zeiten in Min. für 1 Schnitt und 10 mm Hobelbreite bei Vor- schüben pro Doppelhub von | | | | |
|--|----------------|---------------------------------------|---|--------|--------|-------|-------|
| | | | 0,2mm | 0,4 mm | 0,6 mm | 0,8mm | 1 mm |
| Chrom-Nickelstahl | bis 80 | 50 | 1,0 | 0,5 | 0,33 | 0,25 | 0,2 |
| dgl. | 85 ÷ 120 | 34 | 1,47 | 0,735 | 0,49 | 0,368 | 0,294 |
| dgl. | über 120 | 25 | 2,0 | 1,0 | 0,66 | 0,5 | 0,4 |
| Stahlguß und Gußeisen | bis 80 | 67 | 0,746 | 0,373 | 0,248 | 0,186 | 0,149 |
| dgl. | 85 ÷ 100 | 50 | 1,0 | 0,5 | 0,33 | 0,25 | 0,2 |
| dgl. | 105 ÷ 160 | 34 | 1,47 | 0,735 | 0,49 | 0,368 | 0,294 |
| dgl. | über 160 | 25 | 2,0 | 1,0 | 0,66 | 0,5 | 0,4 |
| S.M.St. über 50 kg Fest. und harte Bronze | bis 90 | 67 | 0,746 | 0,373 | 0,248 | 0,186 | 0,149 |
| dgl. | 95 ÷ 130 | 50 | 1,0 | 0,5 | 0,33 | 0,25 | 0,20 |
| dgl. | 135 ÷ 180 | 34 | 1,47 | 0,735 | 0,49 | 0,368 | 0,294 |
| dgl. | über 180 | 25 | 2,0 | 1,0 | 0,66 | 0,5 | 0,40 |
| S.M.St. bis 50 kg Fest. und Schmiedeeisen | bis 140 | 67 | 0,746 | 0,373 | 0,248 | 0,186 | 0,149 |
| dgl. | 145 ÷ 190 | 50 | 1,0 | 0,5 | 0,33 | 0,25 | 0,2 |
| dgl. | 195 ÷ 270 | 34 | 1,47 | 0,735 | 0,49 | 0,368 | 0,294 |
| dgl. | über 270 | 25 | 2,0 | 1,0 | 0,66 | 0,5 | 0,4 |
| Rotguß u. Weichmetalle | bis 190 | 67 | 0,746 | 0,373 | 0,248 | 0,186 | 0,149 |
| dgl. | 195 ÷ 250 | 50 | 1,0 | 0,5 | 0,33 | 0,25 | 0,20 |
| dgl. | über 250 | 34 | 1,47 | 0,735 | 0,49 | 0,368 | 0,294 |

werden. Weiter empfiehlt sich für die in einem Betriebe vorkommenden Arbeiten auf Shapingmaschinen Zeitstudien über Spannzeiten zu

Schnittgeschwindigkeitstabelle für Shapingmaschine

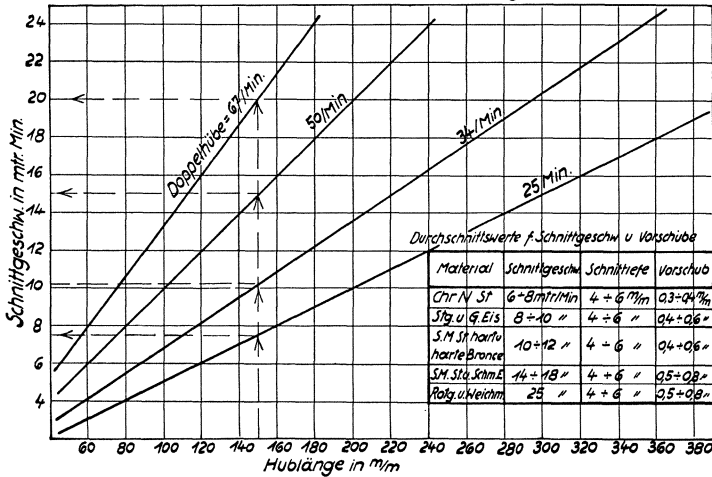


Abb. 65.

machen und tabellarisch festzulegen. Allgemeingebräuchliche Durchschnittswerte gibt es nicht. Diese Werte müssen immer wieder den Betriebsverhältnissen angepaßt werden.

Kalkulationsbeispiel für Shapingmaschine.

10 Führungsleisten aus Gußeisen schraffierte Flächen hobeln.

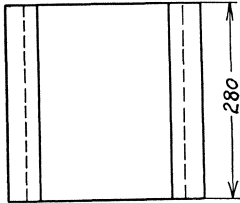
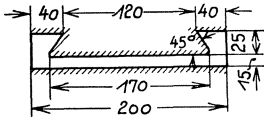


Abb. 66.

Die Bearbeitungszugabe betrage allseitig 4 mm.
Die beiden Schrägen werden je mit 3 Schnitten gehobelt.

Die übrigen Flächen mit je 1 Schnitt.
Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Shapingmaschine betrage 9,6 m/Min.

Hublänge sei 300 mm.
Vorschub pro Doppelhub sei 0,6 mm.
Für die beiden Schrägen 0,4 mm.

Die Laufzeit ist nach der graphischen Tabelle für 9,6 m/Min. Durchschnittsgeschwindigkeit zu berechnen.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Führungsleiste | Zeichnung Nr.: Skizze |
| Shapingmaschinen | Material: Gußeisen | Stek. Zahl/Einheit: 10 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht: | | Fertiggewicht: | | Schnitteinstellung | | | | | Zeitaufwand | | |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------|--------------------|---------------|------------------|----------|----------|-------------|------------|--|
| Op. Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vorschub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 20 | |
| 2 | Aufspannen | Schraubstock | | | | | | | 1,0 | | |
| 3 | Untere Fläche hobeln | Schrubbstahl | 1 | 300 | 200 | 9,6 | 0,6 | 20,8 | 0,5 | 1 | |
| 4 | Abspannen | | | | | | | | 0,3 | | |
| 5 | Aufspannen | mit Spanneisen | | | | | | | 1,5 | | |
| 6 | Obere Fläche hobeln | Schrubbstahl | 2 | 300 | 40 | 9,6 | 0,6 | 8,3 | 1,0 | | |
| 7 | Abspannen | | | | | | | | 0,5 | | |
| 8 | Aufspannen | mit Spanneisen | | | | | | | 1,5 | | |
| 9 | Mittlere Fläche hobeln | Rundstahl | 1 | 300 | 160 | 9,6 | 0,6 | 16,6 | 2,0 | | |
| 10 | 1. Schräge hobeln | Eckstahl | 3 | 300 | ca. 36 | 9,6 | 0,4 | 16,8 | 3,0 | | |
| 11 | 2. Schräge hobeln | „ | 3 | 300 | ca. 36 | 9,6 | 0,4 | 16,8 | 3,0 | | |
| 12 | Abspannen | | | | | | | | 0,5 | | |
| | | | | | | | | 79,3 | | | |
| 5% Zuschlag auf Laufzeit | | | | | | | | 3,9 | | | |
| | | | | | | | | 83,2 | | | |
| 5% Zuschlag auf Handzeit | | | | | | | | | 0,7 | | |
| | | | | | | | | | 15,5 | | |
| | | | | | | | | | | 21 | |

Zeit für 1 Stek. = 83,2 + 15,5 = 98,7 Min.
Hierzu 1/3 von Serienzeit = 21 : 3 = 7,0 „

Gesamtzeit pro Stek. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = 105,7 Min.

Ausgestellt am: | Geprüft am:

XXI. Die Stoßmaschine.

Genau wie bei den Shapingmaschinen unterscheidet man 2 Arten von Vertikal-Stoßmaschinen und zwar:

- a) Maschinen mit stets gleichbleibenden Schnittgeschwindigkeiten und konstanter Rücklaufgeschwindigkeit bei jeder Hublänge.
- b) Maschinen mit bestimmten minutlichen Doppelhüben, bei denen sich die Geschwindigkeit je nach Hublänge bei gleichen Doppelhüben ganz erheblich verschiebt.

Die Berechnungsart ist also genau dieselbe wie bei der Shapingmaschine. Es erübrigt deshalb, nochmalige Erläuterungen hierüber zu geben.

Einwandfreie Berechnungen für Arbeiten an Stoßmaschinen können wiederum nur dann erfolgen, wenn die Leistungsfähigkeiten der einzelnen Maschinen bekannt sind und direkt nach der Maschine kalkuliert wird.

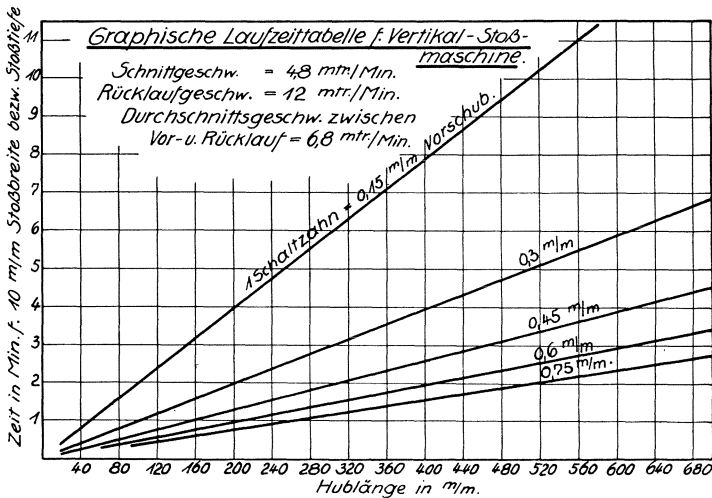


Abb. 67.

Als Durchschnittswerte für Schnittgeschwindigkeit können bei der Stoßmaschine dieselben Werte, wie bei der Shapingmaschine angeführt, angenommen werden. Nur die Vorschübe pro Doppelhub sind beim Stoßen etwas geringer. Beim Nutzenstoßen wird in der Regel der geringste Vorschub eingesetzt und beträgt meist 1 Schaltzahn pro Doppelhub.

Es sei hier noch ein Beispiel einer schweren Stoßmaschine angeführt:

Diese Maschine hat 2 für alle Hublängen gleichbleibende Schnittgeschwindigkeit von 4,8 m/Min. und 7,2 m/Min. Die Rücklaufgeschwindigkeit ist in beiden Fällen dieselbe und beträgt 12 m/Min. Die Durch-

schnittsgeschwindigkeiten, wie bei der Shapingmaschine zu berechnen, betragen 6,8 und 9 m/Min. Die Vorschübe betragen pro Doppelhub und Schaltzahn 0,15 mm, für 2 Zähne 0,3 mm usw. Die größte Hublänge ist 650 mm.

Die beiden graphischen Zeittabellen, Abb. 67 und 68, sind nach der eben beschriebenen Stoßmaschine berechnet. Die Vorschübe sind von

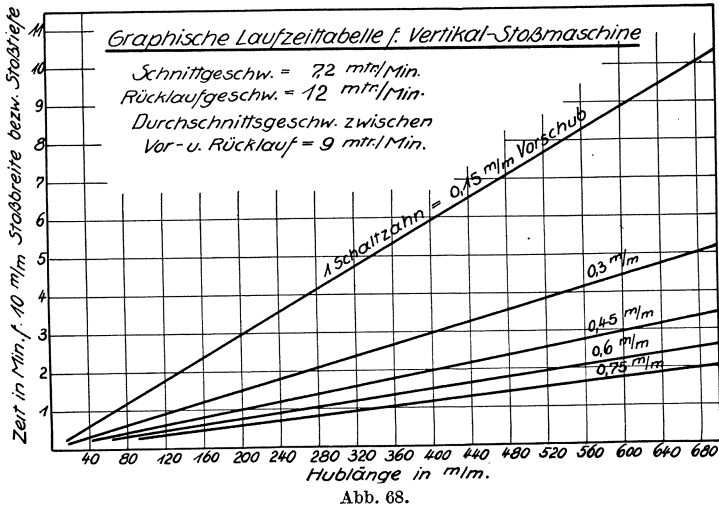


Abb. 68.

1 bis 5 Schaltzähne eingezeichnet. Das Ablesen geschieht genau wie bei den übrigen Tabellen. Desgleichen ist auch die Gesamtlaufzeit zu berechnen. Für Stoßmaschinen mit bestimmten minutlichen Doppelhuben lege man vorteilhaft Schnittgeschwindigkeitstabellen und Zeittabellen, wie bei Shapingmaschinen beschrieben, an.

Kalkulationsbeispiel für Stoßmaschine.

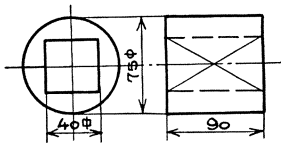


Abb. 69.

25 Gleitbüchsen aus Einsatzstahl laut Abb. 69 Vierkant auf genaues Maß stoßen.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Stoßmaschine betrage 9 m/Min.

Der Vorschub sei 0,3 mm.

Schnittzahl pro Fläche = 3.

Hublänge sei 100 mm.

Die Laufzeit ist nach der graphischen Tabelle zu rechnen.

Laut Tabelle ist die Laufzeit für 100 mm Hublänge, 10 mm Stoßbreite und 0,3 mm Vorschub = 0,75 Min.

Für 40 mm Breite = $0,75 \cdot 4 = 3$ Min.

Für 3 Schnitte = $3 \cdot 3 = 9$ Min.

Für 4 Flächen = $4 \cdot 9 = 36$ Min. Gesamtlaufzeit.

Für Schnitt anstellen und messen sei pro Span 0,5 Min. gerechnet.

Für Stahl einspannen und ausrichten sei 1,5 Min. gerechnet.

Kalkulationsblatt.

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Zeit- und Bearbeitungsplan für: | Gegenstand: Gleitbüchse | Zeichnung Nr.: Skizze |
| Stoßmaschine | Material: Einsatzstahl | Stek. Zahl/Einheit: 25 |
| | Type: | Maschinen-Nr.: |

| Rohgewicht:..... Fertiggewicht:..... | | Schnitteinstellung | | | | | | | Zeitaufwand | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------|--------------|---------------|------------------|-----------|----------|-------------|------------|--|
| Op.-Nr. | Arbeitsfolge | Werkzeuge | Schnittzahl | Bearb.-Länge | Ø oder Breite | Schnittgeschw. m | Vor-schub | Laufzeit | Handzeit | Serienzeit | |
| 1 | Maschine einrichten | | | | | | | | | 20 | |
| 2 | Aufspannen u. 4 mal ausrichten à 1,5' | Spezialfutter Stoßstahl | | | | | | | | | |
| 3 | Stoßen (4 Flächen) | | 12 | 100 | 40 | 9 | 0,3 | 36,0 | 6,0 | 1,5 | |
| 4 | Abspannen | | | | | | | | 6,0 | | |
| | | | | | | | | | 0,3 | | |
| | | | | | | | | 36,0 | 12,3 | 21,5 | |
| | | | | | | | | 1,8 | | | |
| | | | | | | | | 37,8 | | | |
| | | | | | | | | | 0,6 | | |
| | | | | | | | | | 12,9 | | |

Zeit für 1 Stek. = $37,8 + 12,9 = 50,70$ Min.

Hierzu $\frac{1}{10}$ von Serienzeit pro Stek. = $21,5 : 10 = 2,15$ „

Gesamtzeit pro Stek. ohne Zuschlag für Akkordverdienst = $52,85$ Min.

Ausgestellt am: Geprüft am:

XXII. Festlegung der Arbeitszugaben.

(Rohmaterial.)

In vielen Betrieben wird heute noch auf Bearbeitungszugaben an Rohmaterialien viel zu wenig Wert gelegt. Es werden dadurch ganz erhebliche Summen an Materialverlust verschlungen und außerdem in den meisten Fällen die Bearbeitungszeiten verlängert.

Es ist deshalb für eine wirtschaftliche und rationelle Fabrikation unbedingt erforderlich, die Bearbeitungszugaben so zu bestimmen und festzulegen, daß unnötige Übermaße vermieden bleiben. Hauptsächlich Fabriken mit Serienfabrikation dürften derartige Festlegungen nicht schwer fallen, während man in Betrieben mit Einzelfabrikation auf größere Schwierigkeiten stößt.

Nachfolgende Aufstellung über normale Arbeitszugaben für die Praxis diene als Beispiel.

Tabelle 42. Normale Arbeitszugaben an Rohmaterial.

| | | Fräsen mm | Flächen- schleifen mm | Drehen und Sonstiges mm |
|----|-----------------------------------|--------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 1 | Grauguß außen | 3 ÷ 4 | 1 ÷ 2 | 3 ÷ 4 |
| 2 | Graugußzylinder | | | 4 ÷ 6 ÷ 8 je nach \varnothing |
| 3 | Grauguß innen | 4 ÷ 6 | | 3 ÷ 5 |
| 4 | Stahlguß außen | 3 ÷ 4 | 1 ÷ 2 | 4 ÷ 5 |
| 5 | Stahlguß innen | 4 ÷ 6 | | 5 ÷ 6 |
| 6 | Rotguß außen | 1 ÷ 2 | $\frac{1}{2}$ ÷ 2 | 2 ÷ 3 |
| 7 | Rotguß innen | | 1 ÷ 2 | 2 ÷ 3 |
| 8 | Aluminium außen | 4 ÷ 5 | 1 ÷ 1½ | 3 ÷ 4 |
| 9 | Aluminium innen | 4 ÷ 5 | | 3 ÷ 4 |
| 10 | Stangenmaterial roh | | 0,8 ÷ 1,2 | 2 ÷ 5 |
| 11 | Stangenmaterial gezogen | | 0,3 ÷ 0,5 | $\frac{1}{2}$ ÷ 2 |
| 12 | Preßstücke | 1 ÷ 2 | 1 | 2 ÷ 3 |
| 13 | Gesenk-Schmiedestücke | | 1 ÷ 2 | 3 ÷ 5 |

Neuzeitliche Vorkalkulation im Maschinenbau. Von **Fr. Hellmuth**, Techn. Chefkalkulator, Zürich, und **Fr. Wernli**, Betriebsingenieur, Baden. Mit 128 Abbildungen im Text und zahlreichen Tabellen. V, 219 Seiten. 1924. Gebunden RM 11.—

Die Vorkalkulation im Maschinen- und Elektromotorenbau nach neuzeitlich-wissenschaftlichen Grundlagen. Ein Hilfsbuch für Praxis und Unterricht von Ingenieur **Friedrich Kresta**, technischer Kalkulator. Zweite, vollständig umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit etwa 110 Abbildungen, etwa 78 Tabellen und 5 logarithmischen Tafeln. Erscheint im Herbst 1927.

Die Nachkalkulation nebst zugehöriger Betriebsbuchhaltung in der modernen Maschinenfabrik. Für die Praxis bearbeitet unter Zugrundelegung von Organisationsmethoden der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G., Berlin. Von **J. Mundstein**. Mit 30 Formularen und Beispielen. VI, 78 Seiten. 1920. RM 2.40

Die Kalkulation in Maschinen- und Metallwarenfabriken. Von Ingenieur Oberlehrer **Ernst Pieschel**. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 214 Textfiguren und 27 Musterformularen. VIII, 258 Seiten. 1920. Gebunden RM 6.70

Betriebskosten und Organisation im Baumaschinenwesen. Ein Beitrag zur Erleichterung der Kostenanschläge für Bauingenieure mit zahlreichen Tabellen der Hauptabmessungen der gangbarsten Großgeräte. Von Dipl.-Ing. Dr. **Georg Garbotz**, Privatdozent an der Technischen Hochschule Darmstadt. Mit 23 Textabbildungen. IV, 124 Seiten. 1922. RM 4.20

Grundlagen der Betriebsrechnung in Maschinenbauanstalten. Von **Herbert Peiser**, Direktor der Berlin-Anhaltischen-Maschinenbau-A.-G. Zweite, erheblich erweiterte Auflage. Mit 5 Textabbildungen. VI, 216 Seiten. 1923. RM 6.60; gebunden RM 8.—

Fabrikorganisation, Fabrikbuchführung und Selbstkostenberechnung der Ludw. Loewe & Co. A.-G., Berlin. Mit Genehmigung der Direktion zusammengestellt von **J. Lilienthal**. Dritte, von **Wilhelm Müller** revidierte und ergänzte Auflage. Mit einem Geleitwort von Prof. Dr.-Ing. **G. Schlesinger**, Berlin. Mit 133 Formularen. X, 200 Seiten. 1925. Gebunden RM 18.—

Grundlagen der Fabrikorganisation. Von Dr.-Ing. **Ewald Sachsenberg**, o. Professor an der Technischen Hochschule Dresden. Dritte, verbesserte und erweiterte Auflage. Mit 66 Textabbildungen. VIII, 162 Seiten. 1922. Gebunden RM 8.—

Die Selbstkostenberechnung im Fabrikbetriebe. Eine auf praktischen Erfahrungen beruhende Anleitung, die Selbstkosten in Fabrikbetrieben auf buchhalterischer Grundlage zutreffend zu ermitteln. Von **O. Laschinski**. Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage. V, 138 Seiten. 1923. RM 3.50; gebunden RM 4.50

Einführung in die Organisation von Maschinenfabriken

unter besonderer Berücksichtigung der Selbstkostenberechnung. Von Dipl.-Ing. **Friedrich Meyenberg**, Berlin. Dritte, umgearbeitete und stark erweiterte Auflage. XIV, 370 Seiten. 1926. Gebunden RM 18.—

Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure.

Band I: **Der Austauschbau** und seine praktische Durchführung. Bearbeitet von Prof. Dr. **G. Berndt**, Obering. **Th. Damm**, Obering. **C. W. Drescher**, Obering. **G. Frenz**, Obering. **M. Gohlke**, Prof. **K. Gottwein**, Obering. **K. Gramenz**, Direktor Dr.-Ing. e. h. **E. Huhn**, Dr.-Ing. **O. Kienzle**, Obering. **G. Leifer**, Direktor Dr.-Ing. e. h. **J. Reindl**. Herausgegeben von Dr.-Ing. **Otto Kienzle**. Mit 319 Textabbildungen und 24 Zahlentafeln, VIII, 320 Seiten. 1923. Gebunden RM 8.50

Band II: **Lehrbuch der Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten**. Von **Kurt Hegner**, Oberingenieur der Ludwig Loewe & Co. A.-G., Berlin. Erster Band: **Systematische Einführung**. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 107 Bildern. Erscheint im Juli 1927.

Band III: **Spanabhebende Werkzeuge für die Metallbearbeitung** und ihre Hilfseinrichtungen. Bearbeitet von Direktor **R. Bussien**, Obering. **A. Cochius**, Prokurist **K. Gildenstein**, Ing. **E. Herbst**, Direktor **W. Hippeler**, Dr.-Ing. **R. Koch**, Ing. **H. Mauck**, Direktor Dr.-Ing. e. h. **J. Reindl**, Prof. Dr.-Ing. **O. Schmitz**, Dipl.-Ing. **E. Simon**, Prof. **E. Toussaint**. Herausgegeben von Dr.-Ing. e. h. **J. Reindl**, Techn. Direktor der Schuchardt & Schütte A.-G. Mit 574 Textabbildungen und 7 Zahlentafeln. XI, 455 Seiten. 1925. Gebunden RM 28.50

Band IV: **Spanlose Formung**. Schmieden, Stanzen, Pressen, Prägen, Ziehen. Bearbeitet von Dipl.-Ing. **M. Evers**, Dipl.-Ing. **F. Großmann**, Dir. **M. Lebeis**, Dir. Dr.-Ing. **V. Litz**, Dr.-Ing. **A. Peter**. Herausgegeben von Dr.-Ing. **V. Litz**, Betriebsdirektor bei A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel. Mit 163 Textabbildungen und 4 Zahlentafeln. VI, 152 Seiten. 1926. Gebunden RM 12.60

Mathematisch - graphische Untersuchungen über die Rentabilitätsverhältnisse des Fabrikbetriebes.

Von Ingenieur **Reinhard Hildebrandt**. Mit 31 Abbildungen im Text und auf 7 Tafeln. VII, 79 Seiten. 1925. RM 5.10; gebunden RM 6.60

Die Taxation maschineller Anlagen.

Von Dr. **Felix Moral**, Zivilingenieur und beedigter Sachverständiger. Dritte, neubearbeitete und vermehrte Auflage. IV, 89 Seiten. 1922. RM 3.80; gebunden RM 5.—

Die Abschätzung des Wertes industrieller Unternehmungen.

Von Dr. **Felix Moral**, Zivilingenieur und beedigter Sachverständiger. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. VIII, 160 Seiten. 1923. RM 4.—; gebunden RM 5.—

Revision und Reorganisation industrieller Betriebe.

Von Dr. **Felix Moral**, Zivilingenieur und beedigter Sachverständiger. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. IX, 138 Seiten. 1924. RM 3.60; gebunden RM 4.50