

Zeitstudien bei Einzelfertigung

Von

Dr.-Ing. Hans Kummer

Mit 41 Textabbildungen



Berlin
Verlag von Julius Springer
1926

ISBN-13: 978-3-642-98462-4
DOI: 10.1007/978-3-642-99276-6

e-ISBN-13: 978-3-642-99276-6

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

Vorwort.

Wenn man vom Zeitstudium und von Zeitaufnahmen als einem jungen Zweig moderner Betriebswissenschaft spricht, so ist damit nicht die Zeitbeobachtung schlechthin gemeint. Die Zeitbeobachtung zum Zwecke der Stückpreis- bzw. der Stückzeitermittlung im Gegensatz zur bloßen Schätzung gibt es — insbesondere wohl in der Massenfertigung —, so lange es den Stücklohn gibt.

Jedoch die fast stets größere Genauigkeit der Stückzeitbestimmung und die genaue schriftliche Wiedergabe des Arbeitsganges, die lückenlose Beobachtung des Arbeitsganges während seiner Ausführung durch einen Fachmann, die gründliche, kritische und systematische Durcharbeitung des Arbeitsganges vor der Zeitaufnahme und nachher auf Grund der Zeitaufnahme zwecks Verbesserungen, das ist das Neue, das in der Methode des sogenannten Zeitstudiums liegt.

Die Literatur, die bisher auf dem Gebiete des Zeitstudiums vorliegt, setzt meist die Verhältnisse der Serien- und Massenfertigung voraus, wo ja von den verschiedenen Methoden, die es für die Stückzeitbestimmung gibt, die Zeitaufnahme an Bedeutung am meisten hervortritt, wo aber durchaus nicht in allen Punkten die gleichen Gesichtspunkte zu berücksichtigen und die gleichen Wege einzuschlagen sind wie in der Einzelfertigung. Die bisher vorliegenden gelegentlichen Hinweise und einzelnen Abschnitte für Einzelfertigung behandeln das Zeitstudium bei Einzelfertigung noch nicht in erschöpfender Weise.

Eine erschöpfende Behandlung des gesamten Gebiets der Zeitstudien bei Einzelfertigung kann und will das vorliegende Buch nicht geben; es soll nur ein Beitrag dazu sein, und zwar ein wesentlich ausführlicherer Beitrag als sie bis jetzt vorliegen.

Das Buch baut sich unmittelbar auf der Praxis auf. Es enthält Erfahrungen und Ergebnisse, die der Verfasser bei der Einführung und später bei der dauernden Durchführung von Zeitstudien in einem Werk des Maschinenbaues gesammelt hat und zwar meist bei selbst vorgenommenen Zeitaufnahmen. Besonders berücksichtigt sind auch die Punkte, die in der Literatur bisher allgemein noch nicht behandelt wurden bzw. für die in der Literatur bisher andere Lösungen angegeben waren als sie sich in dem vorliegenden Fall als zweckmäßig erwiesen.

Wenn auch die wiedergegebenen Tabellenwerte des Buches zunächst nur Gültigkeit haben für die Verhältnisse des Werkes, in dem die Zeitaufnahmen vorgenommen wurden, so wird es doch infolge der genauen Wiedergabe der Entwicklung der Tabellen leicht möglich sein, auch für andere Werke die Zahlen ganz oder teilweise zu verwerten.

Nürnberg, im Juli 1926.

H. Kummer.

Inhaltsverzeichnis.

I. Einleitungen.

A. Entwicklung des früheren Zeitakkordsystems im untersuchten Werk	1
B. Fertigungsart im untersuchten Werk	3
C. Worauf beruhen die Unterschiede in der Handhabung der Zeitstudien je nach der Fertigungsart	4

II. Die Zeitaufnahme.

A. Der bestmögliche Vorgang	6
B. Allgemeine Erklärung und Zweck der Zeitaufnahme	8
C. Zeitliche Teilung der Zeitaufnahme	8
D. Aufgaben des Zeitbeobachters	9
1. Festhalten des bestmöglichen Vorgangs	9
a) Vom Arbeiter unabhängige Momente	9
b) Vom Arbeiter abhängige Momente	9
2. Genaue Wiedergabe des Arbeitsganges	12
a) Unterteilung in Griffe	12
b) Wiedergabe der Arbeitsdaten außer Zeiten	13
E. Arbeiter und Ort für Zeitaufnahme	13
F. Niederschrift der Zeitaufnahme	13
G. Der Beobachtungsbogen	16
H. Genauigkeit der Zeitmessung	18
I. Beispiel für die Vornahme einer Zeitaufnahme	18
1. Vorbereitung der Zeitaufnahme	18
a) Zusammentragen allgemeiner Unterlagen	18
b) Verwertung früherer Aufnahmen	19
c) Vorrationalisierung	19
d) Gegenwart des Meisters	21
2. Durchführung der Zeitaufnahme	22
a) Verhalten des Beobachters	22

III. Die Auswertung.

A. Vergleiche mit Massenfertigung	23
B. Auswertung bei Einzelfertigung	26
1. Griffgruppen	26
2. Zusammenfassung in Arbeitsstufen	27
3. Der Auswertungsbogen	29

4. Graphische Zusammenstellungen	29
a) Verlustzeiten	29
b) Akkordzeittabellen gesamt	32
c) Bestandteile der Akkordzeittabellen.	34
Die Vergleichszahl der Schnittzeiten	35
5. Untersuchung auf Betriebsverbesserungen	37
6. Ermittlung der Stückzeiten	37
a) Fremdzeiten	37
b) Feststellung des bestmöglichen Vorgangs	38
c) Verlustzeitabzüge und -zuschläge	38
d) Qualität des Arbeiters.	38
C. Beispiel für die Auswertung einer Zeitaufnahme	39
1. Griffzeiten in Griffgruppen eintragen	39
2. Ermittlung des bestmöglichen Vorgangs	55
3. Zusammenfassung in Arbeitsstufen	55
4. Ermittlung der Aufnahmestückzeiten	55
5. Schnittzeiten	56
6. Graphische Eintragungen	56
7. Verbesserungsvorschläge	57

IV. Normzeittabellen.

A. Allgemeine Gesichtspunkte	57
1. Die Wirtschaftlichkeit der Normzeittabellen	58
2. Die Verlustzeiten	59
B. Aufstellung von Normzeittabellen.	61
1. Normzeittabelle: Vorgegossene Bohrungen drehen	61
a) Vorhandenes Material	61
b) Geltungsbereich	61
c) Die zu berücksichtigenden Tätigkeiten	62
d) Das Berechnungsschema	62
α) Hauptzeiten	63
β) Nebenzeiten	65
γ) Zeiten für Schaben	65
δ) Zuschlagszeiten	65
e) Tabellenberechnung	65
f) Kritik der Tabelle und Aufnahmen	66
α) Gesichtspunkte	66
β) Ergebnisse der kritischen Betrachtung	69
g) Praktische Anwendbarkeit der Tabelle	70
2. Normzeittabelle: Stirnflächen drehen	70
a) Vorhandenes Material	70
b) Geltungsbereich	72
c) Die zu berücksichtigenden Tätigkeiten	72
d) Das Berechnungsschema	72
α) Hauptzeiten	73
β) Nebenzeiten	75
γ) Zuschlagszeiten	76
e) Tabellenberechnung	76
f) Kritik der Tabelle und Aufnahmen	80
g) Praktische Anwendbarkeit der Tabelle	82

3. Normzeittabelle: Bohren großer Lochtiefen (Verkürzte Entwicklung)	82
a) Geltungsbereich	82
b) Die zu berücksichtigenden Tätigkeiten	83
c) Das Berechnungsschema	83
α) Hauptzeiten	83
β) Nebenzeiten	84
γ) Zeiten für Späne aus Bohrloch holen	84
δ) Zuschlagszeiten	86
d) Tabellenberechnung	86
e) Kritik der Tabelle und Aufnahmen	88
C. Bedeutung der Gemeinschaftsarbeit	89
1. Mängel der Normzeittabellen	89
a) Infolge der Art des Vorgehens	89
b) Fehlen des Vergleichsmaßstabes	90
c) Der Beobachter ist noch nicht geschult	90
2. Praktische Schwierigkeiten für den idealen Aufbau	90
3. Abhilfe durch Gemeinschaftsarbeit	91
4. Vorläufige Annäherung	91

V. Rationalisierung.

A. Die Rationalisierung in der besprochenen Aufnahme- und Auswertungsmethode	93
B. Die Vorrationalisierung	93
C. Die Rationalisierung nach der Zeitaufnahme	94

VI. Ideale Forderungen des Zeitstudiums und ihre praktische Durchführbarkeit.

VII. Der Tabellenfaktor.

Anhang	112
------------------	-----

I. Einleitungen.

A. Entwicklung des früheren Zeitakkordsystems im untersuchten Werk.

Als in dem vorliegenden Werk die Einführung von Zeitstudien vorgenommen wurde, bestand bereits ein ausgebautes Akkord- und Vorkalkulationssystem. Um den nach dem Kriege einsetzenden dauernden Lohnsteigerungen in möglichst einfacher Weise Rechnung zu tragen, war das Zeitakkordsystem angewendet worden. Danach setzt sich der dem Arbeiter zu zahlende Akkordpreis aus 2 Faktoren zusammen, deren einer die von der Geldentwertung unabhängige, jedoch nach Art und Bearbeitung der Werkstücke verschiedene Arbeitszeit ist und deren zweiter der vom Werkstück unabhängige und nur von der Geldentwertung, tariflichen und sonstigen Vereinbarungen abhängige Verdienst in der Zeiteinheit ist.

Akkordpreis (C) = Minutenverdienst (A) \times Arbeitszeit in Minuten (B).

$$C = A \times B.$$

Hierbei sind die Werte B durch tarifliche Abmachungen festgelegt.

Die Ermittlung der Arbeitszeiten A geschieht zentral in der Vorkalkulation. Es bestehen hierfür zahlreiche Tabellen in der Form, daß

1. für gewisse mit verschiedenen Abmessungen wiederkehrende Werkstückarten bei gleichartiger Bearbeitung Gebrauchstabellen für Sondervorgänge vorhanden sind, die die gesamte Arbeitszeit für den Arbeitsgang enthalten, z. B. „Büchsen drehen“ (Abb. 1);

2. für andere Werkstücke die Arbeitszeiten eines Arbeitsganges aus Elementen zusammengestellt werden aus entsprechenden Gebrauchstabellen für Elementarvorgänge, z. B. in der Langhobelei, wo für jede zu hobelnde Fläche der entsprechende Tabellenwert eingesetzt wird und ebenso die Auf-, Ab- und Umspannzeiten für sich aus Spannzeitabellen entnommen werden, oder in der Bohrererei, wo die Akkordzeiten für einen Arbeitsgang zusammengesetzt werden aus den für jedes Bohren eines Loches tabellarisch festgesetzten Zeiten sowie den Spann- und Einrichtzeiten;

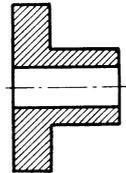


Abb. 1.

3. für viele Akkordzeiten bestehen keine Tabellen, sie sind einzeln festgesetzt worden als Sonderakkorde.

Die Zeittabellen waren meist im Einvernehmen mit den betr. Abteilungsleitern auf Grund deren praktischer Erfahrung aufgebaut, teilweise auch auf Grund von durch Literatur und ebenfalls Werkstatt-erfahrung ermittelten Vorschüben und Geschwindigkeiten rechnerisch bestimmt worden. Letzteres war z. B. in der Fräserei der Fall, wo man ja den Verlauf der Arbeit verhältnismäßig klar übersehen kann und die erforderliche Zeit aus einfachen Formeln errechnen kann. In den Tabellen wurden die Verlustzeiten und ein Teil der Nebenzeiten durch einen allgemeinen Zuschlag von 20% berücksichtigt. Die so mit geschätzten Größen errechneten Tabellen wurden schließlich auf Grund von Besprechungen mit Meistern und Arbeitern noch hier und dort deren Erfahrungswerten angepaßt und so in die Kalkulation und den Betrieb übergeben.

Die Erfahrung lehrte nach teils längerer, teils kürzerer Zeit, daß die nach den Zeittabellen vorgegebenen Arbeitszeiten nicht den in der Werkstatt vom Arbeiter wirklich verbrauchten Arbeitszeiten entsprachen.

Große Abweichungen sind bei dem geschilderten System der Zeitschätzungen unvermeidlich. Auch wenn sie sich im großen und ganzen ausgleichen, wenn also etwa gerade soviel Abweichungen nach oben wie nach unten vorliegen, führen sie zu außerordentlich unerquicklichen und zeitraubenden Lohnstreitigkeiten.

Um die Akkordberechnung auf eine gesunde, auf Wissen und Erfahrung und nicht auf Schätzung und Erfahrung gegründete Unterlage zu bringen, und um die Lohnstreitigkeiten durch objektive Feststellung der tatsächlichen Zeiten immer mehr zu verringern, wurde die Einführung von Zeitstudien vorgenommen.

Daß sich die objektive Feststellung der Zeiten durch Zeitaufnahmen nicht auf eine bloße Feststellung von Minuten und Stunden beschränkte, sondern daß die angewandte Methode der Zeitaufnahmen und ihrer Auswertung die Ermittlung der zur Herstellung der Arbeitsstücke günstigsten Arbeitszeiten ermöglichte unter Einführung von Verbesserungen in fabrikatorischer und betriebstechnischer Hinsicht, trug dazu bei, daß der Weg der wissenschaftlichen und kritischen Zeitstudie als richtig erkannt wurde und die Zeitstudienabteilung immer weitgehender ausgebaut wurde. Auch wurde bewiesen, daß sich nicht nur in einem großen Werk und bei Massen- oder Reihenfertigung die Einführung von Zeitstudien als zweckmäßig erweist, sondern bei entsprechender Durchführung und Auswertung der Zeitaufnahmen auch in mittleren Betrieben¹⁾ und bei Einzelfertigung und kleinen Stückzahlen.

¹⁾ Im vorliegenden Falle etwa 1500 Arbeiter.

B. Fertigungsart im untersuchten Werk.

Die Behandlung des Gebietes der Zeitstudien ist wesentlich abhängig von der Art der Fertigung.

Die Erzeugnisse des untersuchten Werkes fallen unter den „allgemeinen Maschinenbau“. Ein Teil der Erzeugnisse — etwa die Hälfte — wird serienweise gebaut in normalisierten Typen mit Stückzahlen von 4 bis 6 Maschinen, der Rest wird je nach Bestellung einzeln konstruiert und hergestellt. Die Normalisierung der Einzelteile (Lager, Schrauben, Zahnräder usw.) ist soweit durchgeführt, daß die Revolverdreherei, Zahnfräserei, ein Teil der übrigen Fräserei, der Klein- und Mittelbohrerei sowie ein kleiner Teil der Dreherei mit Stückzahlen von etwa 25 bis 50 bei größeren Stückzeiten, von etwa 50 bis 100 bei kleineren Stückzeiten arbeiten, während etwa 33% der Fabrikation — der überwiegende Teil der Dreherei, Hobelei und Großbohrerei — ausgesprochene Einzelfertigung ist. Auch für diese Einzelfertigung liegt eine gewisse Normalisierung vor in der Weise, daß bei vielen Typen von Einzelteilen je nach der Bestellung nur ein oder wenige Maße geändert werden müssen. Die Werkstücke müssen zwar einzeln hergestellt werden, doch ist ein Teil der Bearbeitung immer wieder der gleiche, was für die Schnelligkeit der Arbeitsausführung durch den Arbeiter sowie für evtl. Beschaffung von Vorrichtungen und Lehren von Bedeutung ist. Es liegt ferner eine Spezialisierung der Arbeit in der Richtung vor, daß auf gewissen Maschinen nach Möglichkeit immer wieder die gleiche Art von Werkstücken hergestellt wird, wie etwa auf gewissen Revolverbänken dauernd kleine Räder verschiedener Abmessungen, auf anderen dauernd Schrauben verschiedener Abmessungen, auf bestimmten Drehbänken dauernd Lagerkörper, auf anderen dauernd Spindeln und lange Wellen usw. Die Fabrikation gestattet, daß eine Zuteilung der Arbeit in diesem Sinne im allgemeinen eingehalten werden kann, doch kann sie nicht schematisch anbefohlen werden, sondern ist nur als Richtlinie zu befolgen.

Der in der vorliegenden Arbeit behandelte Stoff entstammt in der Hauptsache Zeitaufnahmen in der Dreherei, wo die Stückzahlen meist 1 bis 6 Stück betragen, sowie in der Hobelei und Großbohrerei (Radialbohrmaschinen) mit Stückzahlen von etwa 1 bis 4.

Nach der Einteilung des „Refa“¹⁾ gehört somit der Stoff dieser Arbeit in das Gebiet der „Einzelfertigung“ und der „kleinen Stückzahlen“.

¹⁾ Refa, Blatt VIII—1. Der „Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung“ (Refa), eine gemeinschaftliche Gründung des Verbandes Deutscher Metallindustrieller und der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure als Untergruppe des Vereins Deutscher Ingenieure, hat nach ausgedehnten Vorarbeiten 1925 eine Mappe mit Unterlagen für eine neuzeitliche Stückzeitrechnung (Refa-Blätter) für spanabhebende Formung in neuer Auflage herausgebracht. Auf diese Refa-Blätter beziehen sich alle Refa-Hinweise dieses Buches.

C. Worauf beruhen die Unterschiede in der Handhabung der Zeitstudien je nach der Fertigungsart?

Das Ziel der Zeitstudien ist stets das gleiche, es ist unabhängig von der Fertigungsart und kann kurz in folgendem zusammengefaßt werden:

1. Ermittlung der tatsächlichen Arbeitszeiten für Vor- und Nachkalkulation,
2. Aufdeckung von Mängeln und Einführung von Verbesserungen in betrieblicher und organisatorischer Hinsicht.

Verschieden je nach der Fertigungsart, von der Massenfertigung bis zur Einzelfertigung ist der Weg, auf dem die ebenerwähnten Ziele angestrebt werden.

Der grundlegende Unterschied ist, daß sich der gleichmäßigere Arbeitsvorgang bei der Massenfertigung besser übersehen läßt und nicht so häufigen Schwankungen ausgesetzt ist wie bei der Einzelfertigung; auch lohnt sich das Eindringen in Einzelheiten und damit deren genaue Erforschung und die Vornahme von Verbesserungen in weit mehr Fällen.

Daraus ergeben sich die folgenden einzelnen Gesichtspunkte, die den Unterschied in der Handhabung der Zeitstudien bei Einzel- und Massenfertigung bedingen:

1. Betr. die Ermittlung der tatsächlichen Arbeitszeiten:

Einzelfertigung und kleine Stückzahlen:

a) Die Arbeitszeiten werden in der Vorkalkulation meist zusammengesetzt aus Gebrauchstabellen für Elementarvorgänge, oft Sondertabellen entnommen, manchmal bestehen Sonderakkorde.

Massenfertigung:

Die Arbeitszeiten werden in der Vorkalkulation oft Sondertabellen entnommen, meist bestehen Sonderakkorde.

Solche Elementarvorgänge sind: Aufspannen, Flächen hobeln, seitlich abstechen an Hobelmaschinen, Eck scharf hobeln, Nut einstechen oder Bohrungen drehen, Stirnflächen drehen, langdrehen, Auskesselung drehen.

Sondertabellen sind: Büchsen drehen, Kegelhäder drehen, Stirnräder von bestimmter Form drehen.

Sonderakkorde sind: Bohren des Fundaments 65 352, Drehen der Kurbel 776 895.

Die Reihe „Zeittabellen für Elementarvorgänge, Sondertabellen, Sonderakkorde“ stellt eine fortschreitende Entwicklung in der Richtung dar, daß das folgende Glied stets ein tieferes Eindringen in die Eigenschaften und Eigenheiten des besonderen Falles bedingt, so daß man

sich nach oben Erwähntem bei der Einzelfertigung mehr im ersten Teil der Reihe bewegt, bei der Massenfertigung mehr im letzten Teil.

Dieser Punkt bedingt für die Durchführung der Zeitstudien, daß bei Einzelfertigung der Aufstellung von Zeiten für die in den verschiedensten Zusammenstellungen wiederkehrenden Elementarvorgänge besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden ist.

b) Die gesamte Arbeitszeit je Stück ist bei Einzelfertigung und kleinen Stückzahlen von der herzustellenden Stückzahl viel stärker abhängig als bei der Massenfertigung, wo die Stückzahl hierfür oft gar keine Rolle spielt.

Die auf ein Stück entfallende Arbeitszeit ändert sich, auch abgesehen von der in den meisten Fällen notwendigen und besonders zu behandelnden Einrichtezeit, je nachdem, ob 1, 3 oder 5 bis 6 Stück nacheinander bzw. operationsweise nacheinander hergestellt werden und ob der Arbeiter immer den gleichen Gegenstand herstellt oder nicht. Die Einarbeitung des Arbeiters bis zu einem gewissen „Arbeitsrhythmus“ bedingt, wenn man sich der Einzelfertigung nähert, oft erhebliche Schwankungen in der Arbeitszeit und muß bei kleinen Stückzahlen berücksichtigt werden.

Die Berücksichtigung dieses Punktes für die Durchführung von Zeitstudien kann dadurch erfolgen, daß die Zeiten unabhängig von der jeweils herzustellenden Stückzahl einheitlich für eine durchschnittliche Stückzahl festgesetzt werden (z. B. für 2 bis 4), und daß bei höheren oder niedrigeren Stückzahlen ein prozentualer Zuschlag oder Abzug bei den Zeiten verrechnet wird, der der „Einarbeitung“ des Arbeiters Rechnung trägt.

c) Die als zulässig anzusehenden Schwankungen der Arbeitszeiten sind bei der Einzelfertigung bedeutend größer als bei der Massenfertigung.

Hierauf ist bei der kritischen Untersuchung der Zeiten, wie sie später vorgenommen wird, Rücksicht zu nehmen.

2. Betr. die Einführung von Verbesserungen ergeben sich folgende Gesichtspunkte, die einen Unterschied in der Handhabung der Zeitstudien bei Einzel- und Massenfertigung bedingen:

Bei der Beseitigung von Mängeln, bei der Einführung von Verbesserungen in der Organisation und Fabrikation, bei der Annäherung an die beste Arbeitsweise sowie bezüglich der für die Zeitvorbestimmung aufzuwendenden Mittel wird die hierbei stets zu stellende Frage: „Lohnt es sich?“, die Frage nach der Wirtschaftlichkeit bei Einzelfertigung oft ganz anders beantwortet werden als bei Massenfertigung. Hier muß stets der Gesamtwirtschaftlichkeitsgrad berücksichtigt werden. Dieser ist nicht nur abhängig von der prozentualen Zeitersparnis, die für einen oder für mehrere Arbeitsgänge durch die Verbesserung erreicht wird, sondern auch davon, wie oft von der Verbesserung Gebrauch gemacht wird.

In der vorliegenden Arbeit soll die Handhabung der Zeitstudien bei Einzelfertigung und kleinen Stückzahlen und eine für deren Verhältnisse zweckmäßige Methode besprochen werden, wobei nur die Zeitstudien im mechanischen Betrieb berücksichtigt sind.

II. Die Zeitaufnahme.

A. Der bestmögliche Vorgang.

Der „bestmögliche“ Vorgang ist der Vorgang, der nach der Vorrationalisierung¹⁾ den Verhältnissen (Werkzeug, Maschine, Werkstück, Betriebsverhältnisse, Eigenschaften des Arbeiters) entspricht, wie sie zur Zeit der Aufnahme gerade vorliegen unter ihrer höchsten Ausnutzung bei Berücksichtigung der Gesamtwirtschaftlichkeit des Werkes. Dabei ist es gleichgültig, ob diese Verhältnisse bei der Aufnahme besonders günstig oder ungünstig sind.

Die Berücksichtigung der Gesamtwirtschaftlichkeit des Werkes bezieht sich auf Dauerleistung von Maschine, Arbeiter und Werkzeug, auf allgemeine Gesichtspunkte, wie z. B. die Inanspruchnahme von Maschinen und Vorrichtungen durch dringendere Arbeiten, manchmal bezieht sie sich auch auf Umstände, die den vorliegenden Arbeitsgang überhaupt nicht beeinflussen, wie z. B. bei Fräsarbeiten der Zeitaufwand für Nachschleifen des Fräsers in der Schleiferei.

Beim bestmöglichen Arbeitsgang können größere Verlustzeiten und Mängel eintreten, wenn diese durch die Organisation oder besondere Verhältnisse im betr. Werk bedingt sind, Verlustzeiten z. B. für Lehren holen, wenn nicht genügend vorhanden sind, um sie dauernd in der Werkzeugausgabe vorrätig zu haben, oder für Wartezeiten auf den Kran, wenn mehrere Maschinen im gleichen Kranfeld diesen gleichzeitig benötigen.

Der bestmögliche Vorgang braucht nicht der normale Vorgang zu sein; den normalen Verhältnissen wird bei der Auswertung Rechnung getragen.

Folgende Beispiele mögen zur Erläuterung des Begriffes „bestmöglicher Vorgang“ dienen:

1. Beispiel :

Es handelt sich um das Eindrehen von Wellenansätzen auf Fertigmaß nach Grenzlehren (ohne nachträgliches Schleifen). Es sind 2 Werkstücke zu bearbeiten. Die Arbeitsstücke sind von Lohnarbeitern zur Drehbank gebracht und werden von

¹⁾ Nach Abschnitt V, B ist die Vorrationalisierung die Durchführung der bereits bei der Vorbereitung der Zeitaufnahme als lohnend und leicht durchführbar erkennbaren Verbesserungsmöglichkeiten.

dort wieder abgeholt. Die vorgegebene Stückzeit für 1 Werkstück beträgt 30 Minuten. Einrichtezeit wird nicht berechnet, da auf der Drehbank dauernd Wellen ähnlicher Abmessungen gedreht werden. Die Arbeit geht folgendermaßen vor sich: Der Dreher geht zur Werkzeugausgabe, um die notwendigen Lehren — 2 Rachenlehren — zu holen. Er erfährt dort, daß von der einen benötigten Sorte zufällig alle ausgegeben sind. Der Dreher läßt sich die Nummern der Arbeiter geben, bei denen sich die Lehren befinden und versucht, für die kurze Zeit eine zu erhalten. Der erste Arbeiter, den der Dreher zu diesem Zwecke aufsucht, ist ausgetreten. Der Dreher wartet und geht schließlich zu einem anderen. Hier erhält er die Lehre. Er kommt an seinen Arbeitsplatz zurück. Der Zeitaufwand bis hierher beträgt 16 Minuten. Das folgende Eindrehen der Wellen geht ohne Zwischenfall vor sich, der Dreher erfüllt in jeder Weise seine Schuldigkeit, nutzt die Maschine aus, arbeitet flott und zweckmäßig und beendet die Arbeit nach einem weiteren Zeitaufwand von 64 Minuten, im ganzen also 80 Minuten.

Der beste Vorgang würde sich dadurch von dem geschilderten unterscheiden, daß dem Dreher die Lehren mit den Werkstücken an die Bank geliefert würden. Der beobachtete Fall ist ein zufällig ungünstiger, im Durchschnitt braucht der Dreher 4 Minuten, um sich einmal Lehren zu holen, und die bisherigen Erfahrungen beweisen, daß der Vorrat an diesen Lehren im allgemeinen ausreicht.

Im Sinne der Zeitaufnahme für das vorliegende Werk ist der Vorgang als bestmöglicher Vorgang anzusehen. Der erwähnte Mangel kann wieder eintreten, liegt außerhalb des Einflusses des Drehers und seine Beseitigung kann, da die entstehenden Kosten nicht den zu erreichenden Vorteilen entsprechen würden, als unlohndend oder unwirtschaftlich nicht ins Auge gefaßt werden. In welcher Weise die durch Lehrenholen aufgetretene Verlustzeit bei der auf Grund der Zeitaufnahme zu erfolgenden Berechnung der Akkordzeit berücksichtigt wird, ist Sache der Auswertung und wird später behandelt (Abschnitt III B, 6 c).

2. Beispiel:

Drehen einer Büchse und Einpressen und Fertigbohren der dazugehörigen Rotgußbüchse:

Die Büchse ist am Arbeitsplatz; ein Lohnarbeiter geht ins Magazin, um die dort vorrätige Rotgußbüchse zu holen. Der Dreher I beginnt inzwischen seine Arbeit und dreht die Büchse bis zum Einpressen der Rotgußbüchse und erfährt nun, daß im Magazin die entsprechende Rotgußbüchse nicht mehr vorrätig war, daß sie aber bereits von einem anderen Dreher II hergestellt wird. Der Dreher I kann die Büchse nicht abspannen, da das Ab- und Wiederaufspannen sowie das dann notwendige genaue Zentrieren mehr Zeit in Anspruch nehmen würde als die Wartezeit auf die Rotgußbüchse voraussichtlich betragen wird. Er wartet 12 Minuten, bis die Rotgußbüchse fertig ist und stellt dann die Büchse mit Rotgußbüchse ordnungsmäßig fertig.

Beim besten Vorgang würde die Rotgußbüchse vor Beginn der Arbeit am Arbeitsplatz sein. Im Werk ist angeordnet, daß die verschiedenen Werkstücke, die zu einer Bearbeitung gehören, hier also Büchse und Rotgußbüchse, vor Beginn der Arbeit durch Lohnarbeiter an den Arbeitsplatz gebracht werden. Es sind auch entsprechende Vorkehrungen getroffen, die die Durchführung dieser Vorschrift ermöglichen. Der Dreher I durfte die Arbeit vor Anlieferung der Rotgußbüchse nicht beginnen. Der Arbeitsgang ist nicht der bestmögliche Vorgang. Dieser ist jedoch trotzdem in der Zeitaufnahme nach Ausscheiden der Wartezeit enthalten.

3. Beispiel:

Bohren eines Gestelles aus Stahlguß auf einem Bohrwerk:

An dem Gestell ist ein Lager, dessen Deckel, der beim Bohren aufgeschraubt ist, aus Gußeisen besteht. Zur Bearbeitung der Stirnflächen der Lager ist die Ver-

wendung eines für diesen Fall besonders hergestellten „fliegenden Supportes“ nötig. Die vorgegebene Stückzeit beträgt 1050 Minuten. Bei der Aufnahme ergeben sich folgende Mängel:

- a) Bei einer auszubohrenden vorgegossenen Mulde ist sehr viel Materialzugabe,
- b) Aussparungen an den Seiten der Mulde sind nicht vorgegossen,
- c) bei der Herstellung der Lagerbohrung verursacht das verschiedenartige Material (Lagerkörper aus Stahlguß, Lagerdeckel aus Gußeisen) einen Mehraufwand an Arbeit, da die Bohrung nicht gleich rund wird,
- d) eine Bohrung ist nicht vorgegossen;
- e) der fliegende Support weist Mängel in bezug auf seine Bedienung auf, die Zeitverluste verursachen.

Die Mängel b, c, d, e sind durch einfache konstruktive bzw. Modelländerungen zu beseitigen, was sich bei der Häufigkeit des Werkstücks lohnt. Der Mangel a muß wegen der Eigenart des Werkstücks in Kauf genommen werden. Der bei der Zeitaufnahme erfolgte Vorgang ist wegen b, c, d, e nicht der bestmögliche. Die Zeiten für diesen sind auch aus der Zeitaufnahme nicht zahlenmäßig einwandfrei zu ermitteln, d. h. die infolge b, c, d, e aufgetretenen Verlustzeiten liegen zahlenmäßig nicht fest. — Entsprechend den späteren Ausführungen in II D 1 ist die Zeitaufnahme nach Beseitigung der Mängel b, c, d, e zu wiederholen.

Es ist daran festzuhalten, daß im bestmöglichen Vorgang die Mängel des Werkes enthalten sind, und daß er einer Dauerleistung von Arbeiter, Maschine und Werkzeug entspricht.

B. Allgemeine Erklärung und Zweck der Zeitaufnahme.

Die Zeitaufnahme bildet die Grundlage des immer mehr als zweckmäßig anerkannten Systems der Erfassung der Arbeitszeiten und Rationalisierung der Arbeitsverfahren auf wissenschaftlicher Grundlage. Sie ist eine schriftliche oder bildliche Wiedergabe des Arbeitsganges, die so genau sein muß, als es dem Beobachter oder dem entsprechenden Instrument technisch möglich ist. Sie dient dazu, eine kritische Untersuchung des Arbeitsganges zu ermöglichen, sowie die den normalen Verhältnissen entsprechenden bestmöglichen Arbeitszeiten einwandfrei zu ermitteln.

Die Durchführung der Zeitaufnahme muß sich den jeweiligen Verhältnissen des Werkes anpassen. Bei Einzelfertigung und kleinen Stückzahlen scheiden die Mittel, die eine bildliche Wiedergabe des Arbeitsganges ermöglichen, von vornherein aus. Die Zeitaufnahme wird durch einen Beobachter vorgenommen, und sie muß sich meist darauf beschränken, die Zeiten für wenige, oft nur für ein Arbeitsstück festzustellen.

C. Zeitliche Teilung der Zeitaufnahme.

Die Zeitaufnahme zerfällt zeitlich in zwei Teile:

1. die Vorbereitung und Vorrationalisierung der Aufnahme,
2. die Durchführung der Aufnahme.

An die Zeitaufnahme schließt sich die Büroarbeit an, die Auswertung der Aufnahme.

Die Vorrationalisierung (vgl. Abschnitt V B) ist die Durchführung der bereits bei der Vorbereitung der Zeitaufnahme als lohnend und leicht durchführbar erkennbaren Verbesserungsmöglichkeiten.

D. Aufgaben des Zeitbeobachters.

1. Festhalten des bestmöglichen Vorgangs.

Der Zeitbeobachter hat bei der Zeitaufnahme 2 Aufgaben zu erfüllen:

1. Er hat den bestmöglichen Vorgang zur Durchführung zu bringen oder dafür zu sorgen, daß dieser in einwandfreier Weise aus der Aufnahme ermittelt werden kann.

Dabei wird der Beobachter, besonders in der ersten Zeit seiner Tätigkeit, das Urteil des Meisters in vielen Fällen benötigen.

Es ist zu beachten, daß als Aufgabe des Zeitbeobachters nicht die Forderung gestellt ist, daß der Vorgang bei der Zeitaufnahme der bestmögliche Vorgang ist. In vielen Fällen wird der Zeitbeobachter schwanken, welche von verschiedenen Arbeitsweisen dem bestmöglichen Vorgang entspricht; z. B. wenn es sich um das Langdrehen langer, dünner Wellen handelt, kann der Beobachter im Zweifel sein, ob es vorteilhafter ist, die Welle mit großem Vorschub zu drehen und dabei ein Verziehen der Welle trotz mitlaufender Lünette und ein öfteres Nachrichten in Kauf zu nehmen oder die Welle bei gleicher Geschwindigkeit mit kleinerem Vorschub zu drehen und dabei die Gewißheit zu haben, daß sich die Welle bei der Bearbeitung nicht verzieht. — Bestehen derartige Zweifel, so hat der Beobachter nach Möglichkeit beide Arbeitsweisen ausführen zu lassen; bei der Auswertung wird die günstigste Arbeitsweise ermittelt.

Der bestmögliche Vorgang kann oft versteckt in dem Zeitaufnahmeprotokoll enthalten sein und muß dann durch sorgfältiges Ausscheiden aller Zeiten, die nicht zu ihm gehören, ermittelt werden.

Die Aufgabe, die Ermittlung des bestmöglichen Vorgangs zu ermöglichen, zerfällt wieder in zwei Teile:

a) Vom Arbeiter unabhängige Momente.

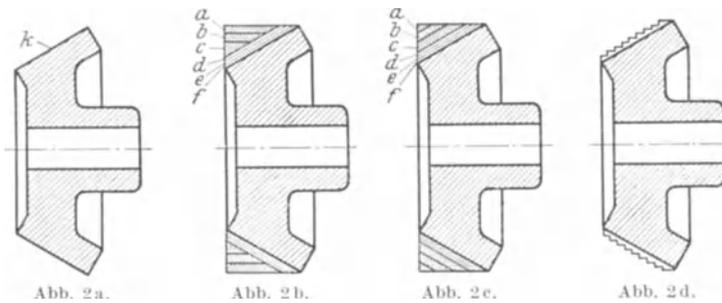
Der erste enthält die Umstände und Momente, die den Arbeitsgang beeinflussen und vom Arbeiter unabhängig sind, insbesondere die anzuwendenden Vorschübe, Geschwindigkeiten und Spanstärken, die Reihenfolge der Bearbeitung, Art der Aufspannung usw. Dieser Punkt setzt Erfahrung und Sachkenntnis voraus und ist dann verhältnismäßig leicht zu beherrschen.

b) Vom Arbeiter abhängige Momente.

Der zweite Teil umfaßt alle Momente, die vom Arbeiter abhängig sind und den Arbeitsgang beeinflussen, also Geschicklichkeit des Arbeiters, seine Arbeitswilligkeit, gegebenenfalls passiver Widerstand von seiten des Arbeiters.

Die Erfüllung dieser Forderung ist praktisch die schwerste von allen Aufgaben des Zeitstudiums und es läßt sich am wenigsten Positives zur Überwindung der Schwierigkeiten anführen. Hier zeigt sich, daß in der geeigneten Wahl des Beobachters und der Gegenwart von Fachleuten (Beobachter und oft auch noch Meister) bei der Zeitaufnahme die Erfolge des Zeitstudiums wesentlich begründet sind. Die Schwierigkeit der Beherrschung der vom Arbeiter abhängigen Momente führt natürlich dazu, diese Momente immer mehr zu verringern, d. h. die Freiheit des Arbeiters in bezug auf Arbeitsausführung nach Möglichkeit einzuschränken; doch gilt es hierbei, die Gefahr einer Verringerung der Produktion zu vermeiden durch Einschränkung der Selbständigkeit des Arbeiters an der falschen Stelle. Ein Beispiel!

Es handelt sich um das Drehen von Kegelrädern, und zwar werden verglichen die Arbeitsweise des Drehers A und die des Drehers B zum



Bearbeiten der Kegelfläche k (Abb. 2a). Beide Dreher sind auf das Drehen von Kegelrädern eingeübt. A schruppt die einzelnen Späne a, b, c nach Abb. 2b parallel zur Drehbank-Mittellinie, wobei er die Schneide des Stahls schätzungsweise in die erforderliche Richtung der Fläche k stellt. Beim Schruppen schaltet A den maschinellen Vorschub ein. Nach dem Schruppen stellt A den Supportoberteil in Schrägstellung mit dem Winkel $90^\circ - \alpha$ und schlichtet die Späne d, e, f in der angegebenen Richtung parallel zu k bei Betätigung des Vorschubs von Hand, da bei feststehendem Unterteil des Supports für das in Schrägstellung stehende Oberteil allein kein maschineller Vorschub möglich ist.

Der Dreher B stellt bereits vor dem Schruppen den Support in die Schrägstellung $90^\circ - \alpha$ und schruppt die einzelnen Späne nach Abb. 2c, wobei er den Vorschub von Hand betätigen muß. Die Schlichtarbeit geht in der gleichen Weise vor sich wie bei A.

A und B brauchen etwa die gleiche Zeit zur Bearbeitung der Fläche k und für jeden bedeutet seine Arbeitsweise die rascheste Bearbeitung.

Die Arbeitsweise des Drehers A hat den Vorteil, daß beim Schruppen der Vorschub maschinell betätigt werden kann, dagegen den Nachteil,

daß das schätzungsweise Einrichten der Stahlschneide in die Richtung des noch nicht vorhandenen Konus k Übung und Geschicklichkeit erfordert, die gleich guten Drehern verschieden liegt.

Die Arbeitsweise B hat den Vorteil, daß die vielen bei Schrägstellung des Supportoberteiles abgenommenen Späne ein häufigeres Nachrichten des Supportes in den genauen Winkel ermöglichen — die Genauigkeit der Winkeleinteilung des Supportes ist an den meisten in der Werkstatt verwendeten Drehbänken nicht so groß, daß mit Sicherheit bei der ersten oder zweiten Einstellung der genaue Winkel eingestellt ist —, so daß B mit Gewißheit damit rechnen kann, daß beim zweiten Schlichtspan der Supportoberteil genau im erforderlichen Winkel steht; dagegen hat B den Nachteil, daß er beim Schrappen von Hand vorschieben muß und dabei keine so hohe Spanleistung erzielen wird wie A beim maschinellen Vorschub.

Trotzdem beide Arbeiter die gleiche Zeit zur Bearbeitung der Fläche k brauchen, ist die Arbeitsweise A die rationellere, denn sie enthält gegenüber B mehr maschinelle Arbeit und schont daher die Arbeitskraft. Würde aber daraufhin B veranlaßt, nach der Arbeitsweise des Drehers A die Fläche k zu bearbeiten, so könnte ein ungünstiges Ergebnis erzielt werden, denn möglicherweise würde B infolge mangelnder Übung und Geschicklichkeit, die in diesem Fall durchaus keine geringere Eignung als Dreher bedeutet, die Schneidkante des Stahls ungünstig einstellen, so daß er am Ende der Schrapparbeit eine Fläche k wie etwa in Abb. 2d hätte, die eine bedeutend längere Schlichtarbeit erfordert, oder er würde ebenfalls infolge mangelnder Übung beim 3. Schlichtspan, also nach zweimaligem Messen und Nachrichten des Winkels, noch nicht die genaue Schrägstellung des Supportoberteils in den erforderlichen Winkel erreicht haben. — Mit einer entsprechenden ähnlichen ungünstigen Beeinflussung des Zeitaufwandes für den vorliegenden Arbeitsgang müßte man rechnen, wenn etwa dem Dreher A die Arbeitsweise des Drehers B vorgeschrieben würde.

Es ist also in diesem Fall für den Dreher A die Arbeitsweise nach Abb. 2b der bestmögliche Vorgang, für den Dreher B die nach Abb. 2c. Man sieht, daß dem Arbeiter eine gewisse Selbständigkeit bei der Ausführung gelassen werden muß, um seinen individuellen Eigenschaften Rechnung zu tragen, auch weil der Arbeiter besondere Eigenheiten seiner Maschine genau kennt und darauf Rücksicht nehmen kann. Auf diesen Fall könnte das obige Beispiel in einfacher Weise erweitert werden, wenn angenommen würde, daß die Winkeleinteilung am Supportunterteil bei den Bänken des Drehers A und B verschieden genau ist. Bei der Drehbank mit der ungenaueren Winkeleinteilung würde das ein bedeutendes Moment sein, das für die Arbeitsweise nach Abb. 2c spricht.

Auf solche und ähnliche Gesichtspunkte muß bei der Einzelfertigung unbedingt Rücksicht genommen werden.

Ist der bestmögliche Vorgang aus der Zeitaufnahme nicht zu ermitteln, so ist die Aufnahme nicht als Unterlage zur Stückzeitberechnung zu verwenden und nach Möglichkeit zu wiederholen.

2. Genaue Wiedergabe des Arbeitsganges.

Die zweite Aufgabe des Beobachters ist, eine genaue Wiedergabe des gesamten Arbeitsganges in Form eines Protokolls niederzulegen.

a) Unterteilung in Griffe.

Es ist vor allem eine weitgehende Unterteilung des Arbeitsganges in Griffe¹⁾ vorzunehmen. Die Unterteilung der Zeit in kleine und kleinste Abschnitte ist grundlegend für das wissenschaftliche Zeitstudium. Darüber besteht wohl zwischen allen, die auf dem Gebiet des Zeitstudiums arbeiten, keine Meinungsverschiedenheit.

Die Einteilung des Arbeitsganges in Griffe wird während der Zeitaufnahme vorgenommen, da sich die bei der Einzelfertigung in Frage kommenden längeren Arbeitsgänge vorher nicht so übersehen lassen, daß sie vor der Aufnahme schon so weitgehend unterteilt werden könnten²⁾. Die Unterteilung des Arbeitsganges ist soweit als technisch möglich vorzunehmen, auch wenn eine so weitgehende Unterteilung zunächst unvernünftig erscheint. Es erweist sich eine bei der Aufnahme zunächst unvernünftig erscheinende Unterteilung nachträglich oft als nützlich, nie als nachteilig. Es ist nicht möglich, bei der Zeitaufnahme bereits zu übersehen, welche besonderen Feststellungen sich nach der Aufnahme als zweckmäßig erweisen werden und welche Einzelheiten dann herauszuziehen sind, und besonders bei Einzelfertigung muß ja jede Aufnahme für später so vielseitig wie möglich verwendbar sein. — Ein kurzes Beispiel:

Während längerer Umstellungsarbeiten an Maschinen und Umbauarbeiten in einer Maschinenhalle hatten eine Reihe von Hobelmaschinen an Stelle des sonst für sie benutzbaren großen elektrischen Krans nur einen größeren Flaschenzug, der von Hand zu bedienen war, zum Auf-, Ab- und Umspannen der Werkstücke zur Verfügung. Die Hobler verlangten daraufhin eine Erhöhung der Akkordzeiten für Aufspannen usw. um 50% für diese Übergangszeit. Es lagen bereits eine größere Anzahl von Zeitaufnahmen an den betreffenden und ähnlichen Hobelmaschinen mit ähnlichen Arbeitsgängen vor. Auf Grund der eingehenden Unterteilung konnten zunächst daraus die teils zusammenhängend, teils zwischen anderen Arbeitsstufen verstreut erscheinenden Spannzeiten einwandfrei herausgenommen werden und aus diesen wieder die Zeiten, während denen der Kran benutzt wurde. Es ergab sich, daß diese

¹⁾ Siehe Refa, Blatt 1—2.

²⁾ Siehe das Beispiel in II F, Seite 14—16.

„Kranzeiten“ nur etwa 8% der Spannzeiten ausmachen, so daß die Überforderung der Hobler zurückgewiesen und die auf Grund der Zeitaufnahmen ermittelten Zeiten der Regelung dieser Angelegenheit für die Übergangszeit zugrunde gelegt werden konnten.

Eine genaueste Unterteilung des Arbeitsganges ist auch notwendig, wenn Nacharbeiten oder unnötiger Zeitaufwand für allzu häufiges Messen oder Ansetzen oder Nachrichten oder Zentrieren zahlenmäßig festgestellt werden muß.

Die allgemeine Bedeutung der Unterteilung des Arbeitsganges kann als bekannt vorausgesetzt werden, die wichtig ist für sein kritisches Studium, für möglichst zahlreiche Vergleichsmöglichkeiten, zur besseren Kontrolle und Überprüfung der Zeiten durch Nachschätzen, für das Entdecken von Mängeln und das Auffinden von Verbesserungsmöglichkeiten, für das Einsetzen der Verbesserungen an der richtigen Stelle, ferner um Fabrikationsverbesserungen in den Stückzeiten schneller zu berücksichtigen, um jederzeit nachweisen zu können, ob ein Akkord noch zu recht besteht usw.

b) Wiedergabe der Arbeitsdaten außer Zeiten.

Die genaue Wiedergabe des Arbeitsganges im Aufnahmeprotokoll darf sich nicht nur auf die Wiedergabe der Zeiten erstrecken, sondern muß auch alle Nebenumstände, verwendete Vorrichtungen und Werkzeuge, verwendete Stähle, Angabe der Vorschübe und Schnittgeschwindigkeiten und Spanstärken, u. U. Anzahl der Helfer (beim Heben schwerer Lasten) usw. enthalten. Es darf nichts von dem, was in kurzen Worten oder Skizzen schriftlich wiedergegeben werden kann, dem Erinnerungsvermögen des Beobachters überlassen werden.

E. Arbeiter und Ort für Zeitaufnahme.

Eine Zeitaufnahme, die zur Ermittlung der Akkordzeit dient, wird durchgeführt bei einem Arbeiter des Betriebes, der auf die vorliegende Arbeit eingearbeitet ist und sich für sie eignet, und zwar mit Wissen des Arbeiters. Die Arbeit in Streitfällen durch den Meister bei der Zeitaufnahme vornehmen zu lassen, ist nicht empfehlenswert. Die Arbeiten sind bei Einzelfertigung so vielseitig, daß es nicht möglich ist, daß der Meister als Ausführender alle beherrscht.

Der Ort der Aufnahme ist die allgemeine Werkstatt und nicht Versuchswerkstätten.

F. Niederschrift der Zeitaufnahme.

Da es sich im vorliegenden um die Beobachtung kleiner Stückzahlen handelt mit einer Gesamtzeit für 1 Arbeitsgang von etwa 30 Minuten an bis über 2000 Minuten, im Durchschnitt etwa 1—2 Stunden, werden auf

den für die Zeitaufnahme zu verwendenden Formularen, den „Beobachtungsbogen“, die Griffe für jedes Werkstück neu eingetragen, so daß also während der gesamten Zeitaufnahme die Griffe fortlaufend untereinander geschrieben werden.

In diesem fortlaufenden Untereinanderschreiben der Griffe weicht die Einzelfertigung von den bei Reihen- und Massenfertigung üblichen Methoden ab, die die Zeiten für die bei jedem Werkstück wiederkehrenden Griffe nebeneinander schreiben, die Unterteilung des Arbeitsganges also nur einmal vornehmen. Die Betrachtung der folgenden Aufnahme in der Dreherei über das „Drehen von Hebeln“ (Abb. 36) zeigt die Unzweckmäßigkeit dieser Aufschreibungsmethode für kleine Stückzahlen bei großen Stückzeiten.

Die Drehbank ist eingerichtet:

1. Werkstück		2. Werkstück		3. Werkstück	
Beginn	12,9		7,7		4,9
Werkstück aufspannen	14,3		9,3		6,7
„ zentrieren	14,8		9,9		7,2
„ festspannen	15,2		10,5		7,8
Stahl wechseln, Riemen umlegen,				Stahl wechseln und festspannen	8,4
Stahl festspannen	16,2		11,5	Riemen umlegen	8,6
a drehen ansetzen, Messen	16,3		11,7		8,8
— —		a ansetzen v. vorn, Messen	11,9	— —	
a drehen fortfahren				a drehen von vorn, dabei Stahl schleif.	11,8
1. Span	19,5		14,9		12,6
b schrappen	19,7		15,4		12,8
Support verstellen	19,9		15,7		13,2
Messen	20,0		15,9		
Stahl ausspannen, ablegen	20,2		16,2		13,3
Spitzbohrer einspannen, Riemen umlegen	21,3		17,4		14,3
d. 1. Schrappspan drehen	24,2	1. Schrappspan drehen, dabei Stahl schleifen	20,3		17,2
Support verstellen, Spitzbohrer ausspannen, Riemen umlegen, Rohrstahl einspannen	24,9	Support verstellen, Riemen umlegen, Spitzbohrer ausspannen, Bohrstahl einspannen	21,2	Support verstellen, Spitzbohrer ausspannen, Bohrstahl einspannen, Riemen umlegen	18,2
d 2. Span ansetzen, Messen	25,2		21,5		18,5
Meßkontrolle dch. Mst. S.	25,6	d ansetzen von vorn Messen	21,6 21,7	— —	

1. Werkstück		2. Werkstück		3. Werkstück	
d 2. Schrappspan	27,4		23,4		20,3
Support verstellen	27,5		23,5		20,4
Messen	27,7		23,8		20,5
Meßkontrolle dch. Mst.	28,1	—	—		21,6
—	—	d 3. Span	25,2	—	—
—	—	Messen	25,6	—	—
—	—	Support verstellen	25,7	—	—
—	—	Messen nochmals	26,0	—	—
Stahl ausspannen	28,4		26,2		21,8
Schlichtstahl ein- spannen	29,0		26,7		22,3
Support verstellen, Riemen umlegen	29,2		26,9		22,7
b schlichten, Support verstellen	29,9		27,0		22,8
a 1. Schlichtspan an- setzen	30,1	—	—	—	—
Messen	0,3		27,1		22,9
Support verstellen	0,4		27,3		23,0
a ansetzen v. vorn	0,5		27,4		23,1
Messen	0,6		27,5		23,2
Support verstellen	0,7		27,6		23,3
a ansetzen v. vorn	0,8		27,7		23,4
Messen	1,0		27,8		23,5
—	—	Support verstell.	27,9	—	—
—	—	a ansetzen von vorn	28,0	—	—
—	—	Messen	28,1	—	—
a schlichten 1. Span	2,9		29,8		25,2
Support verstellen			29,9		25,3
Stahl anstellen	3,1		30,0		25,4
a 2. Schlichtspan an- setzen	3,2		0,1		25,5
Messen	3,3		0,2		25,6
Support verstellen	3,4	—	—	—	—
a ansetzen v. vorn	3,5	—	—	—	—
Messen	3,6	—	—	—	—
a 2. Schlichtspan fort- fahren	5,2		2,0		27,0
—	—	b schlichten	2,3	b schlichten	27,3
—	—	—	—	Messen	27,4
Support verstellen	5,4		2,4		27,6
c 1. Schlichtspan	5,6		2,6		27,8
Messen	5,8		2,9	—	—
—	—	Support verstellen, Riemen umlegen, Vorgelege um- schalten	3,2	—	—
—	—	a, c Feilen, Messen	3,8	—	—
Support verstellen	5,9	—	—	—	—

1. Werkstück		2. Werkstück		3. Werkstück	
c 2. Schlichtspan	6,2	—	—	—	—
Messen	6,5	—	—	—	—
—	—	—	—	Stahl ausspannen	27,9
Werkstück abspannen	7,7		4,9		29,1

Das ist eines der einfachsten Beispiele mit einer Gesamtzeit je Stück von nur etwa 28 Minuten. In dem Beispiel sind in der 2. und 3. Beobachtungsreihe die Griffe, die in der gleichen Weise auszufüllen sind wie in der ersten, in der Textspalte nicht ausgefüllt. Die Ungleichmäßigkeit der Arbeitsgänge verschiedener Beobachtungsreihen wächst natürlich mit der Arbeitszeit je Werkstück. Wenn der Dreher die Bohrung des einen Stückes mit 2 Spänen fertigstellt, kann er beim nächsten 5 Späne brauchen, ohne daß ihm ein Vorwurf unzuweckmäßiger Arbeit gemacht werden kann oder daß er absichtlich ungeschickt arbeitet. Oder beim Wechsel der Antriebsstufenscheibe etwa beim Übergang vom Schruppen zum Schlichten wirft der Dreher vielleicht beim 1. Werkstück den Riemen auf die nächst kleinere Stufenscheibe am Spindelstock vor dem Ausspannen des Schruppstahls, beim 2. Stück nach dem Ausspannen des Schruppstahls, beim 3. Stück zwischen dem Einrichten des Schlichtstahls. Es wäre gänzlich verfehlt, dem Dreher die Arbeitsweise so genau vorzuschreiben, daß solche Verschiedenheiten ausgeschlossen wären. — Der Dreher wird auch nicht bei allen Werkstücken bei der Bearbeitung der gleichen Fläche immer die gleiche Geschwindigkeit einhalten können, so daß sich der Vorgang auch betr. Einstellungen an der Maschine verschieden gestalten wird.

G. Der Beobachtungsbogen.

Ein für die Einzelfertigung zweckmäßiger Beobachtungsbogen ist in Abb. 3 (*DIN*-Format A 4) wiedergegeben. In ihm sind für die Aufnahme die Längsspalten 1 bis 3 und 19 und 20 vorgesehen und Spalte 4 bis 18 für Auswertungszwecke. Die Spalte 1 Bearbeitungsfläche verweist auf die auf dem Auswertungsbogen, Abschnitt III B 3, enthaltene Skizze und kommt ebenso wie die Spalte 19 nur bei Maschinenzeiten in Frage, wo diese Spalten für jeden abgenommenen Span gesondert auszufüllen sind, um spätere Verwechslungen und Zweifel auszuschließen.

Die Fortschrittszeit ist die am Ende jedes Griffes an der Stoppuhr abgelesene Zeit.

In den Spalten 4, bis 18 werden bei der Auswertung die Einzelzeiten (Differenzen der Fortschrittszeiten) nach den angegebenen Griffarten unterteilt eingetragen.

H. Genauigkeit der Zeitmessung.

Es sei noch die Frage erörtert, mit welcher Genauigkeit die Festhaltung der Teilzeiten anzustreben ist.

Als Uhr wird eine Stoppuhr verwendet mit Dezimaleinteilung, die die Minute in 10 und 100 Teile teilt. Die Genauigkeit, mit der die Zeit für einen Griff festgesetzt wird, ist jedoch nicht nur von der Beschaffenheit der verwendeten Uhr abhängig, sondern auch davon, wie scharf der Griff zeitlich von dem vorausgehenden und nachfolgenden abgegrenzt werden kann. Die Schwierigkeit einer scharfen und einheitlichen zeitlichen Abgrenzung der Griffe voneinander birgt bei Einzelfertigung so viele und große Möglichkeiten zur Ungenauigkeit und Verschiedenheit der Messung in sich — da ja die Griffe ineinander übergehen —, daß die erreichbare Genauigkeit der Ablesung an der Stoppuhr ungleich größer ist als die erreichbare Genauigkeit bei der Abgrenzung der Griffe. Da die Genauigkeitsgrade der einzelnen Faktoren, die die Gesamtmessung beeinflussen, sich einigermaßen entsprechen und ferner im Rahmen der Wirtschaftlichkeit liegen müssen, begnügt man sich bei Einzelfertigung im allgemeinen mit der Ablesung von auf- oder abgerundeten Zehntelminuten.

I. Beispiel für die Vornahme einer Zeitaufnahme.

Es ist von der Betriebsleitung der Auftrag zur Zeitaufnahme für das Langhobeln des Gestells Nr. ... (Anh. Abb. 41) erteilt und der Beamte bestimmt, der die Aufnahme vorzunehmen hat.

1. Vorbereitung der Zeitaufnahme.

a) Zusammentragen allgemeiner Unterlagen.

I. Der Beobachter verschafft sich die zu dem Werkstück gehörende Akkord- oder Bearbeitungskarte sowie die Zeichnung und entnimmt daraus die für das Werkstück und seine Bearbeitung wichtigen Angaben wie Gegenstand, Skizze, Bearbeitungsflächen, Bearbeitungsgrad, Teilnummer usw., wie sie auf dem Kopf des Auswertungsbogens, Abschnitt III B 3, vorgesehen sind.

II. Der Beobachter vergewissert sich, ob schon eine ähnliche oder die gleiche Zeitaufnahme gemacht worden ist und ob zutreffendenfalls diese auch für die Regelung des vorliegenden Falles als Unterlage dienen kann. Ist das nicht der Fall, so folgt

III. Der Beobachter rechnet zur Orientierung den beanstandeten Akkord — um einen solchen handelt es sich in diesem Beispiel — nach den Akkordunterlagen nach oder läßt sich von der Vorkalkulation Angaben machen, wie die Akkordzeit ermittelt ist. Es ergibt sich, daß die

Akkordzeit von 424 Minuten für das Hobeln des Gestells zusammengesetzt ist aus folgenden Akkordelementen:

Auf- und Abspannen,
Schruppen und Schlichten der Fläche a ,
Einhobeln der Aussparung f ,
Umspannen,
Schruppen und Schlichten der Fläche b ,
seitliches Abstechen (Schruppen und Schlichten) Fläche c ,
Einhobeln der Einpaßnut d ,
seitliches Abstechen (Schruppen und Schlichten) der Fälle e .

Nun hat der Zeitbeobachter schon einen Überblick über den vorzunehmenden Arbeitsgang und kann bei der Unterteilung des Arbeitsganges in Griffe während der Zeitaufnahme auf die Unterteilung in die Akkordelemente in der Vorkalkulation Rücksicht nehmen.

IV. Der Zeitbeobachter stellt die Materialzugaben an den einzelnen Bearbeitungsflächen fest und trägt sie in die Skizze oder eine kleine Tabelle ein. Der Meister ist dabei zugegen, um erforderlichenfalls festzustellen, ob die Materialzugabe normal oder ungewöhnlich groß oder klein ist; im abnormalen Fall ist nach Möglichkeit ein als normal anerkanntes Werkstück aufzunehmen.

V. Sind in dem Betrieb noch keine Maschinenkarten mit Angabe der Geschwindigkeits- und Vorschubverhältnisse vorhanden, so nimmt der Zeitbeobachter die Geschwindigkeiten und Vorschübe an der betreffenden Maschine auf. Diese Messungen sind zu sammeln, um bei späterer Aufstellung einer Maschinenkartei verwendet werden zu können.

b) Verwertung früherer Aufnahmen.

VI. Dann orientiert sich der Beobachter in den zusammengestellten (meist graphisch) Aufzeichnungen früherer Aufnahmen, welche Spanleistung im vorliegenden Fall bei der Eigenart des Werkstücks (ist sehr hoch und nicht massiv) etwa erreichbar sein wird, welche Hand-, Spann- und Einrichtzeiten etwa in Frage kommen.

Das trägt mit dazu bei, dem Beobachter ein kritisches Urteil über die Güte des Arbeitsganges bei der Aufnahme zu ermöglichen, auf Grund dessen er den Arbeitsgang evtl. im günstigen Sinne beeinflussen kann durch Anordnung anderen Vorschubs oder Geschwindigkeit, anderer Aufspannung oder dergl.

c) Vorrationalisierung.

VII. Der Zustand der Maschine (stoßfreies, ruhiges Arbeiten, Riemverhältnisse usw.) wird kurz geprüft und Mängel nach Möglichkeit beseitigt.

VIII. Es folgt eine Besprechung des Arbeitsganges mit dem Meister, auf Grund deren evtl. Verbesserungen des bisherigen Arbeitsganges (Vorrationalisierung) erfolgen. Dabei werden etwa folgende Punkte behandelt:

1. Bei welchem Arbeiter wird die Aufnahme vorgenommen? Ist dieser geeignet für die vorliegende Arbeit, die eine besondere Genauigkeit verlangt? (Ja.) Der Beobachter läßt sich ein allgemeines Urteil über den Arbeiter geben, ob er geschickt, willig, fleißig.

2. Ist die vorliegende Arbeit eine Spezialarbeit oder allgemeine Hoblerarbeit? (Spezialarbeit, da besondere Schwierigkeiten bei der Aufspannung und ferner Einhaltung größter Genauigkeit erforderlich.)



Abb. 4a.



Abb. 4b.

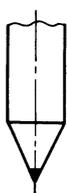


Abb. 4c.

3. Hat der Arbeiter die Arbeit schon öfter ausgeführt, so daß er eingearbeitet ist in diese Spezialarbeit? (Ja.)

4. Ist die Maschine geeignet zum Abstechen hoher Flächen wie im vorliegenden Fall erforderlich? (Ja, sie hat besondere Supporte für seitliche Bearbeitung.)

5. Wie wird die Arbeit am zweckmäßigsten ausgeführt? Ist das Werkstück bei Beginn der Arbeit am Arbeitsplatz, in welcher Reihenfolge werden die Flächen bearbeitet, wie wird das Werkstück eingespannt, bei welchen Flächen kann mit 2 Stählen geschruppt, bei welchen mit 2 Stählen geschlichtet werden, können durch gleichzeitige Bearbeitung vertikaler und horizontaler Flächen zeitweise 3 oder 4 Stähle gleichzeitig arbeiten, welche Vorschübe werden voraussichtlich beim Schruppen,

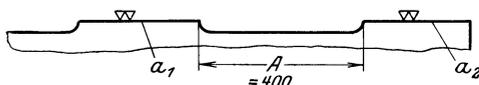


Abb. 5.

Schlichten und Abstechen der einzelnen Flächen angewendet werden können, muß beim Aushobeln der Nut von Anfang an mit dem Nutenstahl (Abb. 4a) gearbeitet werden, der keine große Spanleistung zuläßt oder kann erst mit einem gewöhnlichen Seitenstahl (Abb. 4b) oder einem geraden Schruppstahl (Abb. 4c) die Nut vorgeschruppt werden, so daß der Nutenstahl nur zum Schlichten und Scharfhobeln der Ecken verwendet werden muß; bei welchen Flächen werden 2 Schlichtspäne nötig sein, um die verlangte Genauigkeit zu erreichen; ist beim Bearbeiten der beiden Teilflächen a_1 und a_2 (Abb. 5), die mit einem Abstand von 400 mm in gleicher Höhe hintereinander liegen, das getrennte Hobeln von a_1 und a_2 mit kurzem Hub vorzuziehen oder das Überhobeln von $a_1 + A + a_2$ mit langem Hub? (Nur geringer Zeitgewinn bei getrenntem Hobeln, dagegen starke Riemenabnutzung, daher besser langer Hub.)

6. Welche besonderen Werkzeuge und Vorrichtungen sind zweckmäßig? (Genauer rechter Winkel zum Messen, große Schieblehre, besondere Unterlagen für die Aufspannung.)

7. Sind diese Werkzeuge und Vorrichtungen am Arbeitsplatz und in Ordnung oder in der Werkzeugausgabe? (Sämtliche Werkzeuge sind in der Werkzeugausgabe. Da die betr. Arbeit stets vom gleichen Arbeiter an der gleichen Maschine ausgeführt wird und die Aufspannvorrichtung schwer ist und zu keiner anderen Arbeit verwendet wird, wird angeordnet, daß die Aufspannvorrichtung in Zukunft stets beim Arbeiter bleibt, so daß die Zeit für das Holen und Zurücktragen wegfällt.)

Alle diese Besprechungen, die den Arbeitsgang betreffen, sind am besten bei dem Arbeitsstück vorzunehmen, evtl. unter Hinzuziehung des betr. Arbeiters.

d) Gegenwart des Meisters.

IX. Der Beobachter vereinbart mit dem Meister, bei welchen Vorgängen dieser dauernd bei der Zeitaufnahme zugegen sein soll. (Beim Auf- und Umspannen, beim Einhobeln der Nut, beim seitlichen Abstechen.) Im übrigen hat sich der Meister, soweit es seine Zeit erlaubt, möglichst häufig von der zweckmäßigen Durchführung des Arbeitsganges zu überzeugen.

Es ist nach Möglichkeit vor der Zeitaufnahme klar festzulegen, ob ein Meister und welcher bei der Aufnahme zugegen sein soll und ob dauernd oder bei welchen Teilen des Arbeitsganges. Wo viel Handarbeit erforderlich ist, soll der Meister dauernd dabei sein. Besonders in der ersten Zeit, in der der Beobachter, trotzdem er ein Fachmann ist, sich in seine Tätigkeit erst einarbeiten muß, spielt die Gegenwart des Meisters eine wichtige Rolle, weil er in vielen Fällen ein besseres Urteil über die Ausführung des Arbeitsganges abgeben kann als der Beobachter, der ja meist für eine größere Anzahl von Werkstätten da ist und mit den Feinheiten und Kniffen der einzelnen Arbeitsgänge nicht immer so vertraut sein kann wie der Meister der betr. einzelnen Abteilung. Die Meister haben im allgemeinen ein natürliches Interesse daran, möglichst wenig bei der Zeitaufnahme zugegen zu sein, weil ihnen diese Art der Beaufsichtigung nicht liegt. Es ist daher ihre Gegenwart bei den Zeitaufnahmen entweder durch die Direktion anzuordnen oder dem Beobachter entsprechende Vollmacht zu geben, daß er als Vorgesetzter den Meister veranlassen kann, bei der Aufnahme bzw. Teilen derselben zugegen zu sein. Taktvolles Auftreten ist auch hier für den Beobachter sehr wichtig.

X. Der Beobachter bestimmt mit dem Meister den Beginn der Zeitaufnahme.

2. Durchführung der Zeitaufnahme.

Oberster Grundsatz ist hier strenge Sachlichkeit des Zeitbeobachters.

Die Maschine muß bei Beginn der Arbeit in ordentlichem Zustand sein; die zum vorhergehenden Werkstück gehörenden Aufräumungsarbeiten müssen beendet sein. Im gleichen ordnungsmäßigen Zustand muß die Maschine auch nach der Aufnahme wieder sein.

Der Zeitpunkt des Beginns der Arbeit wird dem Arbeiter deutlich angegeben. Der Beobachter läßt vom gleichen Zeitpunkt an die Stoppuhr laufen. Diese läuft während der ganzen Aufnahme durch, soweit mit 1 Stoppuhr gearbeitet wird, so daß auf jeden Fall alle Vorgänge, die während der Aufnahme vorkamen, in der Gesamtzeit enthalten sind.

Verläßt der Arbeiter während der Aufnahme seinen Arbeitsplatz an der Maschine (Lehren holen, Austreten), so hat er dem Zeitbeobachter vorher den Zweck seines Wegganges mitzuteilen.

a) Verhalten des Beobachters.

Ob der Betriebsrat bei der Zeitaufnahme zugegen ist oder nicht, kann auf die Tätigkeit des Beobachters gar keinen Einfluß haben.

In vielen Fällen bei langwierigen Aufnahmen ist es unnötig und Zeitvergeudung, wenn der Betriebsrat dauernd der Aufnahme beiwohnt.

Der Beobachter muß dabei bei Arbeiterschaft und Betriebsräten das Vertrauen genießen, daß er sich in der Sachlichkeit seiner Arbeit durch nichts beeinflussen läßt. Der Beobachter hat immer durchaus offen, doch sicher vorzugehen, die Zeiten rein sachlich niederzuschreiben sowie für die zweckmäßige Durchführung des Arbeitsganges Sorge zu tragen, ganz gleich, ob mit oder ohne Betriebsrat. Den Anordnungen des Zeitbeobachters muß der Arbeiter Folge leisten, andernfalls wird die Aufnahme unverzüglich abgebrochen. Die Verantwortung für Anordnungen des Zeitbeobachters trägt dieser natürlich selbst. Im eignen Interesse wird er auftretende Meinungsverschiedenheiten mit dem Betriebsrat auf gutlichem Wege zu beseitigen suchen. Der Zeitbeobachter muß sich stets vor Augen halten, daß das Einvernehmen zwischen Betriebsleitung und Arbeiterschaft in den wichtigen Fragen eine der Hauptbedingungen für eine gedeihliche Entwicklung der Zeitstudien ist. — Der Zeitbeobachter läßt sich nicht in persönliche Gespräche mit dem Arbeiter oder Betriebsrat während der Aufnahme ein, verkehrt jedoch in Fragen, die sich auf die Aufnahme beziehen, taktvoll mit ihnen. Wenn in Zweifelsfällen der Beobachter z. B. einen größeren Vorschub für anwendbar hält und ihn anordnet, so muß dieser auf seine Verantwortung hin eingeschaltet werden. Erweist er sich infolge zu großer Spanleistung als undurchführbar (Maschine zieht nicht durch, Motor wird überanstrengt u. dgl.), so wird der Beobachter von seinem Vorhaben abstehen, andernfalls, wenn lediglich die Genauigkeit der Arbeit

unter dem größeren Vorschub leiden könnte und Maschine, Werkzeug und Werkstück nicht überanstrengt ist, entscheidet die Kontrolle nach Fertigstellung der Arbeit, ob diese genügt oder nicht. Dieses Urteil ist für Beobachter und Arbeiter maßgebend.

III. Die Auswertung.

Bei der Auswertung der Zeitaufnahme wird das bei ihr gesammelte reichhaltige Material in der Weise verarbeitet, daß

I. der in der Zeitaufnahme enthaltene bestmögliche Vorgang gefunden wird, soweit das praktisch erreichbar ist, und einer eingehenden Kritik unterzogen werden kann;

II. daß zu der Verbesserung des bestmöglichen Vorganges und allgemein zur Rationalisierung beigetragen wird durch Aufdeckung von Mängeln und durch zahlenmäßige Unterlagen zur Beurteilung derselben;

III. daß die betr. Stückzeiten ermittelt werden und daß brauchbare, auf Tatsachen gestellte Unterlagen für die Vorkalkulation bzw. deren Verbesserung gewonnen werden und damit eine vielseitige Verwendung der vorgenommenen Zeitaufnahmen für die Akkordzeiten für ähnliche Arbeitsgänge ermöglicht wird und viel nutzloser Streit über Stückpreise vermieden wird. Mit der Verbesserung der Vorkalkulation ist auch die der Nachkalkulation verbunden, in der die Selbstkosten ermittelt werden.

Um diese Ziele zu erreichen, ist grundlegend die Zeitanalyse für jede Zeitaufnahme. Durch eine eingehende und zweckmäßige Zergliederung des Arbeitsganges wird seine kritische Betrachtung ermöglicht.

A. Vergleiche mit Massenfertigung.

Gegenüber der Massenfertigung ergibt sich als wichtiger Unterschied, daß man die kritische Betrachtung der Griffe und den Vergleich der Griffzeiten zwischen den einzelnen Beobachtungsreihen, was ja in der Massenfertigung bei den da auch meist wesentlich kürzeren Arbeitsgängen wichtige Punkte der kritischen Untersuchung des Arbeitsganges sind, weit weniger berücksichtigen wird.

1. Ein Vergleich der einzelnen Griffe zwischen den einzelnen Beobachtungsreihen würde infolge der umfangreicheren und ungleichmäßigeren Arbeitsgänge sehr viel Arbeit und Zeit kosten¹⁾ und man würde sich

2. ganz allgemein bei einem so weitgehenden Vergleich von Teilzeiten viel zu sehr in Einzelheiten verlieren.

¹⁾ Das Aufnahmeprotokoll müßte nochmals umgeschrieben werden in eine Form ähnlich wie Zahlentafel S. 14ff.

3. Oft könnte man einen Vergleich der Griffzeiten zwischen den verschiedenen Beobachtungsreihen gar nicht durchführen (bei 1 Aufnahmestück) und

4. auch bei Stückzahlen größer als 1 meist nicht einwandfrei und lückenlos durchführen.

Lückenlos könnte man den Vergleich nicht durchführen, weil sich in den einzelnen Beobachtungsreihen nicht alle Teilarbeiten wiederholen, wie aus Zahlentafel S. 14ff. hervorgeht. Hier ist besonders hervorzuheben, daß die nicht bei allen Beobachtungsreihen vorkommenden Griffe *A* die Zeit der einzelnen Beobachtungsreihen in viel stärkerem Maße beeinflussen als die Verschiedenheit der Zeiten für die bei allen Beobachtungsreihen vorkommenden Zeiten *B*, d. h. also, daß bei einem Vergleich der Griffe, der nur bei den Griffen *A* möglich ist, nur die Faktoren untersucht werden, die den kleineren Teil der Schwankungen des Arbeitsganges hervorrufen.

Einwandfrei könnte man den Vergleich nicht durchführen, weil

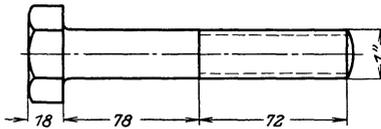


Abb. 6.

1. die Arbeitsgänge in den einzelnen Beobachtungsreihen sich nicht in der gleichen Reihenfolge wiederholen,

2. die gleichen Griffe zweier Beobachtungsreihen zeitlich meist sehr weit auseinanderliegen.

Daher ist eine gleichmäßige zeitliche Abgrenzung der Griffe in den verschiedenen Beobachtungsreihen sehr erschwert, wenn nicht unmöglich.

Wie verschieden voneinander die einzelnen Beobachtungsreihen einer Zeitaufnahme bei kleinen Stückzahlen gegenüber der Massenfertigung oder Reihenfertigung sind, zeigt ein Vergleich der Zahlentafel S. 14ff. mit der S. 25. Die Aufnahme S. 25 wurde im gleichen Werk, vom gleichen Beobachter, an einem gleichwertigen Arbeiter vorgenommen unter Beobachtung der gleichen Gesichtspunkte betreff Aufnahmemethode, wie sie im Abschnitt II entwickelt wurden, jedoch in der Revolverdreherei, wo sich die Verhältnisse den bei Reihenfertigung herrschenden nähern. Zahlentafel S. 25 gibt eine Zeitaufnahme wieder über das Drehen von Sechskantschrauben nach Abb. 6. Zu bearbeiten waren 250 Stück; aufgenommen sind die Stücke 101 bis 105.

In Aufnahme S. 25 gestattet die Gleichmäßigkeit der Arbeitsgänge in den verschiedenen Beobachtungsreihen ohne weiteres, bei der ersten Beobachtungsreihe eine für alle Beobachtungsreihen gültige Einteilung in Griffe zu schaffen.

Das Verlieren in Einzelheiten ist besonders im Anfang bei Einzel- fertigung zu vermeiden. Die bei Zeitaufnahmen auch ohne Unter-

1. Beobachtungsreihe			2. Beob. Reihe			3. Beob. Reihe			4. Beob. Reihe			5. Beob. Reihe		
Lfd. Nr.	Zerlegung in Griffe	Fort-schr. Zeit												
a_1	b_1	c_1	a_2	b_2	c_2	a_3	b_3	c_3	a_4	b_4	c_4	a_5	b_5	c_5
	Beginn	0,0			19,0			2,3			15,2			28,3
1	Aufspannen (Stange nachziehen u. festspannen) .	0,2	25	wie b_1	19,2	47	wie b_1	2,5	67	wie b_1	15,5	88	wie b_1	28,5
2	Support verstellen . . .	0,4	26	„	19,4	48	„	2,8	68	„	15,7	89	„	28,7
3	a andrehen	0,5	27	„	20,0		siehe Nr.49			siehe Nr.70			siehe Nr.91	
4	Stahl nachrichten	1,1	28	„	20,5	—	—	—	69	wie b_1	15,8	—	—	—
5	a drehen fortfahren . . .	3,1	29	„	21,9	49	wie b_1	4,8	70	„	17,6	91 ¹⁾	wie b_1	31,4
6	Support verstellen . . .	3,2	30	„	22,0	50	„	4,9	71	„	17,7	92	„	1,5
7	b drehen	3,6		siehe Nr.31			siehe Nr.51			siehe Nr.72			siehe Nr.93	
8	Späne beseitigen	3,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	b drehen fortfahren . . .	5,2	31	wie b_1	23,5	51	wie b_1	6,6	72	wie b_1	19,3	93	wie b_1	3,1
10	Support, Rev. Kopf u. Geschw. Hebel verstellen .	5,4	32	„	23,7	52	„	6,8	73	„	19,5	94	„	3,5
11	Gewinde schneiden	7,0	33	„	25,5	53	„	8,5	74	„	21,3	95	„	5,2
12	Support verstellen	7,2	34	„	25,7	54	„	8,7	75	„	21,5	96	„	5,4
13	Gewinde nachschneiden . .	8,3	35	„	26,7	55	„	9,8	76	„	22,6	97	„	6,5
14	Geschw. Hebel, Support, Revolv. Kopf verstellen .	8,5	36	„	27,0	56	„	10,0	77	„	22,8	98	„	6,9
15	b plandrehen	8,8	37	„	27,4	57	„	10,4	78	„	23,3	99	„	7,3
16	Messen, Supp. verstellen . .	9,0	38	„	27,6	58	„	10,6	79	„	23,5	100	„	7,4
17	c abrunden	9,3	39	„	27,9	59	„	10,9	80	„	23,8	101	„	7,8
18	Support verstellen	9,4	40	„	28,0	60	„	11,0	81	„	23,9	102	„	7,9
19	Gewinde nachschneiden von Hand	10,0	41	„	28,8	61	„	11,7	82	„	24,5	103	„	8,6
20	Schneideisen entfernen . .	10,4	42	„	29,3	62	„	12,2	83	„	25,1	104	„	9,1
21	Feilen, Messen	11,5	43	„	30,5	63	„	13,4	84	„	26,3	105	„	9,9
22	Support verstellen	11,7	44	„	0,7	64	„	13,6	85	„	26,6	106	„	10,1
23	Abstechen	13,0	45	„	2,1	65	„	15,0	86	„	28,1	107	„	11,4
24	Support verstellen	13,2	46	„	2,3	66	„	15,2	87	„	28,3	108	„	11,6

¹⁾ Unterbrechung durch Beobachter Nr. 90 von 28,7 bis 29,5.

suchung jedes einzelnen Griffes aufgedeckten Mängel und Verbesserungsmöglichkeiten sind ja auch in gut geleiteten und organisierten Werken so zahlreich und umfangreich, daß man Gefahr läuft, in der Fülle der auftretenden Fragen zu ersticken. Das ist in um so höherem Maße der Fall, je mehr man sich von der Massenfertigung entfernt und der Einzelfertigung nähert.

Bei Einzelfertigung wird man zur kritischen Untersuchung der Arbeitsgänge in der Hauptsache den Vergleich zwischen verschiedenen Zeitaufnahmen anwenden. Durch diesen Vergleich wird auch jede Aufnahme weitgehend und vielseitig verwendet und darauf ist man aus Wirtschaftlichkeitsgründen bei Einzelanfertigung angewiesen.

B. Auswertung bei Einzelfertigung.

1. Griffgruppen.

Es hat sich in dem vorliegenden Werk der Einzelfertigung folgende Methode der Auswertung bewährt:

Der gesamte Arbeitsgang wird nicht nur in einer Richtung, nämlich in der zeitlichen Aufeinanderfolge, in Griffe zergliedert, sondern auch nach dem Inhalt in „Griffgruppen“ eingeteilt. Diese Einteilung erhöht ganz erheblich die Möglichkeit einer kritischen Beurteilung des Arbeitsganges bei Einzelfertigung und den Vergleich entsprechender Arbeitsstufen bei verschiedenen Aufnahmen. Es werden folgende Griffgruppen gebildet:

a) Hauptzeiten t_h :

1. Reine Maschinenzeiten: Der Arbeiter führt keine Tätigkeit aus außer der Beobachtung der Maschine.

2. Handmaschinenzeiten: Die Maschine arbeitet; außerdem führt der Arbeiter eine Tätigkeit aus wie etwa: Vorschub von Hand betätigen, Handarbeit bei laufender Maschine wie Feilen, Schaben, Schmirgeln, ferner Stahlschleifen, Lehren holen bei laufender Maschine usw.

3. Spannzeiten: Auf-, Ab- und Umspannen, Werkstück ausrichten, unterlegen, Kran holen, Werkstück mit Kran verfahren, Aufspannvorrichtung anbringen (Prisma, Planscheibe, Dreibackenfutter), soweit nicht unter 12. gehörig.

b) Nebenzeiten t_n :

4. Handzeiten: Die Maschine steht. Einstellungen an der Maschine wie Vorschub, Hub, Geschwindigkeit einstellen, Stahl einspannen und ausspannen (soweit nicht unter 6. gehörig) und anstellen durch Verstellung des Supportes.

5. Meßzeiten: Zeichnung nachsehen, Maße rechnen, Meßwerkzeug stellen, messen, anreißen; Kontrolle durch Kontrollmeister, wenn das Werkstück regelmäßig vor der Abspannung auf der Bank kontrolliert

wird. Unter 5. werden auch sonstige, weniger häufige Handarbeiten am Werkstück bei stehender Maschine wie weißeln, Werkstück sauber machen und nachkürnen, Späne aus Bohrlöchern entfernen, eingetragen.

c) Verlustzeiten t_v :

6. Stahlschleifen und dazugehöriges Aus- und Einspannen des Stahls.

7. Werkzeugzeiten: Vorrichtungen, Werkzeuge, Lehren suchen und holen, soweit nicht unter 13. gehörig, Transportzeiten, Werkzeuge zusammensetzen, ordnen, Kontrollmeister, Hilfskräfte (Tagelöhner, Lehrling) holen.

8. Instandhaltungszeiten: Kleine Reparaturen, soweit nicht im Lohn vergütet; Maschine ölen, putzen, Späne entfernen von Maschine oder Arbeitsplatz, Werkzeug instandhalten.

9. Wartezeiten: soweit nicht anderweitig im Lohn bezahlt.

10. Nacharbeiten infolge nachlässigen oder unsachgemäßen Arbeitens von seiten des Arbeiters.

11. Persönliche Zeiten: Austreten, Akkordangelegenheiten regeln, Essen holen.

d) Einrichtezeiten t_e :

12. Eigentliche Einrichtezeit t_{ee} : Einmaliges Einrichten der Maschine. Die Einrichtezeit ist unabhängig von der Anzahl der herzustellenden Werkstücke (Fräser ein- und ausspannen), Aufspannvorrichtung anbringen, wenn diese Tätigkeit nicht bei jedem Werkstück vorzunehmen ist.

13. Verlust-Einrichtezeit t_{ev} : Sie ist ebenfalls unabhängig von der Stückzahl; Akkordkarten in Ordnung bringen, Werkzeuge suchen, holen, bereitlegen, Lehren holen.

e) Nicht zum Arbeitsgang gehörige Zeiten:

14. Anordnungen: Zeitaufwand infolge Anordnungen des Beobachters, Meisters, Betriebsrates; Versuchszeiten.

Hier werden auch eingetragen die sonstigen Zeiten, die nicht zu dem betr. Arbeitsgang gehören wie Unterbrechungen durch Arbeit an einem anderen Werkstück (etwa an einer zweiten vom gleichen Arbeiter bedienten Maschine), Hilfe bei fremder Arbeit, Wartezeiten, die anderweitig berechnet werden, z. B. längere Betriebsstörungen.

2. Zusammenfassung in Arbeitsstufen.

Aus der bei der Aufnahme erfolgten feingliedrigen Einteilung des Arbeitsganges nach dem Umfang in Griffe wird durch Zusammenfassen der zusammengehörigen Griffe eine grobgliedrige Einteilung des Arbeitsganges in „Arbeitsstufen“ gebildet.

Für die Wahl des Umfangs der Arbeitsstufen ist der Gesichtspunkt maßgebend, daß vor allem die Griffe der Vorgänge, die sich bei verschiedenen Werkstücken immer wiederholen, in Arbeitsstufen zusammen-

gezogen werden. Diese sich bei verschiedenen Werkstücken immer wiederholenden Arbeitsstufen seien „Elementarvorgänge“ genannt. Die Untersuchung und Erfassung der Elementarvorgänge wurde neben der Rationalisierung als das wichtigste Merkmal der Auswertung der Zeitaufnahmen bei Einzelfertigung im untersuchten Werk erkannt zur Erreichung der 3 Ziele, die auf S. 23 angeführt sind. Zeitaufnahmen, die sich auf Untersuchungen über Sonderwerkzeuge, Sondervorrichtungen und -lehren usw. bezogen, sind hier natürlich ausgenommen.

Was als Elementarvorgang anzusprechen ist, ist z. T. abhängig von der Fertigung, sowohl von der Fertigungsart als auch von der Art der herzustellenden Gegenstände, doch sind z. B. in der Dreherei in jedem Fall folgende Arbeitsstufen als Elementarvorgänge anzusprechen:

- Drehen von Bohrungen,
- Drehen von Längsflächen,
- Drehen von Stirnflächen usw.

Die Elementarvorgänge müssen so beschaffen sein, daß

1. die in der betr. Werkstatt (z. B. Kleindreherei) üblichen Arbeitsgänge in einfacher Weise aus ihnen zusammengesetzt werden können und daß

2. die hierfür notwendigen Arbeitsstufen auf eine möglichst geringe Anzahl beschränkt werden.

Die Begriffe „Arbeitsgang, Arbeitsstufe, Griff“ entsprechen sinngemäß dem Refa¹⁾, doch ist bei der Arbeitsstufe nicht die Einschränkung gemacht, daß das Werkstück dabei nicht ausgespannt werden darf. Das wäre bei den Arbeitsgängen, wie sie im untersuchten Werk vorliegen, sinnlos. (Vgl. die Zeitaufnahme in III C über Drehen einer Riemenscheibe.)

Beim Drehen einer Büchse nach Abb. 40 im Anhang sind die Arbeitsstufen:

1. Einrichte- und Vorbereitungszeit,
2. Auf- und Abspannen,
3. Umspannen,
4. Drehen der Stirnfläche a (Schruppen und Schlichten),
5. Drehen der Längsfläche b (Schruppen und Schlichten),
6. Drehen der Stirnfläche c (Schruppen und Schlichten),
7. Drehen der Bohrung d (Schruppen und Schlichten),
8. Rotgußbüchse einschlagen.

Die Griffe, die zu einer Arbeitsstufe gehören, fallen vielfach zeitlich nicht unmittelbar hintereinander. So nimmt der Dreher im obigen Beispiel zwischen dem Schruppen und Schlichten der Fläche b folgende Arbeiten vor:

¹⁾ Blatt I—2.

Schruppen der Stirnfläche *c*,
 Schruppen und Schichten der Bohrung *d*,
 Einschlagen der Rotgußbüchse,
 Schichten der Stirnfläche *c*,
 Schichten der Stirnfläche *a*.

3. Der Auswertungsbogen.

Die Zeiten und Daten für die Arbeitsstufen werden in den „Auswertungsbogen“ (Abb. 7) übertragen und unter Berücksichtigung der Punkte in III B 6 die Akkordzeiten errechnet.

Auf den Auswertungsbogen kann man bei Einzelfertigung nicht verzichten, schon deshalb, weil der Beobachtungsbogen wegen des Unter-einanderschreibens der Griffe viel zu umfangreich ist für die Verwendung zu systematischen Zusammenstellungen.

Der Auswertungsbogen soll alle wichtigen Daten des Arbeitsganges festhalten, die notwendig sind, um den Arbeitsgang rasch in seinen wichtigen Punkten zu überblicken. Der Auswertungsbogen darf nicht so weit in Einzelheiten gehen, daß man beim Durchsehen desselben Gefahr läuft, die Übersicht über den Gesamtvorgang zu verlieren. Der Auswertungsbogen gibt ein gedruckenes Bild des gesamten Arbeitsvorganges und bereitet die graphischen systematischen Zusammenstellungen vor.

In dem Auswertungsbogen sind alle Zeitangaben mit Ausnahme der maximalen und minimalen Grundzeit¹⁾ Durchschnittszeiten aus den jeweils aufgenommenen Beobachtungsreihen. — Die Erklärung des Ausdrucks *S* erfolgt auf S. 35. — Der Tabellenfaktor und die Akkordzeit werden auf S. 105 ff. behandelt. — Die Begriffe „Aufnahmestückzeit, Grundzeit“ entsprechen sinngemäß Refa, Bl. I—1. (Aufnahmestückzeit also = die bei der Aufnahme gebrauchte Grundzeit + normale Verlustzeit.)

4. Graphische Zusammenstellungen.

Nun sind die Vorarbeiten getroffen für den erwähnten Vergleich zwischen verschiedenen Aufnahmen, der in einfachen graphischen Aufzeichnungen durchgeführt wird. Was man so zusammenstellt und vergleicht, wird von den einzelnen Arbeitsgängen abhängen. Hier ist, wie schon früher hervorgehoben, zu vermeiden, daß man sich zu sehr in Einzelheiten verliert, d. h. man darf nicht zu kleine Arbeiten vergleichen wie etwa Stahl anstellen oder andere „Griffe“.

a) Verlustzeiten.

Stets wird man graphisch auftragen die einzelnen Verlustzeiten, etwa in einer Aufzeichnung nach Abb. 8²⁾.

¹⁾ Siehe Refa, Blatt I—1.

²⁾ Eingetragen sind in Abb. 8 die durch Zeitaufnahmen festgestellten wirklich verbrauchten Verlustzeiten in der Kleindreherei (Zuschlagsgruppe A, S. 60).

Auswertungsbogen		Zeitaufnahme-Nr. Blatt:
(Firma) (Abt.)	Beobachter: Zugewen: Meister: " Betriebsrat: Aufgenommen am: Beginn: Ende:	
Gegenstand: Werkstoff: Type: Vorgang: Bearb. Grad: Teil-Nr. Com.-Nr. Vorgeg. Stückz. Aufgen. Stückz. Nr. u. Type d. Bearb.-Masch.	Name: Lohngruppe: Qual.-Faktor: Arbeiter Nr. u. Abt. Bewertung: bishet. Ø Verdienst: bisher. Akk. Zt. je Stück (Paar):	
Lfd. Nr.	Bearb. Fläche	Vergleichszahl d. Schnittzeit. <i>S</i> Vorschub <i>s</i> Schnittgeschw. <i>v</i> Spantiefe <i>a</i> Spanzahl <i>i</i> Materialzugabe <i>m</i> Arbeits-Stufen
		Verwendetes Werkzeug Vorrichtung Lehren Hauptzeit Spannzzeit Hand-Masch.-Zeit Reine Masch.-Zeit Nebenzeit Meßzeit Handzeit Verlustzeit Wartezeit Instandhaltgs.-zeit Werkzeugzeit Nach-arbeitszeit Persönl. Zeit eigentliche Einricht.-Zeit Verlust-Einricht.-Zeit Anordnung
		Aufnahme-Tabellen-St.-Zt. / <i>st</i> Faktor Verlustzeit: Zuschl. / <i>v</i> Abzüge / <i>z</i> Grundzeit / <i>g</i> min / max Gesamtzeit <i>T'z</i> Akkord-Zeit alt / neu Akkord-Zeit (Aufnahme) Be-merkung
		Bemerkungen
Ausgeführt:	Datum	Name
Geprüft:		

Abb. 7. Auswertungsbogen für Einzelfertigung.

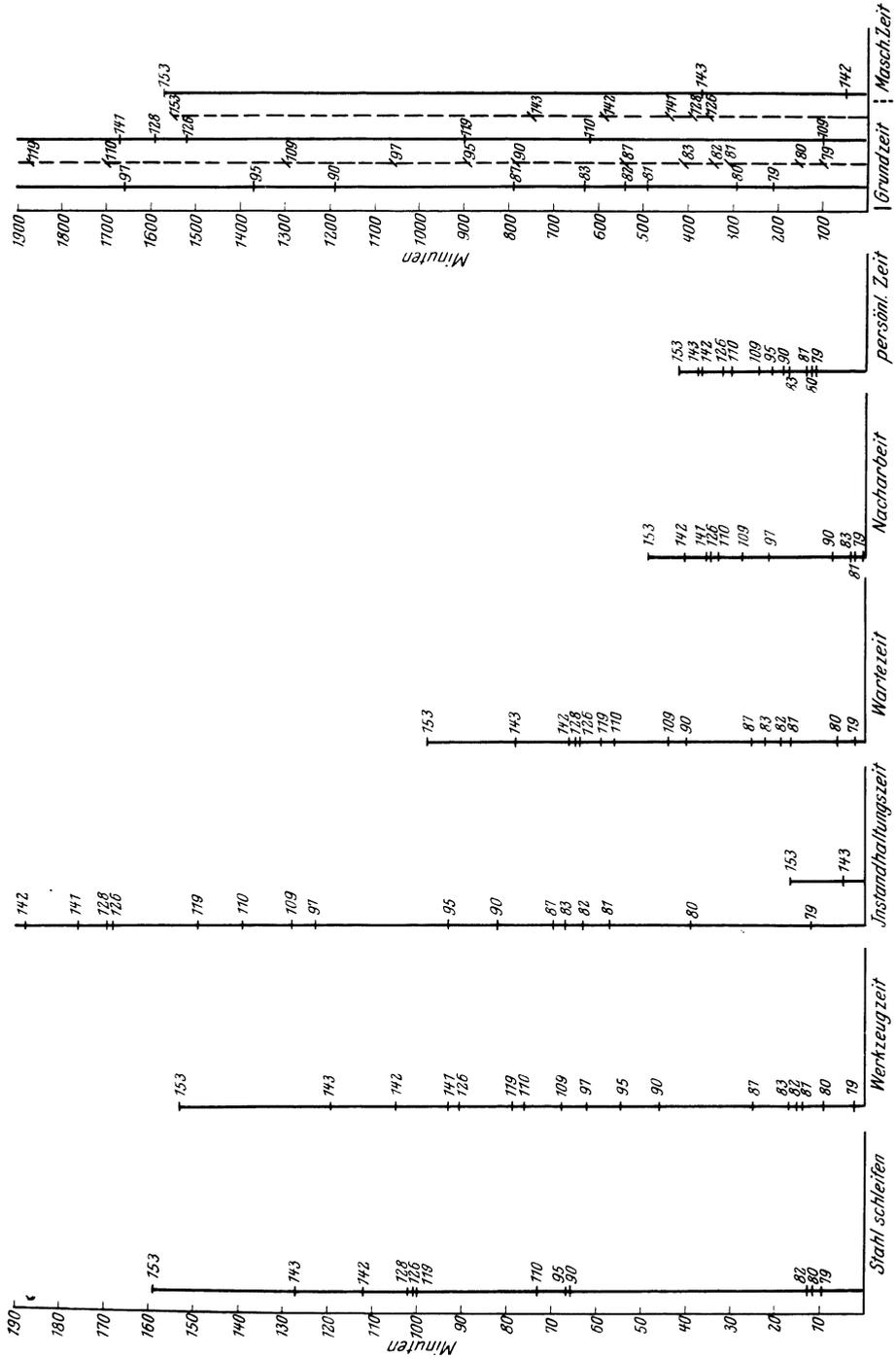


Abb. 8. Graphische Zusammenstellung der beobachteten Verlustzeiten t'_v .

Die Verlustzeiten geben bei Einzelfertigung sehr oft Veranlassung zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen, zur Rationalisierung.

Da es bei den Verlustzeiten stets wichtig ist, neben dem Gesamtumfang der Verlustzeiten und ihrer Verteilung auf die einzelnen Arten der Verlustzeiten auch den Gesamtumfang der in Frage kommenden bisherigen Aufnahmen zu kennen, werden in der Darstellung Abb. 8 die Grundzeiten mit eingetragen, ferner auch die Maschinen- und Handmaschinenzeiten, da die Verlustzeiten „Stahl schleifen“ auf diese Zeiten zu beziehen sind. Die eingetragenen Zeiten sind keine Durchschnittszeiten je Werkstück bei mehr als einer Beobachtungsreihe, sondern die insgesamt beobachteten jeweiligen Zeiten. Die Zusammenstellung nach Abb. 8 wird für jede „Zuschlagsgruppe“¹⁾ getrennt geführt.

In ähnlicher Weise — nach Zuschlagsgruppen getrennt und für ganze Aufnahmen — werden die tatsächlich gebrauchten Verlustzeiten der Aufnahmen abhängig von den jeweils berechneten Zuschlagszeiten aufgetragen. Diese dauernde Überprüfung der Zuschlagszeiten ist erforderlich, weil diese Zeiten von den jeweiligen Betriebsverhältnissen abhängen und weil man gar nicht genug Material zur richtigen Bemessung der Zuschlagszeiten haben kann. Diese Zusammenstellung erfolgt beispielsweise nach Abb. 9. Die Durchschnittskurve für gebrauchte Verlustzeiten abhängig von den Zuschlagszeiten soll bei den angewendeten gleichen Maßstabverhältnissen eine Gerade unter 45° ergeben.

b) Akkordzeittabellen gesamt.

In allen Fällen wird man außer den Verlustzeiten graphisch vergleichen die Zeiten der einzelnen Akkordzeittabellen mit den Aufnahmezeiten. Es ist also zu jeder Akkordzeittabelle — für Sondertabellen und für Tabellen für Elementarvorgänge — ein graphischer Bogen anzulegen wie in Abb. 16 für den Elementarvorgang „Bohrungen drehen“²⁾.

Die schwarz ausgezogenen Linien sind die miteinander verbundenen Tabellenwerte, abhängig von der Länge der Bohrung. Für jeden in der Tabelle enthaltenen Durchmesser ist eine Kurve eingetragen. Die senkrechten roten (|) und blauen (|) Linien geben die Abweichung der Aufnahmestückzeit gegenüber der entsprechenden Tabellenzeit an. Bei den roten Linien ist die Tabellenzeit größer als die Aufnahmestückzeit (Plusabweichung), bei den blauen Linien ist sie niedriger (Minusabweichung). Die strichlierten Plus- und Minusabweichungen (z. B. Aufnahmepunkt 78 in Abb. 16) gelten für Aufnahmen, die auf Grund der Untersuchungen bei

¹⁾ Zuschlagsgruppe ist eine Gruppe von Maschinen oder eine Werkstattabteilung, für die die Verlustzeiten durch gleiche Zuschläge ersetzt werden, etwa die Shapinghobelei, Radialbohrmaschinen, Großdreherei usw., siehe Abschn. IV A 2.

²⁾ Der graphische Bogen der Abb. 16 S. 68, gehört zu der in Abb. 15 wiedergegebenen Akkordzeittabelle.

der Auswertung als abnormal ausgeschieden wurden. Der Aufnahme-
punkt wird genau an der der Länge der Bohrungen nach Zeichnungsmaß
(Fertigmaß) entsprechenden Stelle im Koordinatensystem eingetragen
und mit einem blauen bzw. roten Nullkreis versehen. Um bei etwaigen
späteren Feststellungen irgendwelchen Aufnahme-
punkten auf ihren Ursprung nachgehen zu können, wird auf den graphischen Darstellungen,
die Aufnahmeergebnisse enthalten, bei den Aufnahme-
punkten stets die Nummer der Zeitaufnahme angegeben.

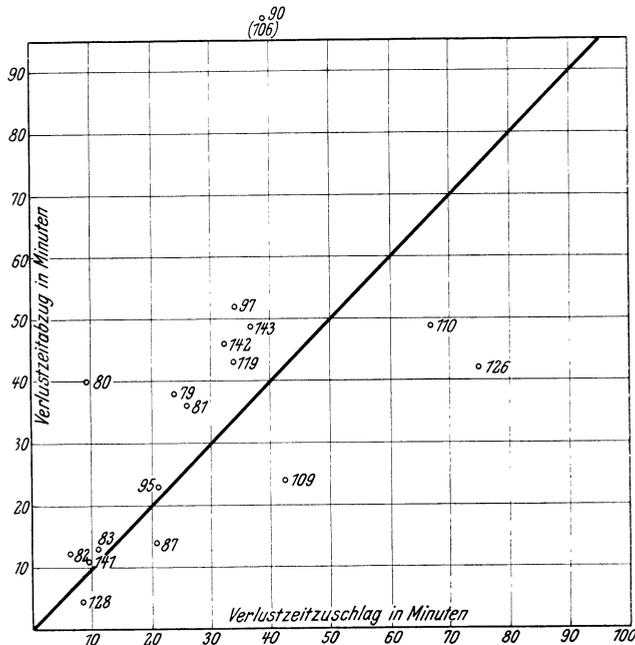


Abb. 9. Vergleich der Verlustzeitabzüge t'_p mit den Verlustzeitzuschlägen t_p .

Der Tabellenpunkt wird bei den durch Zeitaufnahme kontrollierten
Werten mit einem schwarzen Nullkreis versehen und dort eingetragen,
wo tatsächlich die Ablesung in der Tabelle erfolgt, also immer bei dem
nächst höheren in der Tabelle enthaltenen Durchmesser- und Längenmaß.
Der Aufnahme-
punkt und der zugehörige Tabellenpunkt werden in der
Weise verbunden, daß vom Aufnahme-
punkt in senkrechter Richtung bis
zum Ordinatenwert des Tabellenpunktes die rote bzw. blaue Linie ge-
zogen wird und von da rechtwinklig in gleicher Farbe die horizontale
Linie bis zum Tabellenpunkt.

Diese Art der Eintragung der untersuchten Punkte in das graphische
Tabellenbild gestattet, auf rasche und übersichtliche Weise folgendes zu
erkennen:

1. Wie große Abweichungen bestehen zwischen Aufnahme- und Tabellenpunkten? Hierfür ist die Länge der senkrechten roten bzw. blauen Linien der Maßstab.

2. Wie verteilen sich die Abweichungen auf Plus- und Minusabweichungen? Hierfür ist das Verhältnis der senkrechten roten Linien zu den blauen betr. Ausdehnung und Häufigkeit der Maßstab.

3. Welche Tabellenteile sind bereits eingehend untersucht? Es ist zu beachten, daß hierzu nur die Häufigkeit der mit schwarzen Nullkreisen versehenen Tabellenpunkte maßgebend ist in bezug auf Durchmesserabmessungen, da aus den Aufnahmepunkten und deren Lage der Durchmesser der Bohrung nicht ersichtlich ist.

4. Welche Teile der Tabelle sind evtl. zu verbessern? Hier ist das Kennzeichen, daß in dem zu verbessernden Gebiet der graphischen Tabelle eine der beiden Abweichungen (minus oder plus) überwiegend vorhanden ist.

5. Welche Teile der Tabelle können als endgültig angesehen werden? Das sind diejenigen, die

1. eingehend untersucht sind und bei denen
2. eine gleichmäßige Verteilung der Plus und Minusabweichungen vorhanden ist bei nicht allzu großer Ausdehnung der roten und blauen Linien.

c) Bestandteile der Akkordzeittabellen.

Bei den Elementarvorgängen ist es erforderlich, außer der Stückzeit auch ihre Hauptbestandteile in übersichtlicher Weise graphisch zusammenzustellen. Dabei wird nicht nur der Zweck verfolgt, bei einer vorliegenden Aufnahme die Zeiten zu kritisieren, sondern auch die Aufstellung der wichtigen Gebrauchstabellen für Elementarvorgänge vorzubereiten bzw. diese zu verbessern und als weiterer nicht zu unterschätzender Zweck die Schulung des Beobachters. Bei diesen Hauptbestandteilen wird es sich meist um die einzelnen Teile des Berechnungsschemas handeln, nach denen die jeweilige Tabelle berechnet ist. Ganz allgemein werden sich die einzelnen Teile des Berechnungsschemas voneinander unterscheiden durch verschiedene Abhängigkeit von den Veränderlichen, nach denen die Tabelle abgestuft ist, nach Abmessungen des Werkstückes, nach Werkstoff usw.

In den Fällen von Zeitaufnahmen an Maschinen werden stets die Hauptzeiten (Maschinenzeiten) als ein Bestandteil der gesamten Stückzeit zu untersuchen sein, ferner häufig die Nebenzeiten (Hand- und Meßzeiten) und manchmal noch für den betr. Arbeitsgang besondere Arbeiten, z. B. für das Bohren großer Lochtiefen der Zeitaufwand für das Entfernen der Späne aus dem Bohrloch. Besonders wichtig erscheint hier die Untersuchung der Maschinenzeiten.

Um die verschiedenen Aufnahmen mit verschiedenen Abmessungen gleichartiger Bearbeitungsflächen, verschiedenen Maschinenverhältnissen (andere Vorschübe, Geschwindigkeiten) usw. zur Beurteilung der Maschinenzeiten weitgehend miteinander vergleichbar zu machen, wird die „Vergleichszahl der Schnittzeiten“ = S gebildet für jede bearbeitete Fläche.

Die Vergleichszahl der Schnittzeiten.

$$S = \frac{i}{m \cdot v \cdot s}$$

Bei verschiedenen Vorschüben s und Schnittgeschwindigkeiten v für die einzelnen Späne ist der Ausdruck $\frac{1}{m} \cdot \sum \frac{i}{v \cdot s}$ zu bilden. Das ist ein von Form und Größe des Werkstücks unabhängiger Ausdruck.

Es ist dabei wohl zu beachten, daß die Form und Größe des Werkstückes, auch seine Stabilität, für die erreichbare Spanleistung nicht gleichgültig ist und das wird bei den späteren Anwendungsbeispielen berücksichtigt werden; doch dieser Einfluß läßt sich nicht zahlenmäßig einwandfrei angeben. Er ist bei der Beurteilung der Vergleichszahl S schätzungsweise zu berücksichtigen und der Vergleich immer mehr auf gleichartige Werkstücke mit etwa gleichen Größenabmessungen zu beschränken, je mehr Material gesammelt ist.

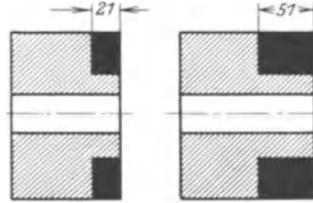


Abb. 10a.

Abb. 10b.

Vergleicht man mit diesem Ausdruck S Maschinenzeiten für das Zer-spanen wesentlich verschiedener Materialzugaben m , z. B. beim Ausdrehen von Stahlrädern nach Abb. 10a und 10b, so muß der Vergleich für Schruppen und Schlichten getrennt ausgeführt werden, da die durchschnittliche in der Größe i steckende Spanstärke pro Span = a in verschiedener Weise durch die an Zahl vielleicht gleichen Schlichtspäne beeinflusst wird.

Es seien folgende Beispielfälle angeführt (s. Abb. 10a u. 10b).

Es wird in beiden Fällen die gleiche Maschinenleistung erreicht und die Maschinendaten sind $v = 14$ m/Min., $s = 0,5$ mm/Umdr. und $t = 5$ mm beim Schruppen und beim Schlichten — ebenfalls in beiden Fällen — $i = 2$, $v = 25$ m/Min., $s = 0,25$ mm/Umdr. Vergleicht man gemeinsam Schruppen und Schlichten, so erhält man im 1. Fall (Abb. 10a) den Vergleichsausdruck

$$\frac{1}{m} \cdot \sum \frac{i}{v \cdot s} = \frac{1}{21} \left(\frac{20}{5} + \frac{2}{25 \cdot 0,25} \right) = \frac{1}{21} \left(\frac{4}{7} + \frac{2}{6,25} \right) = 0,0425.$$

Im 2. Fall (Abb. 10b) erhält man

$$\frac{1}{m} \cdot \sum \frac{i}{v \cdot s} = \frac{1}{51} \cdot \left(\frac{50}{14 \cdot 0,5} + \frac{2}{25 \cdot 0,25} \right) = \frac{1}{51} \left(\frac{10}{7} + \frac{2}{6,25} \right) = 0,0343.$$

Man erhält also infolge des verschiedenen Anteils der Schlichtzeiten an den Gesamtschnittzeiten zwei vollständig verschiedene Werte für den Vergleichsausdruck, obwohl doch in beiden Fällen genau die gleiche Maschinenleistung vorliegt. — Vergleicht man Schruppen und Schlichten getrennt, so ergeben sich folgende Vergleichsausdrücke:

Schruppen, Fall 1:

$$\begin{aligned} & \frac{20}{5} \\ &= \frac{20}{20 \cdot 14 \cdot 0,5} = 0,0285. \end{aligned}$$

Fall 2:

$$S_{\text{Schr.}} = \frac{50}{50 \cdot 14 \cdot 0,5} = 0,0285.$$

Beim Schlichten kann man für die Vergleichszwecke die Materialzugabe m' unberücksichtigt lassen, da sie immer als gleich angenommen werden kann, so daß sie das maßgebende Verhältnis der Vergleichszahlen nicht ändert. Es wird nicht die absolute Größe der Vergleichszahlen beurteilt, sondern es werden die unter gleichen Bedingungen gewonnenen und für die gleichen Verhältnisse geltenden Vergleichsausdrücke miteinander verglichen. Man erhält für Schlichten im Fall 1:

$$S_{\text{Schl.}} = \frac{2}{25 \cdot 0,25} = 0,32.$$

Im Fall 2:

$$S_{\text{Schl.}} = \frac{2}{25 \cdot 0,25} = 0,32.$$

Es ergibt sich in beiden Fällen die gleiche Maschinenleistung, wovon ausgegangen wurde.

Die für Schruppen und Schlichten gewonnenen Vergleichszahlen sind nach dem oben Angeführten nicht miteinander zu vergleichen.

Bei der Bearbeitung von Gußeisen kann m meist weggelassen werden, da normalerweise mit annähernd gleichen Materialzugaben gerechnet werden kann und, wie bereits erwähnt, dann das maßgebende Verhältnis der Vergleichsausdrücke nicht geändert wird. Ebenso kann bei Gußeisen im allgemeinen, also nicht bei gewissen Sonderuntersuchungen, der Schrupp- und Schlichtvorgang zur Bildung des Vergleichsausdrucks zusammengefaßt werden, da die durchschnittliche Spanstärke t durch den

Schlichtvorgang bei gleichem m und gleichartigem Vorgang im allgemeinen in gleicher Weise beeinflusst wird.

5. Untersuchung auf Betriebsverbesserungen.

Ein wichtiger Punkt der Auswertung ist die kritische Beurteilung der Arbeit, besonders auf Verbesserungsmöglichkeiten hin wie Untersuchung der Zweckmäßigkeit der angewendeten Vorrichtungen, Werkzeuge, Lehren, der Bearbeitungsweise im ganzen, d. h. z. B. ob vorteilhafter zu fräsen anstatt zu hobeln oder ob die zerspanende Arbeit auf Werkzeugmaschinen vorteilhafter durch Schmiedearbeit ganz oder teilweise ersetzt werden kann.

Zur Durchführung dieses Punktes der Auswertung hat der Zeitaufnahmebeamte die bei den Aufnahmen festgestellten Mängel und Vorschläge für Verbesserungen laufend in eine Übersicht einzutragen, etwa in eine Kartei „Betriebsverbesserungen“ (vgl. Abschnitt V C).

Die einwandfreie Durchführung dieser Aufgabe ist eine sehr wichtige Grundlage zur Rationalisierung, die wieder einer der Hauptvorteile ist, die bei Zeitstudien erreicht werden. Auf diesen Punkt der Auswertung wird in dem Abschnitt „Rationalisierung“ nochmals zurückgekommen.

6. Ermittlung der Stückzeiten.

Die Zeiten, die den besprochenen Vergleichen dienen und die aus den Aufnahmen zu entnehmenden Akkordzeiten müssen nach einheitlichen Gesichtspunkten gewonnen sein. Die bei der Zeitaufnahme gewonnenen Zeiten müssen erst einen Reinigungsprozeß durchmachen, ehe sie zu vergleichenden, systematischen Untersuchungen und als Akkordzeiten verwendet werden können.

Dieser Reinigungsprozeß bis zur Ermittlung des bestmöglichen Vorgangs wird bei der Auswertung im allgemeinen nach der Aufgliederung in Griffgruppen vorgenommen, der weitere Teil des Reinigungsprozesses nach der Zusammenfassung in Arbeitsstufen und Übertragung auf den Auswertungsbogen.

Das Ergebnis des Reinigungsprozesses ist die Ermittlung der „Aufnahme-Stückzeit“ (t'_{st}), d. i. die auf die durchschnittlichen Betriebsverhältnisse und den Durchschnittsarbeiter bezogene Arbeitszeit unter Zugrundelegung des auf Grund der Zeitaufnahme festgestellten bestmöglichen Vorgangs. Diese Zeit (t'_{st}) wird zum kritischen Vergleich der Aufnahmeergebnisse und als Unterlage für die Akkordbestimmung und die Vorkalkulation verwendet.

a) Fremdzeiten.

Von der bei der Zeitaufnahme aufgenommenen Zeit werden die nicht zu dem betr. Arbeitsgang gehörigen Zeiten T'_F (Index als Abkürzung

¹⁾ Die mit ' bezeichneten Zeiten sind die Zeiten der Aufnahme.

von „fremd“ zu deuten) in Abzug gebracht, d. s. die in Gruppe 14 (s. Abschnitt III B 1) fallenden Zeiten.

b) Feststellung des bestmöglichen Vorgangs.

Es ist die Zeit des bestmöglichen Vorgangs aufzufinden. Das kommt in Frage in den Fällen, wo der Beobachter mehrere Bearbeitungsmöglichkeiten aufgenommen hat und wo vermeidbare Zeiten — im Sinne des bestmöglichen Vorgangs — in der Aufnahme enthalten sind. Bei der Beurteilung des „Vermeidbaren“ sind auch alle Begleitumstände zu berücksichtigen, z. B. das öftere Schleifen des Fräsers bei größerer Spanleistung. Es entspricht dann die gefundene Zeit = Aufnahmegesamtzeit = T'_z dem bestmöglichen Vorgang.

c) Verlustabzüge und -zuschläge.

Die Zeiten werden den durchschnittlichen Betriebsverhältnissen angepaßt durch Abzug der Verlustzeiten der Aufnahme (t'_v) und durch Zuschlag des Verlustzeitzuschlags (t_v bzw. t_{ev}).

Der Ersatz der Verlustzeiten durch normale Verlustzeitzuschläge erfordert eingehende Untersuchungen durch Zeitaufnahmen zur Ermittlung der Höhe und der Abstufung der Zuschläge. Der hierfür vielfach angewendete Zuschlag von 20% der Grundzeit, ganz unabhängig von der Art der Maschine und der Arbeit hält einer ernsten Kritik nicht stand.

Die Notwendigkeit, der genauen Ermittlung der Verlustzeiten größte Aufmerksamkeit zu schenken, geht auch daraus hervor, daß gerade die Verlustzeiten erfahrungsgemäß bei Akkorddifferenzen mit der Arbeiterschaft oft Veranlassung zu Meinungsverschiedenheiten geben.

d) Qualität des Arbeiters.

Die Arbeitszeiten werden der Leistungsfähigkeit des Durchschnittsarbeiters angepaßt durch Multiplikation mit dem „Qualitätsfaktor“ Q des betr. Arbeiters. Man erhält dann die Aufnahmestückzeit t'_{st} (bzw. t'_s)¹⁾.

Die Ermittlung des Qualitätsfaktors Q ist eine der heikelsten Fragen beim Zeitstudium, und es kann wohl behauptet werden, daß es eine einwandfreie Methode zur objektiven Ermittlung der Qualität der Arbeiter noch nicht gibt. Im vorliegenden Werk wurde der Qualitätsfaktor Q errechnet aus dem Durchschnittsverdienst des betr. Arbeiters in den letzten 8 Wochen = D_A zu dem Durchschnittsverdienst D_K der betr. Arbeiterkategorie (z. B. Radialbohrer, Kleindreher, Shapinghobler) in der gleichen Zeit, also

$$Q = \frac{D_A}{D_K}.$$

¹⁾ Vgl. Refa, Blatt I—1.

Es ergab sich dabei oft bei der Berechnung von Q ein Wert $< 1,0$ bis etwa zu $0,92$ herunter. Doch wurde bei der Auswertung in diesen Fällen mit $Q = 1,0$ gerechnet, da hier der geringere Verdienst auf ungünstige Akkorde u. ä. zurückzuführen war, und da die Zeitaufnahmen grundsätzlich nicht bei schlechten Arbeitern vorgenommen wurden bzw. wenn die ungenügende Leistungsfähigkeit des Arbeiters erst während oder nach der Zeitaufnahme erkannt wurde, die Aufnahme für ungültig erklärt wurde.

Mit dieser Berücksichtigung der Qualität des Arbeiters wurden gute Erfahrungen gemacht, so daß keine Veranlassung vorlag zu einer komplizierteren Bestimmung von Q . Es ist hierbei zu berücksichtigen, daß bei den vorliegenden Betriebsverhältnissen der Einzelfertigung die einzelnen Arbeiter oft wechselnde Arbeit bekamen.

C. Beispiel für die Auswertung einer Zeitaufnahme.

Drehen einer Riemenscheibe, Durchmesser = 150 mm, Anh. Abb. 30.

Die allgemeinen beschreibenden Angaben sind auf der Vorderseite des Auswertungsbogens, Abb. 11a enthalten. Abb. 12a bis g enthält das Protokoll der Zeitaufnahme, den Beobachtungsbogen, und zwar der Einfachheit halber in der Form, die er nach der Auswertung hat. Die in den Längsspalten 1, 2, 3, 19, 20 enthaltenen Eintragungen werden bei der Zeitaufnahme vorgenommen.

Die Auswertung geht nach folgenden Punkten vor sich:

1. Griffzeiten in Griffgruppen eintragen.

Es werden aus den Fortschrittszeiten die auf jeden Griff bzw. Summe von Griffen (Ifd. Nr. 17 in Abb. 12a) entfallenden Teilzeiten gebildet und auf dem Beobachtungsbogen in der betr. Querspalte in die Längsspalte der entsprechenden Griffgruppe eingetragen. Dadurch entsteht die Ausfüllung der Längsspalten 4 bis 18, wie sie in Abb. 12a bis g enthalten ist. Zur Kontrolle, daß keine Rechenfehler dabei unterlaufen, werden seitenweise die Zeiten in den einzelnen Griffgruppen addiert (in Querspalte Sa) und ebenso diese Zeiten zur Quersumme addiert, so daß man dann die bis dahin verfllossene Aufnahmezeit erhält, die in der Fortschrittszeit steht. Die Summe der vorhergehenden Seiten (in Querspalte „Übertrag“) wird stets mitaddiert. Bei der Kontrolle der Quersumme durch die Fortschrittszeit ist die Anzahl der Umläufe der Stoppuhr von je 30 Minuten zu berücksichtigen.

33	c	1. Schrupperspan drehen, messen	13,6	2,6	0,3															8	Bearbeitungszu- gabe bei c = ~4 mm			
																						v.H. ~ 2,8		
34	c	2. Span	14,2	0,6																13				
35	c	Stahl umspannen	14,4		0,2															v.H. ~ 1				
36	b	Eck abrunden	14,7	0,3																15	IV ₂			
37	c	Support einstellen	14,8		0,1															v.H.				
38	c	Stahl ausspannen, ablegen	15,1		0,3																			
39	c	Maß in Zirkel nehmen	15,8		0,7																VI ₁			
40	c	Bohrstahl einspannen, Support verstellen	17,0		1,2																			
41	c	Stahl festspannen, Riemen um- legen	17,4		0,4																			
42	c	Riemen umlegen, Vorgelege aus- schalten	18,1		0,7																tief zu langsam			
43	c	Stahl ausspannen, schleifen, einspannen	19,4							1,3														
44	f	1. Schrupperspan in Bohrung	21,4	2,0																13	Schnellstahl			
	Bb	Datum	29,2	0,7	0,3	7,5	2,1	0,4	0,7												6,4	0,9	5,0	
	Aus- gef.	Name	51,4	10,8	4,4	7,5	5,6	1,6	3,4													6,4	0,9	5,0
	Gepr.	Sa.																						

Abb. 12 b.

Lfd. Nr.		Bearb. Fläche	(Firma) (Abtlig.)	Beobachtungsbogen (Fortsetzung)											Zeitaufnahme-Nr. 75 Blatt 4			Bemerkung				
				Fortschrittszeit	Hauptzeit			Nebenzzeit		Verlustzeit						Einrichtzeit			Anordnung		Schnittgeschw. v	
					Reine Masch.-Zeit	Hand-Masch.-Zeit	Spannzeit	Handzeit	Meßzeit	Stahlschleifen	Werkzeugzeit	Instandhaltungszeit	Wartezeit	Nacharbeitszeit	Persönliche Zeit	Eigentliche Einrichtzeit	Verlust-Einrichtzeit	Vorschub S	Spanntiefe a			
67	<i>f</i>		Zerlegung des Arbeitsvorganges im Griffe	19,3		0,6			0,2													
			<i>Bohrung schaben, messen</i>																			
68			<i>Support verstellen, Stahl ausspannen</i>	19,8				0,5														
69			<i>Schlichtstahl einspannen</i>	20,8				1,0													III ₂	
70			<i>Vorgelege einschalten, Riemen umlegen</i>	21,2				0,4														
71	<i>a</i>		<i>schlichten ansetzen, messen</i>	21,7		0,3			0,2													
72	<i>a</i>		<i>schlichten ansetzen, messen von vorn</i>	22,0		0,2			0,1													
73	<i>a</i>		<i>schlichten von vorn</i>	25,0		3,0													26		aufgeschw. Schnellrehstahl	
74			<i>Support verstellen, Riemen umlegen</i>	25,3				0,3													IV ₃	
75			<i>Vorgelege ausschalten</i>	25,7				0,4														
76	<i>b</i>		<i>schlichten</i>	26,2		0,5													26			$v.H. - 0,2$

77	schlichten	26,8	0,6	0,3							I ₃	V ₂		
													v.H. ~0,2	
78	Support vorstellen	27,1												
79	feilen	27,7	0,6									IV ₄ V ₃		
b c														
80	Werkstück abspannen, ablegen	28,4		0,7								II ₂		
Unterbrechung durch andere Arbeit														
	Beginn	0,0										VII		
81	Büchse einschlagen	1,6		1,6										
82	Stange holen	2,7										I ₃		
83	Planscheibe abnehmen	3,7												
84	Dreibackenfutter anbringen	4,4												
85	Werkstück aufspannen	5,2	0,8									VIII ₁		
86	Werkstück einrichten	6,1	0,9											
87	Support vorstellen	6,6		0,5								IX ₁		
Btb. / Datum		Name		Uebring										
Ausg.		78,5	18,4	4,7	7,5	7,4	2,4	3,4				6,4	4,9	17,6
gef.		95,0	21,6	7,3	9,9	10,8	4,5	3,4				8,1	6,0	17,6
Gepr				Sa.										

Abb. 12d.

(Firma) (Abt.)		Beobachtungsbogen (Fortsetzung)										Zeitaufnahme-Nr. 75 Blatt 5		Bemerkung					
		Lfd. Nr.	Bearb. Fläche	Zerlegung des Arbeitsvorganges in Griffe	Fortschrittszeit		Hauptzeit			Nebenzzeit		Verlustzeit			Einricht- zeit		Anordnung	Schnitt- geschw. v	
Reine Masch.-Zeit	Hand- Masch.-Zeit				Spannzeit	Handzeit	Meßzeit	Stahl schleifen	Werkzeugzeit	Instand- haltungszeit	Wartezeit	Nacharbeitszeit	Persönliche Zeit	Eigentliche Einrichtzeit	Verlust- Einrichtzeit	Vor- schub S		Spann- tiefe a	
88					7,2					0,6									
89					8,4				1,2										
90					8,7		0,2			0,1									Schnellstahl
91					9,5		0,8											26,5 0,5	1,5
92					10,3					0,8									Messing
93					11,2		0,9											26,5 0,5	0,5
94					11,3					0,1									Messing
95					11,9														
																			gehört zu anderer Arbeit
96					15,0														
																			I_4
97					15,4														
																			I_{X_2}

(Firma) (Abt.g.)		Beobachtungsbogen (Schluß)										Zeitaufnahme-Nr. 75 Blatt 7		Bemerkung				
Lfd. Nr.	Bearb. Fläche	Fortschrittszeit		Hauptzeit			Nebenzzeit		Verlustzeit			Einricht- zeit			Anordnung	Schnitt- geschw. v	Spann- tiefe a	Vor- schub S
		Reine Masch.-Zeit	Hand- Masch.-Zeit	Spannzeit	Handzeit	Meßzeit	Stahl schleifen	Werkzeugzeit	Instand- haltungszeit	Wartezeit	Nacharbeitszeit	Persönliche Zeit	Eigentliche Einrichtzeit	Verlust- Einrichtzeit				
132	Messen																	
133	Support verstellen, Riemen umlegen					0,4												
134	Feilen, schmirgeln					0,1												XI ₃ XII ₃
d e																		
135	Werkstück umspannen																	XIII
136	Support verstellen, Stahl an- stellen						0,3											XIV
137	Messingbüchse sauber drehen, plan							0,2										
138	Support verstellen																	
139	Fliegenden Dorn entfernen																	I ₆
140	Werkstück abspannen, ablegen																	X ₂
Btb.	Datum	Übortrag																
Aus- gef.	Name	121,9	12,7	11,4	16,1	8,1	3,4	0,8			5,2	0,6			10,6	10,7	18,2	
Gepr.	Kummer	125,8	24,1	14,8	12,0	16,6	3,4	0,8			5,2	0,6			10,9	10,7	18,2	

DIN Format A 4

Abb. 12g.

2. Ermittlung des bestmöglichen Vorgangs.

Es wird der bestmögliche Vorgang ermittelt: Die Untersuchung, aus verschiedenen Bearbeitungsmöglichkeiten die günstigste auszusuchen, fällt im vorliegenden Beispiel weg, da nur eine Bearbeitungsmöglichkeit aufgenommen ist, die nach Ansicht des Beobachters und des Meisters dem bestmöglichen Vorgang entspricht. An einzelnen vermeidbaren Zeiten ist die Wartezeit, lfd. Nr. 55 im Beobachtungsbogen abzusetzen, die entsprechend den Ausführungen in Abschnitt II A nicht zum bestmöglichen Vorgang gehört. Es ist also die aufgenommene Zeit — natürlich ohne die „Anordnungs“-Zeiten — nach Abzug der Wartezeit, lfd. Nr. 55, = 12,6 Minuten die dem bestmöglichen Vorgang entsprechende Gesamtzeit T_z .

3. Zusammenfassung in Arbeitsstufen.

Auf dem Beobachtungsbogen werden die Griffe zu Arbeitsstufen zusammengefaßt und in der letzten Längsspalte durch Numerierung der Arbeitsstufen mit I, II, III gekennzeichnet. Die zu diesen Zahlen tretenden Indizes (I_1 , II_3) bezeichnen in fortlaufender Numerierung die einzelnen Teile einer Arbeitsstufe, die durch ihre Unterbrechung durch andere Arbeitsstufen gebildet werden. So besteht z. B. die Arbeitsstufe „Bearbeiten der Längsfläche α “ aus den beiden Teilen III_1 und III_2 , die durch mehrere andere Arbeitsstufen oder Teile davon getrennt sind.

Die Abgrenzung der einzelnen Arbeitsstufen wird durch Querstriche (in Abb. 12: —, in Wirklichkeit farbig) kenntlich gemacht.

4. Ermittlung der Aufnahmestückzeiten.

a) Auf dem Beobachtungsbogen werden die Fremdzeiten T'_F und die Verlustzeiten t'_v kenntlich gemacht (T'_F rot eingerahmt, t'_v rot unterstrichen). Die Fremdzeiten sind mit ihrer Hervorhebung im Beobachtungsbogen für die weiteren Ermittlungen der Zeiten abgetan.

b) Die Zeiten in den einzelnen Griffgruppen werden für die einzelnen Arbeitsstufen addiert und die Summen auf dem Auswertungsbogen (Abb. 11 a—b) eingetragen.

c) Die Zeiten der zu jeder Arbeitsstufe gehörigen Griffgruppen werden addiert (als Quersumme auf dem Auswertungsbogen) und man erhält die „Gesamtzeit“ T_z für jede Arbeitsstufe.

d) Die Abzüge $=t'_v$ für die einzelnen Verlustzeiten werden bei den Arbeitsstufen im Auswertungsbogen als Minusbetrag eingetragen sowie die gesamte Verlustzeit t'_v für jede Arbeitsstufe und die maximale und minimale „Grundzeit“ für jede Arbeitsstufe eingetragen $=t'_g$.

e) Die Zuschlagszeiten t_p werden für jede Arbeitsstufe errechnet. Diese betragen im vorliegenden Fall entsprechend den Ermittlungen und Festsetzungen für Kleindrehbänke (Abschnitt IV, A 2):

5% der Maschinenzeiten (Griffgruppe 1 und 2) für Stahl schleifen,
6 Minuten für Lehren holen,
9% der Grundzeit für alle anderen Verlustzeiten.

f) Der Qualitätsfaktor Q des Arbeiters wird auf Grund der der Lohnstatistik entnommenen Durchschnittsverdienste der letzten 4 Lohnperioden ermittelt. Er ergibt sich im vorliegenden Falle zu 0,98; entsprechend den Ausführungen in Abschnitt III B 6d wird mit $Q = 1,0$ gerechnet.

g) Auf dem Auswertungsbogen wird für jede Arbeitsstufe die Stückzeit t'_{st} ermittelt nach der Formel

$$t'_{st} = (T'_z - t'_v + t_v) \cdot Q,$$

sowie die Akkordzeit durch Berücksichtigung des Tabellenfaktors, Der Tabellenfaktor¹⁾ sei = 1 angenommen, dann ist die Akkordzeit = Aufnahmestückzeit.

5. Schnittzeiten.

Die Maschinendaten (i, v, s, a) für die einzelnen Bearbeitungsflächen werden auf den Auswertungsbogen übertragen und für jede Fläche die Vergleichszahl der Schnittzeiten gebildet und im Auswertungsbogen eingetragen.

6. Graphische Eintragungen.

Die auf dem Auswertungsbogen zusammengefaßten Ergebnisse werden zur näheren Untersuchung auf die dafür vorgesehenen graphischen Bogen übertragen, beispielsweise für

- a) Verlustzeiten,
- b) Gesamtzeiten für Arbeitsstufen,
- c) Vergleichszahlen der Schnittzeiten sowie Hand- und Meßzeiten bei Arbeitsstufen mit Schnittzeiten.

Auf Grund eines kritischen Vergleiches mit den Ergebnissen anderer Zeitaufnahmen wird unter Zugrundelegung der graphischen Aufzeichnungen beurteilt, ob die Zeiten t'_{st} der Zeitaufnahme für die Akkordfestsetzung verwendet werden können. Die Untersuchung beispielsweise für Arbeitsstufe VI der Zeitaufnahme, für das Drehen der Bohrung, ergibt folgendes (vgl. Abb. 13, 14 und 16):

Der aufgenommene Vorgang (Drehen der Bohrung) ist ungünstig. Sowohl die Vergleichszahl der Schnittzeiten als auch die Summe der Hand- und Meßzeiten ergibt einen Mehrverbrauch der betr. Zeiten von $\approx 20\%$ gegenüber dem Durchschnitt der entsprechenden Zeiten anderer Aufnahmen mit ähnlichen Abmessungen der Bohrung. Laut Beobachtungsbogen ist der Grund, daß der Dreher 6 Späne brauchte, um die Bohrung auf die verlangte Lehrenhaltigkeit zu drehen, ohne die große

¹⁾ Näheres siehe Abschnitt VII.

Spanzahl durch erhöhten Vorschub oder Schnittgeschwindigkeit auszugleichen. Das vorliegende Aufnahmeergebnis liegt gerade noch innerhalb der Grenze $\pm 25\%$, die für die Tabelle Abb. 15 über Bohrungen drehen ohne Begründung durch besonders ungünstige Verhältnisse als zulässig angenommen werden (vgl. Abschn. IV B 1 f). Der Umstand, daß andere Aufnahmen über Drehen von Bohrungen, die beim gleichen Dreher aufgenommen wurden (Aufnahme 158 und 192 Abb. 13, 14 und 16), wenn auch nicht sehr günstige, so doch bedeutend günstigere Ergebnisse lieferten wie Aufnahme 75, gibt Veranlassung, die Minusabweichung von 23% nicht auf geringe Leistungsfähigkeit des Drehers zurückzuführen.

7. Verbesserungsvorschläge.

Die auftretenden Verlustzeiten t_v bei Aufnahme 75 geben außer der bereits ausgeschiedenen Wartezeit, lfd. Nr. 55 noch bei den Zeiten für Lehrenholen Anlaß, auf Verbesserung der Arbeitsvorbereitung hinzuweisen. Der bei der Aufnahme beobachtete Mangel, daß zu wenig Lehren da waren, so daß der Arbeiter zweimal Lehren holen mußte, kann nicht ohne weiteres Veranlassung geben, neue Lehren anzuschaffen; um das zu rechtfertigen, müßte sich dieser Fall öfter wiederholen. Der beobachtete Mangel (zweimal Lehren holen, da nicht genügend vorrätig) wird in die Kartei „Betriebsverbesserungen“ eingetragen, ebenso die beobachtete Zeit für das Holen der Rotgußbüchse.

IV. Normzeittabellen.

A. Allgemeine Gesichtspunkte.

Für die für Einzelfertigung wichtige Untersuchung der Elementarvorgänge und für Kalkulationszwecke ist die Aufstellung von Zeittabellen für diese Elementarvorgänge erforderlich, von „Normzeittabellen“¹⁾, wie man sie nennen kann. Diese Normzeittabellen sind „Gebrauchstabellen“ im Sinne des Refa. Sie umfassen zwar größere Zeitkomplexe, können aber trotzdem wohl als eine gewisse Ergänzung der in der Refa-mappe bisher veröffentlichten Gebrauchstabellen für die Dreherei²⁾ angesehen werden.

Die Aufstellung solcher Tabellen erfordert Erfahrung und möglichst viel gesammeltes Material, das Aufschluß über die tatsächlichen Werkstattverhältnisse gibt. Das Material wird durch Zeitaufnahmen gesammelt.

¹⁾ Definition von Porstmann: Eine Norm ist die gleiche Lösung (Tabelle) einer sich wiederholenden Aufgabe (Elementarvorgang).

²⁾ Refa-Blätter VIII Dr. VI—22 und VI—24. Hegner: Lehrbuch der Vorkalkulation S. 69 u. 123.

1. Die Wirtschaftlichkeit der Normzeittabellen.

Die Aufstellung der Normzeittabellen ist für die Wirtschaftlichkeitsfrage des Zeitstudiums, insbesondere bei Einzelfertigung, von großer Bedeutung. Zur Entkräftung des Einwandes der Unwirtschaftlichkeit solcher Tabellen, den man ja oft ganz allgemein gegen das Zeitstudium bei Einzelfertigung erhebt, ein kurzes Beispiel:

Der Zeitaufwand für die zur Aufstellung der im folgenden Abschnitt IV B entwickelten Tabelle über „Drehen von Bohrungen“ verwendeten Aufnahmen betrug 1052 Minuten. Rechnet man für Vorbereitung und rechnerische Auswertung der Aufnahmen etwa die Hälfte davon zu, also zusammen etwa 26 Stunden, ferner für die Aufstellung des Berechnungsschemas und Ausrechnung der Tabellenwerte etwa 12 Stunden, so ergibt sich der gesamte Zeitaufwand für die Aufstellung der Tabelle zu etwa 38 Stunden. Davon entfällt etwas über die Hälfte der Zeit — Aufnahme und Anleitung zur Aufstellung des Berechnungsschemas — auf einen hochwertigen Angestellten, die andere Hälfte ist einfache Rechenarbeit und kann von untergeordneten Kräften ausgeführt werden. Man kann also die Zeit von 38 Stunden in ihrem Geldbetrag mit dem 1,2fachen eines Facharbeiters, also mit etwa 46 Facharbeiterstunden vergleichen. (Vergleich mit Facharbeiter deshalb, weil Facharbeiter nach der Tabelle arbeiten). Rechnet man dazu noch Bureauunkosten usw., so ergibt sich ein Gesamtaufwand von etwa 50 Facharbeiterstunden für die Aufstellung der Tabelle.

Die laufenden Kalkulationskosten ergeben sich folgendermaßen überschlägig: Zur Bildung der Zeiten für die Bohrungen der Zeitaufnahmen (1052) Min. wären 17 Tabellenablesungen erforderlich. Jede einschließlich des Herauslesens der Abmessungen aus der Zeichnung und des Eintragens in die Bearbeitungskarte zu 2 Minuten gerechnet, ergibt 34 Minuten = $\frac{1}{30}$ der Bearbeitungszeit.

Nach Fehse¹⁾ wäre dann die Aufstellung der Tabelle wirtschaftlich, wenn der einmalige Zeitaufwand der Tabellenaufstellung $\leq 10 - 3 = 7\%$ der Bearbeitungsdauer der nach der Tabelle berechneten Zeiten beträgt, d. h. wenn die Bearbeitungszeiten ≥ 700 Stunden sind.

Nun betragen die Zeiten für das Drehen der Bohrungen (1052 Min.) etwa 25% der Gesamtzeiten für die betreffenden Arbeitsstücke (4102 Min.). Die Arbeitsstücke sind dabei Werkstücke, wie sie in der betr. Werkstatt mindestens zur Hälfte vorliegen. 700 Stunden für Bohrungen drehen würden also einer Gesamtarbeitszeit in der betr. Werkstatt von $4 \cdot 700 \cdot 2 = 5600$ Stunden entsprechen, d. i. bei 15 Drehern (nach vor-

¹⁾ Fehse nimmt als durchschnittliches Kriterium für die Wirtschaftlichkeit des Zeitstudiums an, daß die Kalkulationsdauer nicht über $\frac{1}{10}$ der Bearbeitungsdauer gehen darf.

liegendem Fall) etwa 2 Monate. Danach würde die Aufstellung der Tabelle bereits bei einer Anwendungsdauer von 2 Monaten wirtschaftlich sein.

Es muß betont werden, daß diese Berechnung nach Fehse zunächst noch kein Nachweis für die Rentabilität der Tabelle ist; sie sagt nur aus, daß bei 2 Monaten Gültigkeitsdauer der Tabelle der Verlust, den man durch genaue Stückzeitrechnung gegenüber der Methode des rohen Schätzens ganzer Arbeitsgänge erleiden kann, 10% der Arbeitszeit nicht übersteigt. Man kann nun aber tatsächlich annehmen, daß die durch genaue Stückzeitrechnung gewonnenen Vorteile diesen Betrag überschreiten, der sich ja bei längerer Anwendung der Tabelle dauernd verringert (er beträgt bei etwa 8 Monaten Anwendungsdauer 5% und nähert sich dann asymptotisch 3%). Diese Vorteile lassen sich nicht ohne weiteres zahlenmäßig erfassen. Sie beruhen unter anderem darin, daß die Zeit für Akkordstreitigkeiten zwischen Betriebsleitung und Arbeiterschaft verringert wird, daß durch Verbesserung der Arbeitsmethoden die Arbeitszeiten herabgesetzt werden, der Umsatz gesteigert wird und damit die prozentualen Unkosten verringert werden, daß die besonders zu bezahlenden Verlustzeiten (Wartezeiten usw.) durch genaue Erfassung, wo und in welcher Höhe sie auftreten, verringert werden, und daß die gesamte Selbstkostenberechnung einschließlich der Offertkalkulation auf eine gesunde Basis gestellt wird.

2. Die Verlustzeiten.

Da die Normzeittabellen normalen Arbeitszeiten entsprechen sollen, in denen die Verlustzeitzuschläge und -abzüge berücksichtigt sind, sei die Ermittlung dieser Zuschläge, wie sie im untersuchten Werk praktisch durchgeführt wurde, vorher kurz erläutert.

Es stehen zur Ermittlung der Durchschnittsbeträge der Verlustzeiten keine zu diesem Zweck systematisch vorgenommenen Zeitaufnahmen zur Verfügung, sondern nur die anlässlich von Akkordbeanstandungen gemachten Aufnahmen. In diesen können, da der in Abschnitt II D 2a aufgestellte Grundsatz, in der Unterteilung des Arbeitsganges in Griffe soweit als möglich zu gehen, beachtet ist, die aufgetretenen Verlustzeiten auch nachträglich ganz einwandfrei festgestellt werden. Die Unterlagen, die zur Ermittlung der Durchschnittsbeträge für Verlustzeiten verwendet werden, sind demnach richtig, doch lückenhaft. Die genaue Ermittlung der Zuschlagszeiten = durchschnittliche Verlustzeiten durch lückenlose Versuchsreihen bedingt die Sammlung von außerordentlich viel Material durch Zeitaufnahmen, somit also viel Arbeit und Kosten. Würden nicht mehrere Zeitbeobachter sich eine längere Zeit lediglich mit der Untersuchung der Zuschlagszeiten beschäftigen, so würden, bis die Untersuchung beendet wäre, möglicherweise durch

Organisations- oder Werkstattverbesserungen die weiter zurückliegenden Aufnahmen bereits überholt sein oder vielleicht die Richtigkeit der ermittelten Zuschlagszeiten nur eine kurze Zeit lang gewährleistet sein. Bedenkt man ferner, daß der Geltungsbereich der ermittelten einzelnen Zuschlagszeiten nicht sehr groß ist, da kein Großbetrieb oder sehr gleichartige Teilerzeugnisse vorliegen, so mußte die Durchführung langwieriger Versuchsreihen eigens zum Zweck der Ermittlung der Zuschlagszeiten als unwirtschaftlich bezeichnet werden.

Die Regelung der Zuschlagszeiten für die Dreherei erfolgte folgendermaßen: Die Verschiedenartigkeit der Drehbänke und der darauf zu bearbeitenden Werkstücke bedingt im untersuchten Werk eine Einteilung derselben in *Zuschlagsgruppen*, da nicht für alle die gleichen Zuschläge in Betracht kommen. Die Einteilung wird nach dem Gesichtspunkt vorgenommen, daß bei den Maschinentypen, bei denen lange „reine Maschinenzeiten“ auftreten, geringere Zuschlagszeiten berechnet werden, da ein Teil der Verlustzeiten auf die Maschinenzeiten verlegt werden kann¹⁾.

Auf Grund des gesamten in der Dreherei vorliegenden Aufnahmematerials von ~ 200 Stunden wurden folgende Zuschlagszeiten festgesetzt:

Gruppe	Maschinentypen	Zuschläge	Griff
A	Drehbänke für kleine Guß- und Stahlräder, Lagerdrehbänke, Kleindrehbänke	9% der Grundzeit 5% der Maschinenzeiten	Für Verlustzeiten außer Stahl schleifen für Stahl schleifen
B	Drehbänke für große Guß- und Stahlräder, Spindelbänke	7% der Grundzeit 5% der Maschinenzeiten	Für Verlustzeiten außer Stahl schleifen für Stahl schleifen
C	Zylinderdrehbänke, Wellendrehbänke	4% der Grundzeit 5% der Maschinenzeiten	Für Verlustzeiten außer Stahl schleifen für Stahl schleifen
A—C		6 Minuten	Für Lehren holen

Die Zuschläge für Stahlschleifen und Lehrenholen werden nur dann berechnet, wenn sich auf Grund der Zeitaufnahme ergibt, daß der Dreher nicht während der Maschinenlaufzeiten diese Tätigkeiten ausführen konnte.

¹⁾ Das ist kein Widerspruch zu den bekannten Barthschen Kurven für Zuschlagszeiten, in denen die Zuschläge mit wachsendem Anteil der Maschinenzeiten an der Gesamtzeit zunehmen, da die Zuschläge nach den Barthschen Kurven nur auf die Handzeiten gegeben werden, dagegen die nach obiger Tabelle auf die gesamte Grundzeit einschließlich Maschinenzeit.

B. Aufstellung von Normzeittabellen.

1. Normzeittabelle: Vorgegossene Bohrungen drehen.

a) Vorhandenes Material.

Es stehen zur Verfügung Zeitaufnahmen über die Herstellung von insgesamt 38 Bohrungen, wie in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Gegenstand	Zeitaufnahme Nr.	Anhang Abb. Nr.	Zahl d. aufgenommen. Werkstücke	Bearbeitungsflächen
Kettenrad	59	28	2	b
Lager	68	37	2	a
Riemenscheibe	75	30	1	f
Doppelzahnrad	78	29	1	h
Büchse	90	31	4	d, e, m
Führungsstück	119	38	2	g, h
Hebel	151	36	3	d
Büchse	157	33	1	a
Kupplungshülse	158	32	1	a, b
Büchse	161	40	2	d
Bohrtrommel	189	39	1	r
Lagerkörper	192	34	3	k
Lagerkörper	201	35	4	d

Die Gesamtzeit für die aufgenommenen Bohrungen beträgt $\Sigma T'_z = 1052,7$ Min., die Stückzeit $\Sigma t'_{st} = 1055,0$ Min., wobei die Zuschlagszeiten nach den auf S. 60 angeführten Sätzen für die Dreherei eingesetzt sind¹⁾.

Die Anzahl der Dreher, bei denen obige Zeitaufnahmen durchgeführt wurden, beträgt 10, ebenso die Zahl der Drehbänke. Die Aufnahmen erstrecken sich auf kleine und mittlere Bohrungen mit $D \leq 200$ und $L \leq 400$ außer der Aufnahme 189 mit einer großen Bohrung. Der Tabellenbereich wird zunächst auf kleine und mittlere Bohrungen mit $D \leq 200$ und $L \leq 400$ beschränkt und die Aufnahme 189 außer Betracht gelassen.

Die Anzahl der durch die Aufnahmen nachzuprüfenden Tabellenwerte beträgt 15.

b) Geltungsbereich.

Folgende Bedingungen, wie sie im untersuchten Werk vorliegen, gelten für den Geltungsbereich der Tabelle:

a) betr. die Maschine: mittlere normale Drehbank (keine Schnelldrehbank),

¹⁾ Betreff der überraschenden Übereinstimmung der Zeiten $\Sigma T'_z$ und $\Sigma t'_g$ ist zu bemerken, daß ein so geringer Unterschied im allgemeinen nicht erreicht wurde.

b) betr. Werkstück: 1. Gußeisen mit normaler Härte. (Für hartes Gußeisen wird Zuschlag nach einer Hartmaterialtabelle berechnet, für andere Werkstoffe ist entweder eine eigene Tabelle aufzustellen oder bei nur einer Tabelle der verschiedene Werkstoff durch prozentualen Zuschlag oder Abzug zu berücksichtigen.)

2. Stabile Werkstücke.

3. Materialzugabe etwa 5 bis 6 mm im Durchmesser (bei größerer Materialzugabe Zuschlag nach Übermaterialtabelle).

4. Genauigkeitsgrad: Lehrenhaltigkeit für Schlichtpassung, Einheitsbohrung.

5. Oberflächenbeschaffenheit: Feinschlichten.

c) Betr. Werkzeug: Bohrstahl (Innendrehstahl) aus Schnelldrehstahl (nicht aufgeschweißt).

d) Betr. Werkstattverhältnisse: Dreherei, normal.

e) Betr. Stückzahl: ≤ 6 Stück.

c) Die zu berücksichtigenden Tätigkeiten.

Die Arbeit besteht im Drehen und evtl. Nachschaben der Bohrung einschließlich aller dazugehörigen Neben- und Verlustzeiten, ohne Spann- und Einrichtzeiten. Die Einrichtzeiten sind ja stets getrennt von den Stückzeiten zu betrachten.

Die Nebenzeiten bestehen in der Hauptsache im Ein- und Ausspannen des Bohrstahles, evtl. Wechsel zwischen Schrupp- und Schlichtstahl, in den Einstellungen an der Maschine (Geschwindigkeiten, Vorschübe), dem Einstellen des Stahles und dem oft mehrmaligen Anstellen und Messen, bis bei jedem Span der gewünschte Durchmesser erreicht ist.

d) Das Berechnungsschema.

Die Ergebnisse der Zeitaufnahmen sind zusammengestellt auf den graphischen Bogen, Abb. 13 und 14 a, b.

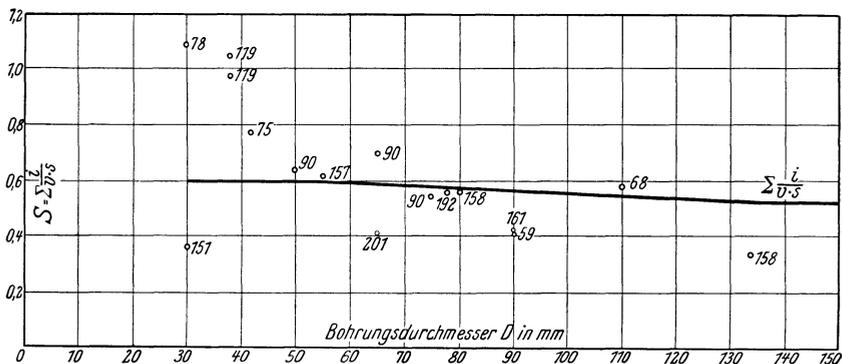


Abb. 13. Vergleichszahl der Schnittzeiten zur Tabelle: Vorgegossene Bohrungen drehen.

In dem Berechnungsschema, das auf Grund der vorhandenen Aufnahmen zur Berechnung der Tabelle aufzustellen ist, werden getrennt berücksichtigt:

1. die Hauptzeiten (Schnittzeiten),

2. die Nebenzeiten (Hand- und Meßzeiten),

3. die Zeiten für das Schaben der Bohrung,

da diese 3 Gruppen in verschiedener Weise von den Abmessungen der Bohrung abhängig sind, nach denen die Tabelle abgestuft wird. Dazu sind noch die Verlustzeiten zu berücksichtigen, die nach den üblichen Sätzen berechnet werden. Aufspann- und Einrichtzeiten kommen nicht in Frage.

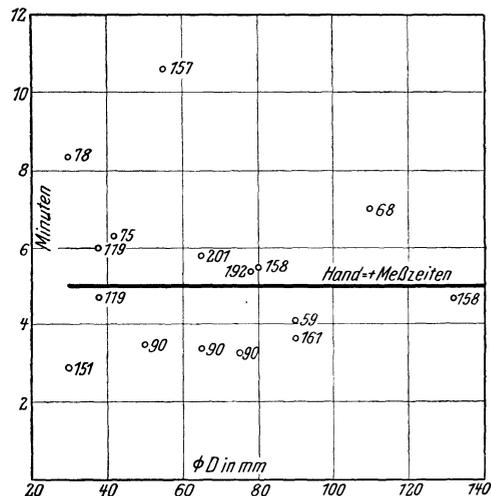


Abb. 14 a.

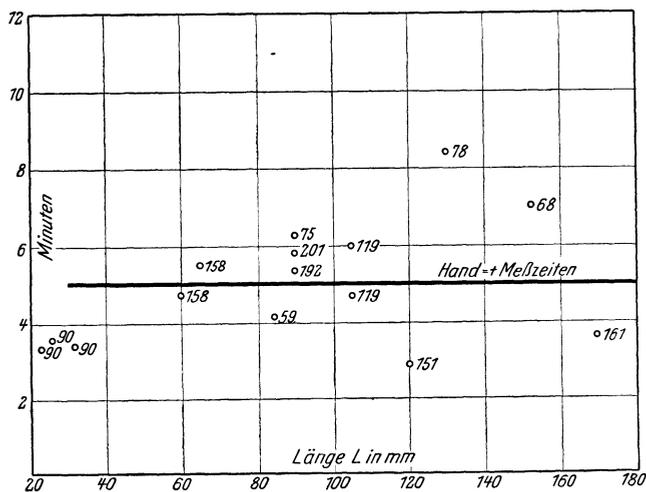


Abb. 14 b.

Hand- und Meßzeiten zur Tabelle: Vorgegossene Bohrungen drehen.

a) Hauptzeiten. Die Schnittzeiten t_h ergeben sich nach der Formel:

$$t_h = \frac{D \cdot \pi \cdot L \cdot i}{1000 \cdot v \cdot s}$$

Nach den vorgenommenen Aufnahmen sind für alle Abmessungen der Bohrung durchschnittlich 4 Späne anzusetzen, also $i = 4$ bei folgender Arbeitsweise:

1. Span: Bohren mit Bohrstahl bei kleiner Geschwindigkeit, damit der Stahl sich auf der Gußhaut nicht so sehr abnützt, also $v = \infty 12$ m/Min.; s sei zu 0,45 angenommen. Mit dem ersten Span wird die Bohrung etwa auf den um 2 mm kleineren Durchmesser als das Fertigmaß D bearbeitet, die Spanstärke t ist also $\infty 2$ mm.

2. bis 4. Span: Bohren mit größerer Geschwindigkeit (v etwa 16 bis 18 m/Min.) und gleichem Vorschub $s = 0,45$. Nach dem 2. Span soll der auf das Fertigmaß D gestellte Lochzirkel vorn in die Bohrung passen, nach dem 3. Span soll der Lehdorn vorn in die Bohrung passen, der 4. Span ist zum etwaigen Nachholen, weil sich beim mehrmaligen Ansetzen des Stahls (Teilarbeiten 25 und 26, 28 und 31, 72 und 73 in Aufnahme Nr. 75, Abschnitt III C) leicht ein Absatz in der Bohrung bildet.

Man erhält dann mit einem Span bei $v = 12$ und $s = 0,45$ und 3 Spänen mit $v = 16$ und $s = 0,45$ eine Vergleichszahl der Schnittzeiten

$$S = \frac{1}{12 \cdot 0,45} + \frac{3}{16 \cdot 0,45} = 0,185 + 0,415 = 0,6.$$

Das entspricht dem aus den Zeitaufnahmen gefundenen Durchschnittswert $S = 0,602$.

Die Abhängigkeit des zweckmäßigen v und s vom Durchmesser und auch der Länge der Bohrung läßt sich aus den Aufnahmeergebnissen (Abb. 13) nicht deutlich ersehen. Dazu stehen zu wenig Ergebnisse für die verschiedenen Durchmesser- und Längestufen zur Verfügung. Doch zeigt sich eine Tendenz in der Richtung, daß bei zunehmendem Durchmesser D der Ausdruck S geringer wird, was der den Praktikern ganz geläufigen Erscheinung entspricht, daß bei größerem D die Schnittgeschwindigkeit und der Vorschub etwas größer gewählt werden können, abgesehen von dem 1. Span, wo durch die sandige Gußhaut der Schnittgeschwindigkeit eine niedrige Grenze gesetzt ist.

Da die vorliegenden Aufnahmeergebnisse wegen fehlender Vergleichsmöglichkeiten keine so sorgfältige kritische Ausscheidung der ungünstigen Werte erfahren konnten, kann die den Ergebnissen der Zeitaufnahme entsprechende Vergleichszahl $S = 0,6$ bei kleinem D zugrunde gelegt werden und bei größerem D der Ausdruck S etwas verringert werden durch Vergrößerung von v bis auf $S = 0,54$, was $v = 19$ m/Min. bei Span 2 bis 4 entspricht.

Stahlüberlauf und Materialzugabe bei der Bohrlänge braucht nicht berücksichtigt zu werden, da bei dem Einsetzen von Akkordzeiten aus Zeittabellen stets die Zeit für die nächst höheren Abmessungen genommen wird.

β) Nebenzeiten. In bezug auf die *Handzeiten* zeigen die Aufnahmeergebnisse in Abb. 14 a und b, daß diese Zeiten von den Abmessungen der Bohrungen, von D und L in dem vorgesehenen Tabellenbereich unabhängig sind und als konstante Werte angenommen werden können. Die Handzeiten (vgl. IV B 1 c) sind Arbeiten, die in gleicher Weise zu erledigen sind, ob es sich um eine kurze oder lange Bohrung mit kleinem oder großen Durchmesser handelt. Eine Ausnahmestellung nimmt die Zeitaufnahme Nr. 189 ein, wo das Befestigen des sehr lang eingespannten Stahls (Bohrlänge = 400 mm) in einem besonderen Stahlhalter, der im Support eingespannt wird, sowie das genaue Stellen der großen Zirkelöffnung ($D = 400$ mm) und das Abtasten der langen und großen Bohrung mit dem Lochzirkel ungleich mehr Zeit erfordert als die Hand- und Meßzeiten für kleine und mittlere Durchmesser. Es wurde schon erwähnt, daß für den vorgesehenen Tabellenbereich die Aufnahme 189, Fläche r nicht in Frage kommt.

Wir setzen für die Hand- und Meßzeiten als Durchschnittswert aus den bisherigen Aufnahmen einen konstanten Wert = 5 Minuten in das Berechnungsschema ein, unabhängig von der Größe der Bohrung.

γ) Zeiten für Schaben. Ein Zeitaufwand für das Schaben der Bohrung (siehe Griff 67 bei Zeitaufnahme 75 in Abschn. III C) ist besonders bei längeren Bohrungen nötig, denn es zeigt sich, daß die Bohrung, je länger sie ist, um so mehr Neigung hat, etwas konisch zu werden wegen langer Ausspannung des Stahls, Abnutzung des Stahls und kleinen Ungenauigkeiten in der Supportführung. Die Aufnahmeergebnisse weichen betr. Schabzeiten sehr voneinander ab und ermöglichen noch nicht ein zahlenmäßiges Urteil über die Abhängigkeit der Schabzeit von der Länge der Bohrung. — Es sei von der Bohrlänge $L = 120$ an für je 20 mm Mehrlänge eine Schabzeit von 0,5 Min. eingesetzt.

δ) Zuschlagszeiten. Da die Herstellung der Bohrungen des Geltungsbereiches der vorliegenden Elementenzeitabelle fast ausschließlich auf kleinen und mittleren Drehbänken der Zuschlagsgruppe A (vgl. Abschn. IV A 2) erfolgt, werden die für diese Zuschlagsgruppe vorgesehenen Zeiten als Zuschlag in die Tabelle eingesetzt, 5% der Maschinenzeiten für Stahl schleifen und 9% der reinen Arbeitszeit für sonstige unproduktive Zeiten.

e) Tabellenberechnung.

Es ergibt sich nun das folgende Berechnungsschema:

$$t_h = \text{Hauptzeiten} = t'_h + t''_h$$

$t'_h = \text{erster Schruppspan mit } v = 12 \text{ m/Min. } s = 0,45$

$$t'_h = \frac{\pi \cdot D \cdot L}{12000 \cdot 0,45}$$

t_h'' = zweiter Schruppspan und erster und zweiter Schlichtspan mit

$v = 16$ m/Min. und $s = 0,45$ bis $D = 50$,

17 „ „ $s = 0,45$ „ $D = 80$,

18 „ „ $s = 0,45$ „ $D = 110$,

19 „ „ $s = 0,45$ „ $D = 140$,

$$t_h'' = \frac{3 \cdot \pi \cdot D \cdot L}{v \cdot 1000 \cdot 0,45}$$

t_2 = Schabzeiten bei $L > 120$, 0,5 Min. für je 20 mm Mehrlänge:

$$t_2 = \frac{L - 120}{20} \cdot 0,5 \text{ Min.}$$

t_n = Nebenzeiten

$$t_n = 5 \text{ Min.}$$

t_v = Verlustzuschlagszeiten = $t_h \cdot 0,05 + (t_h + t_2 + t_n) \cdot 0,09$

$$t_{st} = t_h + t_h'' + t_2 + t_n + t_v.$$

Nach diesem Berechnungsschema ergeben sich die in der Tabelle Abb. 15 enthaltenen Werte in Min.¹⁾.

f) Kritik der Tabelle und Aufnahmen.

In Abb. 16 ist die graphische Darstellung der Tabelle Abb. 15 nach Eintragung der durch Zeitaufnahmen gefundenen Werte wiedergegeben.

Die Abb. 16 zeigt prozentuale Abweichungen, die erstaunlich hoch anmuten. Und doch wird man sich in der Praxis für die erste Zeit mit großen Abweichungen abfinden müssen, bis genügend Unterlagen und Aufnahmen vorliegen, um der Arbeiterschaft gegenüber eine gerechte Bestimmung treffen zu können, wie weit Abweichungen vom Normalfall der Tabelle als zulässig anzusehen sind und bis der Beobachter soweit geschult ist, daß er durch Beeinflussung der Arbeitsgänge die besonders hohen Minusabweichungen verhindern kann.

Die Untersuchung, die an Hand der Abb. 16 vorzunehmen ist, soll sowohl eine Kontrolle der Tabelle sein als auch zur Beurteilung des Gütegrades der einzelnen Aufnahmeergebnisse dienen, und in diesem Sinne vor allem eine gerechte und durchführbare Ausscheidung bzw. Verbesserung zu ungünstiger Aufnahmen ermöglichen. Folgende Gesichtspunkte sind dabei zu beachten:

a) **Gesichtspunkte.** 1. Innerhalb gewisser Grenzen, die sich bei der Tabellenuntersuchung bald herausstellen — bei den vorliegenden Verhältnissen meist zwischen $\pm 15\%$ bis $\pm 25\%$ —, werden Abweichungen zwischen Tabellenwert und Aufnahme ohne besondere Begründung zugelassen.

¹⁾ Sie sind in der Weise ermittelt, daß nur einige Werte nach dem Berechnungsschema einzeln ausgerechnet wurden, und die übrigen gleichmäßig interpoliert sind.

Länge L in m/m	Bohrungsdurchmesser D in m/m																		
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	
20	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7	9,1	9,5	9,9	10,3	10,6	10,9	11,2	11,6	12,0	12,4	12,8	13,2	
30	7,5	8,1	8,7	9,3	9,9	10,3	10,9	11,5	12,1	12,6	13,1	13,6	14,1	14,6	15,2	15,8	16,4	17,0	
40	8,2	9,0	9,8	10,5	11,4	12,0	12,7	13,5	14,3	15,0	15,7	16,3	17,0	17,7	18,4	19,3	20,0	20,9	
50	8,8	9,8	10,9	11,6	12,9	13,7	14,5	15,5	16,5	17,3	18,2	19,0	19,8	20,8	21,7	22,7	23,7	24,7	
60	9,4	10,7	12,0	12,8	14,4	15,4	16,3	17,6	18,7	19,6	20,8	21,7	22,9	23,9	25,0	26,2	27,4	28,5	
70	10,1	11,6	13,1	14,0	15,8	17,1	18,1	19,7	20,9	22,0	23,3	24,4	25,7	27,0	28,3	29,7	31,0	32,4	
80	10,7	12,5	14,2	15,1	17,2	18,8	20,0	21,7	23,1	24,4	25,8	27,1	28,6	30,1	31,6	33,1	34,7	36,3	
90	11,4	13,4	15,3	16,3	18,7	20,5	21,8	23,7	25,3	26,8	28,4	29,9	31,5	33,2	34,9	36,5	38,4	40,2	
100	12,0	14,2	16,4	17,5	20,1	22,1	23,7	25,7	27,5	29,2	31,0	32,7	34,4	36,3	38,2	40,0	42,1	44,1	
120	13,3	15,9	18,5	20,8	23,1	25,4	27,6	29,8	31,9	34,0	36,1	38,1	40,2	42,5	44,8	47,1	49,4	51,8	
140	15,2	18,1	21,2	23,9	26,5	29,2	31,8	34,3	36,9	39,3	41,6	44,0	46,4	49,1	51,8	54,5	57,3	60,1	
160	17,0	20,4	23,9	27,0	30,0	33,0	36,0	38,9	41,9	44,6	47,2	49,9	52,6	55,7	58,8	62,0	65,2	68,4	
180	18,9	22,6	26,6	30,1	33,4	36,9	40,2	43,5	46,8	49,9	52,7	55,8	58,8	62,4	65,9	69,5	73,1	76,7	
200	20,7	24,9	29,3	33,2	36,8	40,7	44,4	48,0	51,8	55,2	58,3	61,7	65,0	69,1	73,0	77,0	81,0	85,0	
220	22,6	27,1	32,0	36,3	40,2	44,6	48,6	52,6	56,7	60,5	63,8	67,6	71,3	75,8	80,1	84,5	88,9	93,3	
240	24,5	29,4	34,7	39,3	43,6	48,4	52,8	57,1	61,7	65,8	69,4	73,5	77,6	82,5	87,2	92,0	96,8	101,6	
260	26,4	31,6	37,4	42,4	48,0	52,3	57,0	61,7	66,6	71,1	75,0	79,4	83,9	89,2	94,3	99,5	104,7	109,9	
280	28,2	33,9	40,1	45,5	51,4	56,1	61,2	66,2	71,5	76,4	80,5	85,3	90,2	95,9	101,4	107,0	112,6	118,2	
300	30,0	36,1	42,8	48,5	54,8	59,9	65,4	70,8	76,4	81,7	86,1	91,2	96,5	102,6	108,5	114,5	120,5	126,5	
320	31,8	38,4	45,5	51,6	58,2	63,7	69,6	75,3	81,3	87,0	91,6	97,1	102,8	109,3	115,6	122,0	128,4	134,8	
340	33,6	40,6	48,2	54,6	61,6	67,5	73,8	79,9	86,2	92,3	97,2	103,0	109,1	116,0	122,7	129,5	136,3	143,1	
360	35,4	42,9	50,9	57,7	65,0	71,4	78,0	84,4	91,1	97,6	102,8	109,0	115,4	122,7	129,8	137,0	144,2	151,4	
380	37,2	45,2	53,6	60,8	68,3	75,3	82,2	89,0	96,0	103,0	108,4	115,0	121,7	129,4	136,9	144,5	152,1	159,7	
400	39,0	47,6	56,2	63,9	71,6	79,3	86,5	93,7	101,0	108,0	114,0	121,0	128,0	136,0	144,0	152,0	160,0	168,0	

Abb. 15. Normzeittabelle: Vorgeseene Bohrungen drehen.

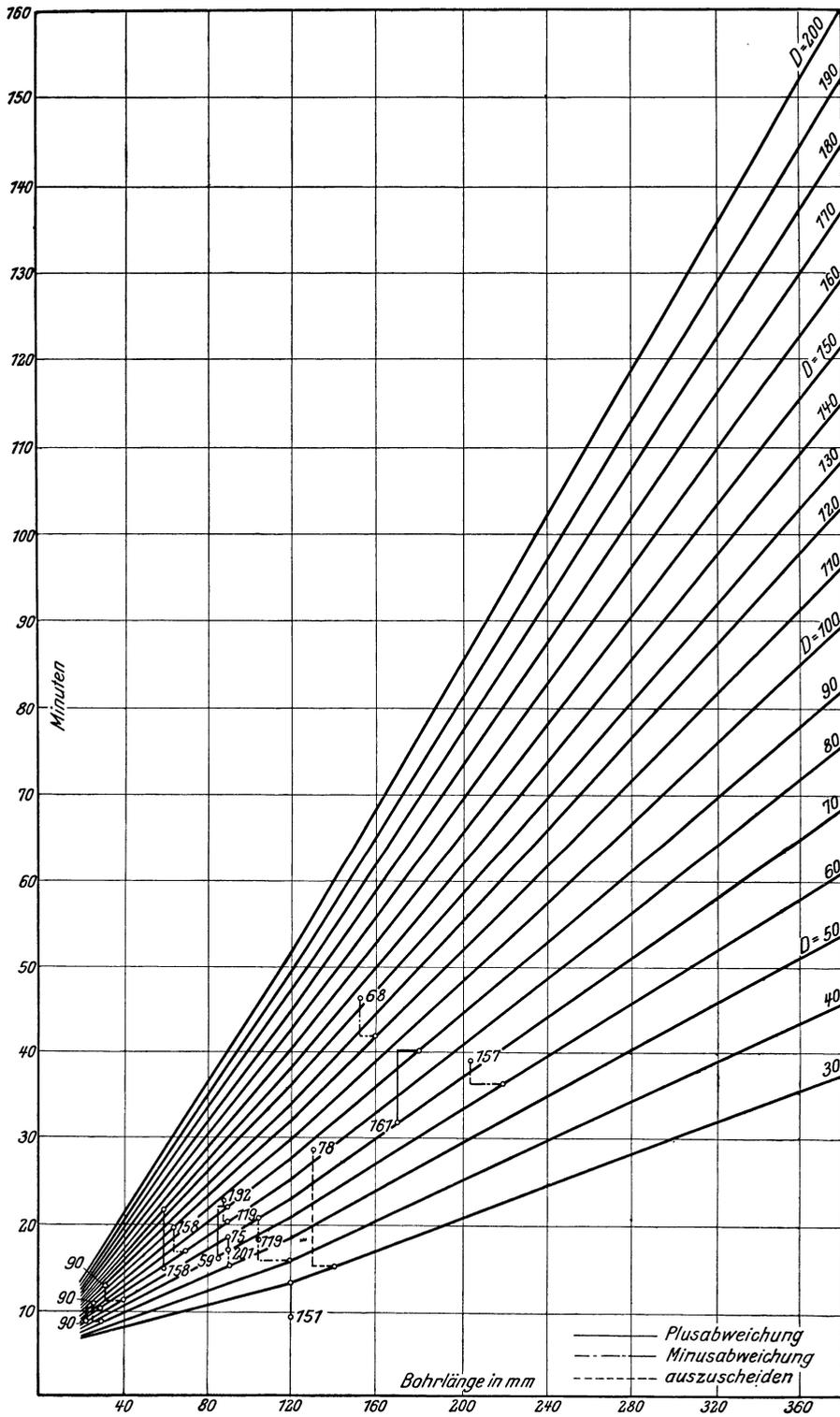


Abb. 16. Graphische Tabelle zu: Vorgegossene Bohrungen drehen.

2. Über diese durchschnittlichen Abweichungen nach oben oder unten hinausgehende Abweichungen werden dann als zu ungünstige Ergebnisse ausgeschieden, wenn diese Abweichungen in einem untersuchten und im übrigen als richtig befundenen Teil des Tabellenbereiches liegen und sie sich nicht aus dem Beobachtungsbogen durch besondere anzuerkennende Umstände erklären lassen.

3. Häufen sich in einem Tabellengebiet große Abweichungen nach einer Richtung (plus oder minus), so sind ungünstig oder außergewöhnlich günstig erscheinende Aufnahmeergebnisse vorerst nicht auszuschließen, weil es dann naheliegender und wahrscheinlicher ist, daß die Tabellenwerte in diesem Bereich falsch sind.

β) Ergebnisse der kritischen Betrachtung. Die auf Grund der graphischen Tabelle Abb. 16 angestellte kritische Untersuchung der Zeitaufnahmen und der Normzeittabelle führt zu folgendem Urteil:

Die Zeitaufnahme Nr. 78 muß als ungenügende Leistung des Drehers verworfen werden. Sie weist auch nach Abb. 13 die ungünstigste Vergleichszahl der Schnittzeiten = 1,09 auf gegenüber dem Durchschnittswert von etwa 0,6. Nach Ausscheidung dieser Aufnahme entsprechen sich die positiven und negativen Abweichungen etwa, wenn auch nicht der Zahl nach, aber an Größe. Auch der Umstand, daß an keiner Stelle der Tabelle ausschließlich positive oder negative Abweichungen auftreten, sondern stets positive und negative vermischt, läßt darauf schließen, daß die Tabellenzeiten den Durchschnittszeiten entsprechen. Bei der Aufnahme 151 und 158a gelang es dem Dreher laut Beobachtungsbogen mit 3, teilweise sogar mit 2 Spänen das genaue Passen des Lehrdornes zu erreichen. Das ist ein besonderer Glücksumstand, der die großen Plusabweichungen rechtfertigt. Die große Minusabweichung bei Aufnahme 119 ist wohl auf ungenügende Fertigkeit des Drehers zurückzuführen, da der Beobachtungsbogen keine besonders ungünstigen Verhältnisse betr. Werkstück, Werkzeug u. dgl. erkennen läßt. Doch ist nicht genügend Beweismaterial für die Behauptung der ungenügenden Fertigkeit des Drehers vorhanden.

Interessante Ergebnisse zeigen die Aufnahme 90 und 158. Es handelt sich in beiden Fällen um Aufnahmen, bei denen am gleichen Werkstück mehrere Bohrungen zu drehen sind. Obwohl nun der Beobachter den gleichen Dreher zur gleichen Zeit an der gleichen Maschine am gleichen Werkstück beobachtet hat, betragen die Abweichungen bei Aufnahme 90: — 25%, — 12% und + 14%, bei Aufnahme 158: + 31% und — 15%. Mit solchen Schwankungen muß man also trotz der so gleichartigen Vorbedingungen betr. Arbeiter, Maschine, Werkstück und Zeit rechnen. An diesen Abweichungen gemessen

erscheinen die sonst auftretenden zwischen $- 33\%$ und $+ 28,5\%$ nicht allzu groß.

Die Grenzen für Abweichungen, die ohne besondere Begründung als zulässig anzusehen sind, sind mit $\pm 25\%$ anzusetzen.

Der Tabellenbereich für D bis 100 bei L bis 200 kann in Anbetracht der Anzahl der in dieses Gebiet fallenden untersuchten Punkte und der gleichmäßigen Verteilung der Plus- und Minusabweichungen als genügend und den Werkstattverhältnissen entsprechend angesehen werden. Die Richtigkeit der Tabelle für größere Bohrungen muß noch durch weitere Zeitaufnahmen nachgewiesen werden.

g) Praktische Anwendbarkeit der Tabelle.

Um der Forderung zu entsprechen, die Normzeittabelle „Bohrungen drehen“ für die praktische Handhabung in der Vorkalkulation zweckmäßig zu gestalten und die Anzahl der Tabellen möglichst zu beschränken, wird es sich empfehlen, die Tabelle noch mit einigen Zusätzen zu versehen für solche Arbeiten, die erfahrungsgemäß in dem betr. Werk mit dem Drehen von Bohrungen oft verknüpft sind. Es wäre noch eine vom Durchmesser abhängige Zusatzspalte anzubringen für das Eindrehen schmaler Nuten nach Abb. 34 und Abb. 35. Die Nutenbreite wäre auf etwa 10 mm zu beschränken; bei breiteren Nuten müßte die Nut als eigene Bohrung nach den allgemeinen Tabellenwerten oder höher behandelt werden. — Dann wäre noch hinzuzufügen eine ebenfalls vom Durchmesser abhängige Spalte für das Ausdrehen scharfer Ecken in Bohrungen, wie in Aufnahme 90 Abb. 31 Eck f und g . Die Durchmesserdifférenz würde man auch hier auf etwa 10 mm beschränken, bei größerer Durchmesserdifférenz würde die Arbeitszeit als Drehen von Stirnflächen getrennt zu berechnen sein. — Drittens erscheint es zulässig, die Gültigkeit der Tabelle auch auf Rotguß zu erweitern, da das Drehen von Rotgußbohrungen im Werk nicht allzu häufig ist und die Aufstellung einer eigenen Tabelle nicht rechtfertigt. Es wäre dann ein Zusatz in der Form zu machen: „Bei Rotguß sind die Tabellenwerte um . . . (20) % zu verringern.“ Es steht noch nicht genügend Aufnahmematerial zur Verfügung, um diese 3 Zusätze der Tabelle zahlenmäßig festsetzen zu können.

2. Normzeittabelle: Stirnflächen drehen.

a) Vorhandenes Material.

Es stehen zur Verfügung Zeitaufnahmen über die Herstellung von 60 Stirnflächen bei durchschnittlich 2 Beobachtungsreihen in einer Aufnahme. Es sind die beobachteten Stirnflächen in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Gegenstand	Zeitaufnahme Nr.	Anhang Abb. Nr.	Zahl d. aufgenommenen Werkstücke	Bearbeitungsflächen
Kettenrad	59	28	2	a e
Riemenscheibe	75	30	1	b d c e
Doppelzahnrad	78	29	1	g c d f
Büchse	90	31	4	a c h
Führungsstück	119	38	2	l k
Hebel	151	36	3	c
Büchse	161	40	1	a c
Bohrapparat	189	39	1	i m g p q
Lagerkörper	192	34	3	i b
Lagerkörper	201	35	4	a e c g

Die Gesamtzeit für die aufgenommenen Stirnflächen beträgt $\Sigma T'_z = 446,7$ Min., die normale Stückzeit beträgt $\Sigma t'_{st} = 452,5$ Min., wobei die Zuschlagszeiten nach der Tabelle auf S. 60 berechnet sind.

Die Anzahl der Dreher, bei denen Aufnahmen vorgenommen wurden, beträgt 9, ebenso die Anzahl der Drehbänke. Bei einigen durch Zeitstudien aufgenommenen Stirnflächen konnten die Zeiten für die Bearbeitung aus dem Aufnahmeprotokoll nicht bestimmt herausgezogen werden, z. B. bei Aufnahme 192, Anh. Abb. 34, Fläche *g* und *d*. Die Zeiten für diese Flächen sind in dem Beobachtungsbogen nicht scharf von denen für die Längsflächen *f* und *c*, sowie für das Eck scharf drehen zu trennen. Für die vorliegenden Untersuchungen sind diese Aufnahmen nicht zu verwerten.

Die Ergebnisse der Zeitaufnahmen sind zusammengestellt in Abb. 17 und 18.

Bei den mit \times bezeichneten Punkten ist die um 30% erhöhte Zeit der Aufnahme eingetragen.

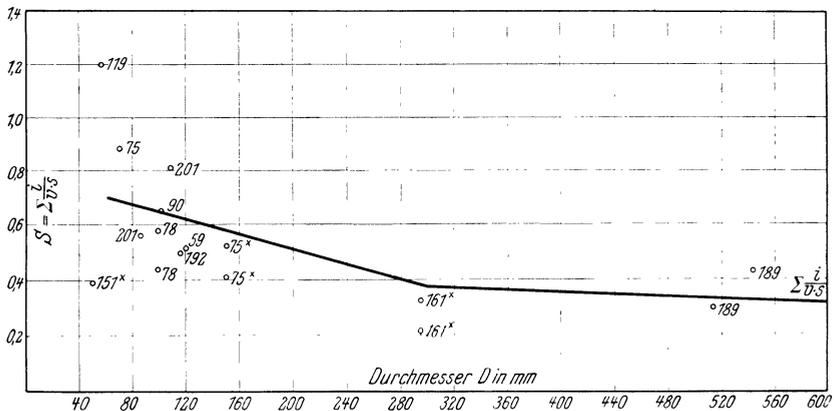


Abb. 17. Vergleichszahl der Schnittzeiten zur Tabelle: Stirnflächen drehen.

Bei den mit × bezeichneten Punkten ist die um 30% erhöhte Zeit der Aufnahme eingetragen.

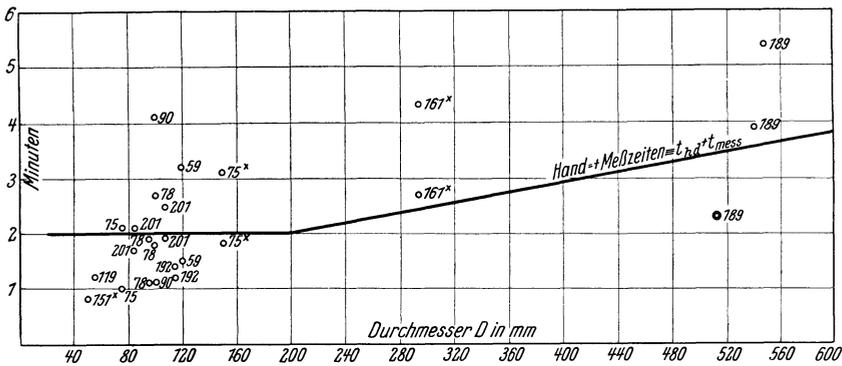


Abb. 18. Hand- und Meßzeiten zur Tabelle: Stirnflächen drehen.

b) Geltungsbereich.

Folgende Bedingungen gelten für den Geltungsbereich der Tabelle:

Betr. Maschine: Mittlere normale Drehbank.

Betr. Werkstück: 1. Gußeisen mit normaler Härte (für harten Guß Hartmaterialzuschlag).

2. Stabile Werkstücke.

3. Materialzugabe 2 bis 4 mm (wenn mehr, dann Übermaterialzuschlag).

4. Genauigkeitsgrad: Passung nicht vorgeschrieben, Schieblehrenaugauigkeit.

5. Oberflächenbeschaffenheit: Feinschlichten. Für die öfter auftretenden Fälle mit Grobschlichten (∇) ist die Tabellenzeit zu kürzen.

Betr. Werkzeug: Normale Schrapp- und Schlichtstähle mit aufgeschweißten Schnellstahlblättchen.

Betr. Werkstattverhältnisse: Dreherei, normal.

Stückzahl ≤ 6 .

c) Die zu berücksichtigenden Tätigkeiten.

Die Arbeit besteht im Drehen der Stirnfläche einschließlich aller dazugehörigen Neben- und Verlustzeiten, ohne Spann- und Einrichteziten.

d) Das Berechnungsschema.

In dem Berechnungsschema sind ebenso wie bei der Tabelle „Bohrungen drehen“ getrennt zu behandeln die Hauptzeiten (Maschinenzeiten) und die Nebenzeiten (Hand- und Meßzeiten), da diese beiden Gruppen von Zeiten in verschiedener Weise abhängig sind von den Abmessungen der Stirnfläche, nach denen die Tabelle abzustufen ist. Besondere Zeiten für diesen Elementarvorgang, wie beim Bohren die Schabzeiten, kommen nicht vor.

α) Hauptzeiten: Die Formel für die Berechnung der Schnittzeit lautet:

$$t_h = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4 \cdot v \cdot 1000 \cdot s}.$$

Um die in diese Formel einzusetzenden Werte v , s und i zu finden, ist die Aufstellung der Vergleichszahl der Schnittzeiten = S bei dieser Tabelle besonders wichtig, denn die Maschinendaten v , s und i erweisen sich bei den verschiedenen Aufnahmen als gänzlich ungleichartig. Die Geschwindigkeiten für das Drehen des ersten Spans schwankten laut Beobachtungsbogen zwischen 8 m/Min. und 27 m/Min., die Vorschübe für den ersten Span zwischen 0,1 und 0,66, die Spänezahl i zwischen 2 und 5, die Schnittgeschwindigkeiten für das Schlichten schwankten zwischen 12 m/Min. und 52 m/Min.

Außer den auch sonst maßgebenden Gründen für die Verschiedenheit der Geschwindigkeiten und Vorschübe (Beschaffenheit und Form des Werkstücks, des Materials und Werkzeugs) ist hier noch besonders zu erwähnen, daß der Dreher oft eine für die Schnittzeit ungünstige Geschwindigkeit nimmt, weil die Schnittzeit für den gerade abzunehmenden Span so klein ist, daß es sich nicht lohnt, dafür den Riemen auf eine andere Stufenscheibe zu werfen; die Verschiedenheit der Vorschübe wird u. a. auch dadurch hervorgerufen, daß ebenfalls wegen der kurzen Schnittzeiten der Vorschub meist von Hand betätigt wird.

Die Vergleichszahl der Schnittzeiten S in Abb. 17 gibt ein immerhin bedeutend klareres Bild über die durchschnittlichen Maschinendaten als eine Zusammenstellung der v , s und i .

Abb. 17 zeigt ein Aufsteigen von S mit fallenden Durchmessergrößen. Das gleiche Ergebnis wurde beim Elementarvorgang Bohrungen drehen gefunden. Das ist keine neue Erkenntnis, die damit gewonnen wird, aber es ist doch wertvoll, zahlenmäßige Unterlagen für die Abstufung der Maschinendaten, abhängig von den Abmessungen der Bearbeitungsfläche zu finden. Die ausgezogene Linie in Abb. 17 stellt die Werte S dar, die der Normzeittabelle über Stirnflächen drehen zugrunde gelegt sind.

Die Verschiedenheit der Werte S für Flächen mit gleichen Abmessungen am gleichen Werkstück weist auf folgendes hin:

Der Dreher nimmt bei zusammengehörigen Stirnflächen, d. h. bei solchen, die bei der gleichen Aufspannung nicht von der gleichen Seite bearbeitet werden können — man kann sagen, bei einer rechten und einer linken Stirnfläche — wie z. B. bei Aufnahme 192 (Anh. Abb. 34) Fläche b und i oder bei Aufnahme 201 (Anh. Abb. 35) Fläche a und e nicht immer bei beiden gleichviel Material weg, sondern wenn z. B. die Längsabmessung dieser zusammengehörigen Stirnflächen roh 90 beträgt und fertig 86

sein soll, wird der Dreher vielleicht bei der einen Fläche 3 mm, bei der anderen 1 mm wegnehmen. Das braucht durchaus kein Fehler beim Drehen zu sein.

In diesen Fällen bildet man zweckmäßig den Durchschnittswert für je 2 „zusammengehörige Stirnflächen“. Es werden dementsprechend bei den beobachteten Stirnflächen zusammengezogen

bei Aufnahme	59	Fläche a und e ,
„	75	„ c „ e ,
„	78	„ d „ f ,
„	78	„ g „ c ,
„	90	„ a „ c ,
„	189	„ g „ p ,
„	189	„ i „ m ,
„	192	„ b „ i ,
„	201	„ a „ e ,
„	201	„ c „ g .

Zwei besonders große Abweichungen bei Aufnahmeergebnissen mit $S = 3,3$, die in Abb. 17 als abnormal nicht mit aufgenommen sind, erklären sich in dem einen Fall (Abb. 38, Fl. k) durch eine große Materialzugabe von 50 mm, die zum Aufspannen des Werkstückes beim Drehen der Bohrung notwendig ist. Zeiten für solche außergewöhnliche Vorgänge können der Normzeittabelle nicht entnommen werden, sondern sind gesondert festzusetzen. In dem anderen Fall, Abb. 31, Fl. h kann die allerdings auch große Materialzugabe von 5 mm nicht als genügender Grund für die hohe Vergleichszahl S angesehen werden, vielmehr muß, da sonst keine besonders ungünstigen Verhältnisse vorliegen, die Leistung des Drehers als minderwertig angesehen werden. Dieser Fall ist ebenfalls auszuschneiden.

Dann ergeben sich als Durchschnittswerte S für die Aufnahmen, die den der Tabelle zugrunde gelegten normalen Verhältnissen entsprechen (siehe S. 72) für große Stirnflächen ($D \geq 250$) 0,36, für kleine und mittlere ($D \leq 250$) 0,65. In der Tabelle muß sich natürlich der Übergang von der Berechnung nach den beiden Vergleichszahlen allmählich vollziehen.

Auf Grund der vorgenommenen Untersuchungen und Zusammenstellungen in Abb. 17 wird folgendes Berechnungsschema zur Ermittlung der Schnittzeiten aufgestellt:

$$\begin{array}{l}
 \text{Bei } D = 60 \quad \left. \begin{array}{l} i_{\text{Schr.}} = 1 \text{ mit } v = 12 \\ i_{\text{Schl.}} = 2 \text{ „ } v = 16 \end{array} \right\} \begin{array}{l} s = 0,3 \\ s = 0,3 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} i_{\text{Schr.}} \\ i_{\text{Schl.}} \end{array}} \right\} S = \sum \frac{i}{v \cdot s} = 0,7 \\
 \text{„ } D = 90 \quad \left. \begin{array}{l} i_{\text{Schr.}} = 1 \text{ „ } v = 12 \\ i_{\text{Schl.}} = 2 \text{ „ } v = 16 \end{array} \right\} \begin{array}{l} s = 0,33 \\ s = 0,33 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} i_{\text{Schr.}} \\ i_{\text{Schl.}} \end{array}} \right\} S = \sum \frac{i}{v \cdot s} = 0,64 \\
 \text{„ } D = 120 \quad \left. \begin{array}{l} i_{\text{Schr.}} = 1 \text{ „ } v = 12 \\ i_{\text{Schl.}} = 2 \text{ „ } v = 16 \end{array} \right\} \begin{array}{l} s = 0,35 \\ s = 0,35 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} i_{\text{Schr.}} \\ i_{\text{Schl.}} \end{array}} \right\} S = \sum \frac{i}{v \cdot s} = 0,6
 \end{array}$$

Bei $D = 200$	$i_{\text{Schr.}} = 1$ mit $v = 12$	$s = 0,4$	} $S = \sum \frac{i}{v \cdot s} = 0,486$
	$i_{\text{Schl.}} = 2$ „ $v = 18$	$s = 0,4$	
„ $D = 250$	$i_{\text{Schr.}} = 1$ „ $v = 12$	$s = 0,45$	} $S = \sum \frac{i}{v \cdot s} = 0,433$
	$i_{\text{Schl.}} = 2$ „ $v = 18$	$s = 0,45$	
„ $D = 300$	$i_{\text{Schr.}} = 1$ „ $v = 12$	$s = 0,5$	} $S = \sum \frac{i}{v \cdot s} = 0,389$
	$i_{\text{Schl.}} = 2$ „ $v = 18$	$s = 0,5$	
„ $D = 400$	$i_{\text{Schr.}} = 1$ „ $v = 14$	$s = 0,5$	} $S = \sum \frac{i}{v \cdot s} = 0,366$
	$i_{\text{Schl.}} = 2$ „ $v = 18$	$s = 0,5$	
„ $D = 500$	$i_{\text{Schr.}} = 1$ „ $v = 12$	$s = 0,55$	} $S = \sum \frac{i}{v \cdot s} = 0,353$
	$i_{\text{Schl.}} = 2$ „ $v = 18$	$s = 0,55$	
„ $D = 600$	$i_{\text{Schr.}} = 1$ „ $v = 14$	$s = 0,55$	} $S = \sum \frac{i}{v \cdot s} = 0,332.$
	$i_{\text{Schl.}} = 2$ „ $v = 18$	$s = 0,55$	

β) Nebenzeiten (Hand- und Meßzeiten). Sie bestehen in Stahl einspannen und wechseln (Übergang vom Schrupp- zum Schlichtstahl) sowie ausspannen, mehrmaligem Ansetzen und Messen. Diese Zeiten sind, wie auch beim Drehen von Bohrungen, in weiten Grenzen von den Abmessungen der Bearbeitungsfläche unabhängig (siehe Abb. 18). Sie werden für kleine und mittlere Stirnflächen (bis $D = 250$) als konstant angenommen. Die Aufnahmen mit Grobschichten dürfen auch bei der Ermittlung der durchschnittlichen Nebenzeiten nicht berücksichtigt werden, denn mit der größeren Bearbeitung ist ein weniger häufiges Ansetzen und Messen verbunden. Aus Abb. 18 geht das nicht einwandfrei hervor; zwar sind bei den Aufnahmen 151 und 161 Fläche c die Nebenzeiten bedeutend kürzer als der entsprechende Durchschnittswert, doch zeigt die Aufnahme 75 bei Fläche b und d längere Nebenzeiten.

Die Durchschnittswerte für Nebenzeiten betragen bei großen Stirnflächen und Feinschichten 4,5 Min., wobei dieses Ergebnis maßgebend beeinflusst wird durch einen besonders ungünstigen Wert von 8,6 Min. bei Aufnahme 189, Fläche q ; unter Ausschluß dieses schlechten Ergebnisses, für das im Beobachtungsbogen keine durch die Verhältnisse bedingte Begründung vorliegt, beträgt der Durchschnittswert 3,5 Min.; bei kleinen und mittleren Durchmessern beträgt der Durchschnitt der Nebenzeiten unter Ausschluß der auch bei der Bestimmung der Maschinendaten unberücksichtigt gelassenen Aufnahmen 2 Min. bei einem Maximalwert von 4,1 Min. und einem Minimalwert von 1,0 Min. Zwischen 1,4 und 2,5 Min. liegen von den 42 Werten 24, also über die Hälfte. Abb. 18 zeigt bei den verschiedenen Durchmessergrößen in gleicher Weise Abweichungen nach oben und unten von der Durchschnittskurve.

Ein Grund für die große Verschiedenheit der Nebenzeiten ist, daß in manchen Fällen der zur Bearbeitung der betr. Stirnfläche dienende Stahl noch von der Bearbeitung der zuvor bearbeiteten Fläche eingespannt ist und in der gleichen Einspannung weiter verwendet wird, daß in anderen Fällen dagegen der Stahl bzw. die Stähle neu eingespannt

werden müssen. Bei so kurzen Zeiten von 2 Min. macht das Mehr- oder Weniger-Einspannen eines Stahles prozentual viel aus. Die Normzeit-tabelle kann auf solche Verschiedenheiten keine Rücksicht nehmen; das würde zu weit führen.

Als Nebenzeiten wird in die Tabellenwerte eingesetzt bis zu $D = 200$ der konstante Wert 2 Min., der allmählich gesteigert wird bis zu 3,8 Min. bei $D = 600$. Die Nebenzeiten liegen dann bei großen Stirnflächen etwas niedriger als den Aufnahmeergebnissen entspricht, die jedoch durch den einen Wert von 8,6 Min. stark beeinflußt werden.

Die Zeiten für Stahlüberlauf und Materialzugabe bleiben bei der Berechnung der Tabelle unberücksichtigt, da sie ebenso wie bei der Tabelle Bohrungen drehen dadurch ausgeglichen werden, daß jeweils sowohl in bezug auf $D-d$ also auch auf D die nächst höhere Tabellenstufe für die Akkordzeit maßgebend ist.

γ) **Zuschlagszeiten.** Zuschlagszeiten werden in die Tabelle nach der Zuschlagsgruppe A (Abschnitt IV A 2) eingesetzt bis $D = 250$, wie es den Werkstücken und Drehbänken entspricht, bei denen die zu bearbeitenden Stirnflächen im allgemeinen vorkommen; für $D > 250$ sind die Zuschläge nach der Zuschlagsgruppe B zu berechnen, da es sich hier um Werkstücke handelt, die „großen Rädern“ entsprechen; Zuschläge für Stahlschleifen werden bei $D > 250$ nicht vorgesehen.

e) Tabellenberechnung.

Im folgenden ist das Berechnungsschema der Tabelle nochmals übersichtlich zusammengefaßt:

1. $t_h =$ Schnittzeiten:

$$t_h = t'_h + t''_h = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4 \cdot 1000 \cdot v_{\text{Schr.}} \cdot s_{\text{Schr.}}} + \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi \cdot 2}{4 \cdot 1000 \cdot v_{\text{Schl.}} \cdot s_{\text{Schl.}}}$$

Die Werte v und s für Schruppen und Schlichten sind nach dem auf S. 74—75 angegebenen Schema einzusetzen.

2. $t_n =$ Hand- und Meßzeiten.

= 2 Min. bis $D = 200$, dann gleichmäßig abgestuft bis
3,8 Min. bei $D = 600$.

3. $t_v =$ Zuschlagszeiten:

$$t_v = t_h \cdot 0,05 + (t_h + t_n) \cdot 0,09 \text{ bis } D \leq 250$$

$$t_v = (t_h + t_n) \cdot 0,07 \text{ bei } D > 250$$

4. $t_{st} = t_h + t_n + t_v$.

Abb. 19 enthält die danach berechnete Normzeit-tabelle über Stirnflächen drehen. (Nur ein Teil der Werte ist gerechnet, die übrigen sind interpoliert.)

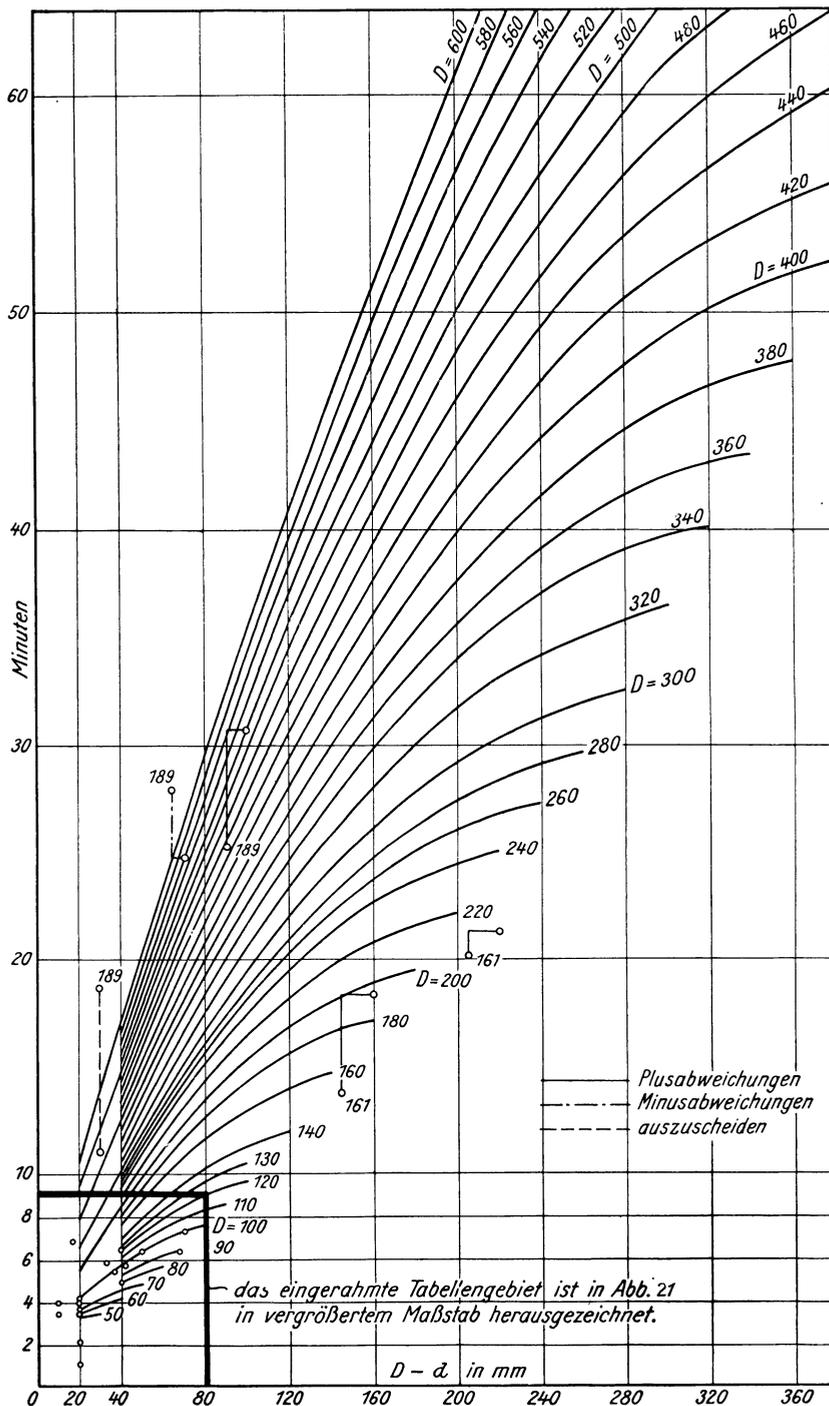


Abb. 20. Graphische Tabelle zu: Stirnflächen drehen.

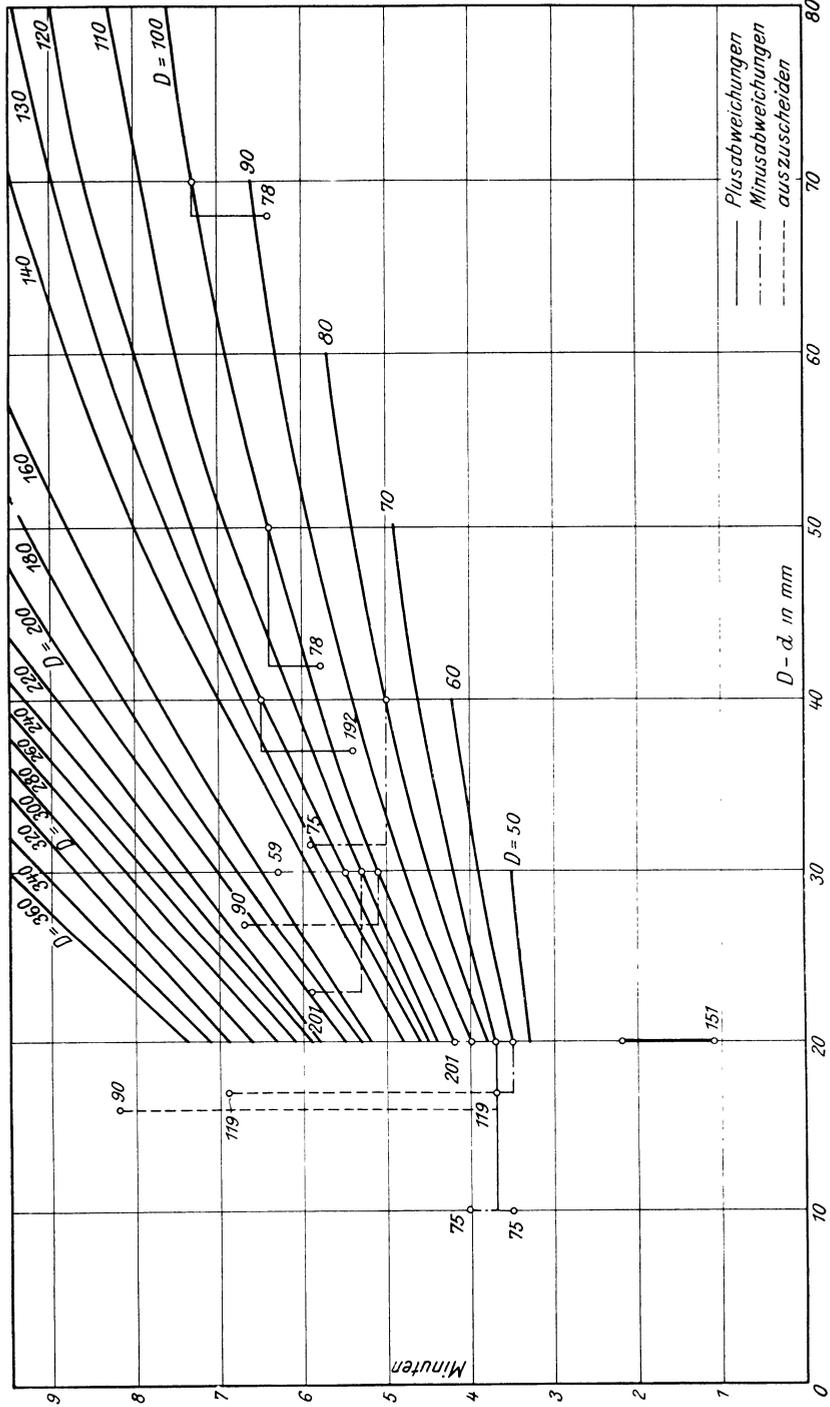


Abb. 21. Graphische Tabelle zu: Stirnflächen drehen. (Teilgebiet der Abb. 20).

f) Kritik der Tabelle und Aufnahmen.

Abb. 20 und 21 geben die Tabelle graphisch wieder nach Eintragung der Aufnahmeergebnisse. Den Erwägungen auf S. 74 betr. „zusammengehörige Stirnflächen“ entsprechend sind in Abb. 20 und 21 bei zusammengehörigen Stirnflächen deren Mittelwerte eingetragen.

In den Fällen, wo für die Bearbeitung von Stirnflächen laut Zeichnung nur grob zu schlichten ist, wird die in der Tabelle enthaltene Zeit entsprechend der Minderarbeit verringert. Die Minderarbeit besteht

1. in der Herabsetzung der Spänezahl auf $i = 2$, da der 2. Schlichtspan wegfällt und
2. in der Verringerung der damit verbundenen Nebenzeiten.

Für den 2. Schlichtspan beträgt beispielsweise beim Durchmesser $D = 120$ der Wert $\frac{i}{v \cdot s} = \frac{1}{16 \cdot 0,35} = 0,178$ bei $S = 0,6$. Das Wegfallen des 2. Schlichtspans bedeutet also eine Verringerung der Hauptzeiten t_h um etwa 30%. Bei $D = 200$ bis 300 beträgt die Verringerung der Hauptzeit 28,5%, bei $D = 400$ bis 500 beträgt sie 30,5%. Für die Verringerung der Nebenzeiten fehlen noch weitere Aufnahmeergebnisse, um auf Durchschnittswerte schließen zu können. Es werden schätzungsweise für die Verringerung der Nebenzeiten ebenso wie für die der Hauptzeiten 30% eingesetzt, so daß für die erwähnten Fälle mit Grobschichten der um 30% verringerte Tabellenwert für die betr. Abmessungen der Bearbeitungsfläche eingesetzt wird. Dieser verringerte Tabellenwert ist in Abb. 20 und 21 für die Aufnahmen 161, 151 und 75, Fläche b und d eingetragen.

Die auf Grund der Abb. 20 und 21 angestellte kritische Untersuchung der Zeitaufnahme-Ergebnisse und der Normzeittabelle führt zu folgendem:

Der größte Mangel ist die Lückenhaftigkeit der Tabellenuntersuchung durch Zeitaufnahmen. Bei kleinem D und $D - d$ ist Abb. 20 mit Aufnahmeergebnissen fast überlastet, im übrigen sind aber nur wenige untersuchte Punkte und für $D - d > 205$ überhaupt keine vorhanden. Es müssen also noch eine Reihe weitere Aufnahmen gemacht werden, aber nicht planlos von irgendwelchen Stirnflächen, sondern so, daß die bestehenden Lücken ausgefüllt werden.

In den untersuchten Gebieten sind teilweise noch sehr große Abweichungen vorhanden, die noch bezweifeln lassen, ob für die großen Durchmesser D in der Tabelle wirklich Durchschnittswerte vorhanden sind, die der Akkordberechnung zugrunde gelegt werden können. Auch die wenigen Aufnahmeergebnisse, die für größere Durchmesser mit $D > 250$ zur Verfügung stehen, verlieren noch an Wert dadurch, daß sie der Beobachtung nur je eines Werkstückes entstammen.

Der Bereich für kleine Stirnflächen ist in Abb. 21 im vergrößerten Maßstab nochmals herausgezeichnet. Die Aufnahme 90, Fläche h mit 8,2 Min. ist als ungenügende Leistung des Drehers zu verwerfen und auszuschneiden. Der Beobachtungsbogen läßt keine besonders ungünstigen Momente betr. Werkstück, Maschine oder Werkzeug erkennen, so daß die große Minusabweichung nur durch ungünstige Ausführung der Arbeit durch den Dreher begründet werden kann, was auch dem Urteil des Beobachters entspricht. Auch die große Minusabweichung bei der gleichen Aufnahme, also dem gleichen Dreher, für Fläche $a + c$ mit 6,7 Min. (minus 31%) ist wahrscheinlich auf ungenügende Leistungsfähigkeit des Drehers zurückzuführen, da auch hier der Beobachtungsbogen keine ungünstigen Momente irgendwelcher Art zeigt. Bei der großen Plusabweichung bei Aufnahme 151 mit plus 50% ist der Prozentzahl keine große Bedeutung beizumessen in Anbetracht der kurzen Zeit von 1,1 Min. Der Beobachtungsbogen zeigt, daß bei der Bearbeitung der Fläche c (Anh. Abb. 36) der verwendete Stahl von der Bearbeitung der vorhergehenden Fläche bereits eingespannt ist. Das bedeutet einen Zeitgewinn von etwa 0,5 Min. und nach Abzug dieser Zeit würde die Plusabweichung nur mehr 15% betragen. Das Ergebnis der Aufnahme 119, Fläche k mit 6,9 Min. ist, wie es schon bei der Ermittlung von S geschah, auch jetzt bei der Tabellenuntersuchung auszuschneiden. Für solche Fälle, wo die Bearbeitung durch Abstechen geschieht, hat die Tabelle keine Gültigkeit. — Die sonstigen Abweichungen bei kleinen und mittleren Stirnflächen bis $D = 250$ von den Werten der Normzeittabelle halten sich zwischen $\pm 18\%$. Es werden daher als Grenzen, für die ohne besondere Erklärung die Übereinstimmung zwischen Tabellenwert und Aufnahmezeit als genügend anzuerkennen ist, für die vorliegende Normzeittabelle $\pm 20\%$ festgesetzt.

In Abb. 21 entsprechen sich die Plus- und Minusabweichungen etwa und verteilen sich gleichmäßig über das untersuchte Gebiet der Tabelle.

Das abschließende Urteil auf Grund der bisherigen Aufnahme über die Normzeittabelle, Abb. 19, lautet daher:

Für kleine Stirnflächen mit D bis 150 ist die Tabelle eingehend untersucht und die Verteilung und Größe der Plus- und Minusabweichungen gestatten den Schluß, daß in diesem Bereich die Tabelle endgültig und richtig ist. Die zulässigen Abweichungen vom Tabellenwert dürfen $\pm 20\%$ betragen, soweit sie nicht durch besonders ungünstige Verhältnisse auf Grund des Beobachtungsbogens als begründet nachgewiesen werden. — Bei mittleren und großen Stirnflächen geben die Aufnahmeergebnisse noch kein klares Bild über die Übereinstimmung zwischen Tabelle und Wirklichkeit und sind durch weitere Zeitaufnahmen zu er-

gänzen. Für große Durchmesserdifferenzen $D-d$ muß die Nachprüfung des in der Tabelle als wahrscheinlich angenommenen Verlaufs der Zeiten erst begonnen werden.

g) Praktische Anwendbarkeit der Tabelle.

Die Normzeittabelle für Stirnflächen drehen ist, wenn geeignetes Aufnahmematerial in genügender Menge vorhanden sein wird, noch durch einige Zusätze zu erweitern, um sie den Erfordernissen der im Werk vorliegenden Vorkalkulationsverhältnisse anzupassen. Es ist, abhängig vom Durchmesser D eine weitere Längsspalte in der Tabelle Abb. 19 beizufügen für das scharfe Ausdrehen eines Ecks, wie z. B. bei der Aufnahme 90 (Anh. Abb. 31) zwischen der Stirnfläche c und der Längsfläche f ; es ist ein Unterschied in der Arbeitszeit, der bei der Zeitvorgabe berücksichtigt werden muß, ob eine Stirn- und eine Längsfläche in der Zusammenstellung wie die Flächen c und f in Abb. 31 zu bearbeiten sind oder in der Zusammenstellung wie in Abb. 40 die Flächen a und b .

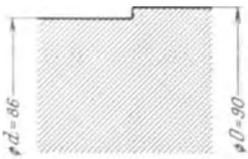


Abb. 22.

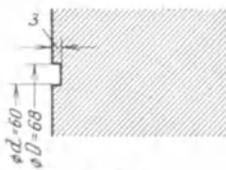


Abb. 23.

den für die Tabellenberechnung benützten Zeiten sind die für das Ausdrehen von Ecken gebrauchten Zeiten nicht enthalten. — Die bisherigen Aufnahmen lassen darauf schließen, daß für das Drehen kleiner Ansätze mit $D - d \leq 10$ mm, wie in Abb. 22 nur der sonst für das Scharfdrehen des Ecks erforderliche Zeitaufwand benötigt wird, daß solche Ansätze also nicht als Stirnflächen zu betrachten sind, sondern nur als scharfe Ecken. Auch das Eindrehen einer Nute in Stirnflächen nach Abb. 23 ist in der Tabelle vom Durchmesser D abhängig aufzunehmen.

3. Normzeittabelle: Bohren großer Lochtiefen.

(Entwicklung verkürzt wiedergegeben.)

In entsprechender Weise, ausgehend von den Ergebnissen von Zeitaufnahmen, wie bei den eben besprochenen Normzeittabellen wurde die in Abb. 26 wiedergegebene Normzeittabelle „Bohren großer Lochtiefen“ aufgestellt.

a) Geltungsbereich.

Die Tabelle gilt für Bohren einschließlich Nachreiben auf genaues Maß bei Bearbeitung auf Radialbohrmaschinen mit Spiralbohrern aus Werkzeugstahl. Die Werkstücke sind massive Stahlzylinder, Stückzahl ≤ 6 .

b) Die zu berücksichtigenden Tätigkeiten.

Die Arbeit setzt sich zusammen aus:

Bohrer ein- und ausspannen, Hülse, Verlängerung anbringen, Arm verstellen und ähnliche Handzeiten, Meßzeiten in ganz geringem Umfang, oft gar nicht,

Vorbohren, Bohren, Ausreiben,

Späne aus dem Bohrloch entfernen mit den dazugehörigen Handzeiten:

Bohrer heben und senken,

zum Vorgang gehörige Verlustzeiten.

c) Das Berechnungsschema.

Diese Tätigkeiten sind im Berechnungsschema in die gleichen Gruppen zusammengefaßt wie bei den Normzeittabellen „Bohrungen drehen“ und „Stirnflächen drehen“,

1. Hauptzeiten (Schnittzeiten),

2. Nebenzeiten (ohne Zeiten für Späne aus dem Bohrloch entfernen),

3. Zeiten, die durch die Eigenart des vorliegenden Vorgangs verursacht werden, d. i. das Entfernen der Späne aus dem Bohrloch.

Die Trennung der 2. und 3. Gruppe im Berechnungsschema wird deshalb durchgeführt, weil der Umfang und die Häufigkeit der unter das Späne-Herausholen fallenden Zeiten in den Beobachtungsbogen eine besondere Berücksichtigung dieser Zeitaufwände ratsam erscheinen läßt, und ihre Abhängigkeit von den Abmessungen der Bohrung wahrscheinlich anders ist als bei Gruppe 1 und 2.

Es folgt die Ermittlung der Zahlenwerte:

Da die verschiedenen Umstände, die für die Aufstellung der Normzeittabelle als konstant angesehen werden müssen, bei dem vorliegenden Elementarvorgang wesentlich geringeren Schwankungen unterworfen sind als bei den Elementarvorgängen „Bohrungen drehen“ und „Stirnflächen drehen“ infolge einheitlicherer Maschinen, Werkzeuge und Werkstücke, sind auch die der Tabellenberechnung zugrunde zu legenden Aufnahmeergebnisse viel einheitlicher.

α) Hauptzeiten. So kann z. B. die Spänezahl i gar nicht schwanken; es wird mit 1 Span vorgebohrt und es wird mit 1 Span fertig gebohrt und wenn vorgeschrieben, kommt dazu noch ein einmaliges Nachreiben. Ferner gelang es bei den vorliegenden Aufnahmen an Radialbohrmaschinen auch, die beiden Maschinendaten v und s fast konstant zu halten, was bei den Aufnahmen in der Dreherei nicht der Fall war, und zwar wurde beim Bohren $v = \text{const.} \approx 8 \text{ m/Min.}$ gehalten und s beim Vorbohren zwischen 0,1 und 0,15, abgestuft nach der erreichten Bohrtiefe, beim Fertigbohren = 0,15. Beim Nachreiben wurde stets gearbeitet mit $v = 10$ und $s = 0,3 \text{ mm/Umdrehung.}$ Auch die Durchmesser, auf die jeweils vorgebohrt wird, sind im vorliegenden Werk einheitlich festgelegt.

Von der für die untersuchten Drehereiverhältnisse erforderlichen Aufstellung der „Vergleichszahl der Schnittzeiten“ = S kann man also im vorliegenden Fall absehen, da die durchschnittlichen Maschinendaten auch ohne diesen Ausdruck zu übersehen sind. In der gleichen Weise könnte sie auch gar nicht angewendet werden, da bei den Bohrvorgängen auch der Durchmesser beim Vorbohren noch die Schnittzeiten beeinflusst.

β) Nebenzeiten, Die Nebenzeiten (Abb. 24) erwiesen sich nach den Aufnahmeergebnissen als abhängig von dem Durchmesser der Bohrung; sie können also nicht als konstanter Wert (Durchschnittswert) in das Berechnungsschema eingesetzt werden. Die Änderung der erforderlichen Handzeiten bei Änderung der Abmessungen der Bohrung kommt daher, daß bei größerer Lochtiefe ein immer größerer Weg beim Heben

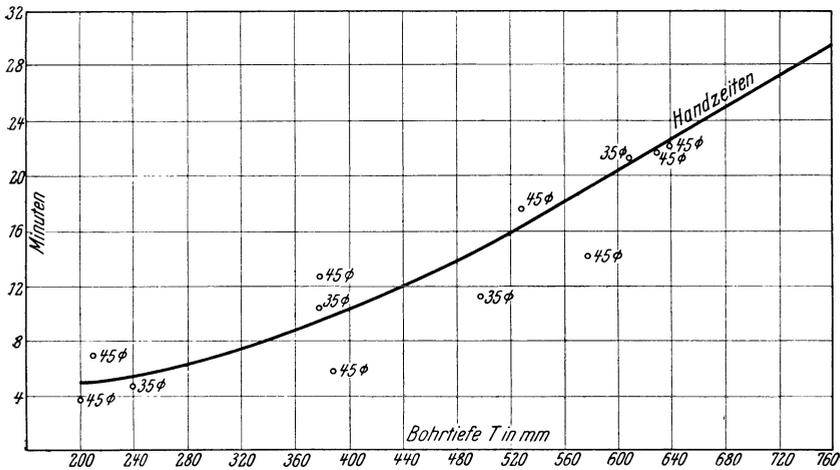


Abb. 24. Handzeiten (Nebenzeiten) zur Tabelle: Bohren großer Lochtiefen.

und Senken des Bohrers erforderlich ist und auch das immer ungünstiger sich gestaltende Arbeiten mit Verlängerungen die Handzeiten mit immer größerer Bohrungstiefe größer gestaltet. — Die Handzeiten sind daher auch nicht in Prozenten der Schnittzeiten auszudrücken, sondern aus einer Durchschnittskurve zu entnehmen, nach Abb. 24.

γ) Zeiten für Späne aus Bohrloch holen. Das gleiche gilt für die „Spänezeiten“ (Späne aus dem Bohrloch entfernen mit den dazugehörigen Handzeiten für Bohrer heben und senken), wo ebenfalls die Schwierigkeit der einfachen rechnerischen Erfassung in Gestalt einer Formel auf den Weg der kurvenmäßigen Darstellung weist (Abb. 25). Betrachtet man nun in Abb. 25 die Aufnahmepunkte daraufhin, wie sich die Werte für die verschiedenen Durchmesser zueinander einstellen, so erweckt die Abb. 25 den Anschein, daß sich die Spänezeiten mit steigendem Durchmesser vergrößern, denn die Aufnahmepunkte bei

Durchmesser $D = 35$ liegen durchweg unterhalb der Kurve, die bei $D = 45$ im allgemeinen oberhalb. Man könnte danach in Versuchung kommen, die Spänezeiten in der Weise bei der Aufstellung der Normzeittabelle zu berücksichtigen, daß sie aus verschiedenen Kurven abgelesen werden, von denen jede für einen bestimmten Durchmesser oder Durchmesserbereich gilt, etwa indem entsprechend den Aufnahmeergebnissen eine Kurve *A* (strichliert in Abb. 25) aufgestellt wird für D von 20 bis 35 und eine Kurve *B* für D von 40 bis 60. Das würde nicht gegen die bisherigen Aufnahmeergebnisse verstoßen, doch es widerspricht

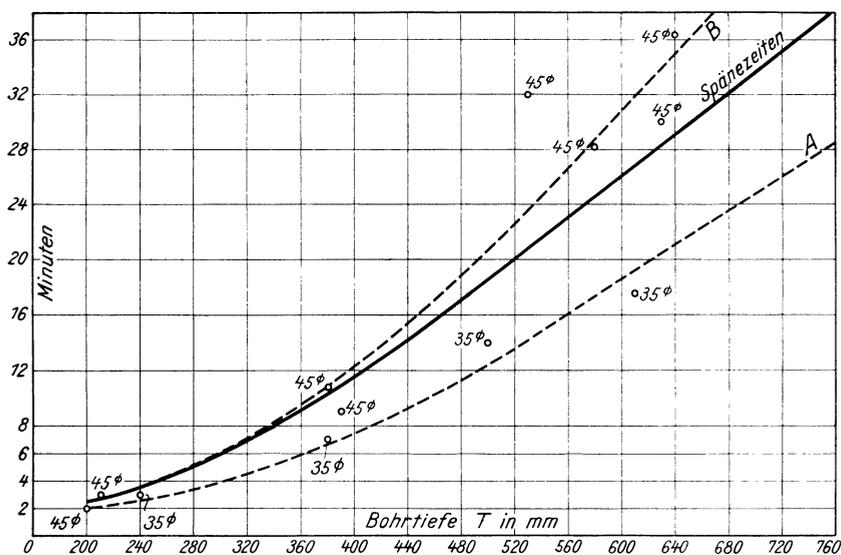


Abb. 25. „Spänezeiten“ zur Tabelle: Bohren großer Lochtiefen.

dem „Erfahrungsgefühl“. Je größer der Durchmesser der Bohrung, um so leichter müßte sich nach dem Gefühl das Späneherausholen gestalten. Der nach den Aufnahmen zulässige Schluß beruht auf Zufallsergebnissen.

Hier zeigt sich, daß die Aufnahmeergebnisse nur verwertbar sind, wenn sie sich in Übereinstimmung mit der Erfahrung bringen lassen. Die zahlenmäßige Beschränkung der Zeitaufnahmen in der Praxis (Aufnahmen kosten Zeit und Geld) gestattet — besonders im Anfang — nicht, alle Zahlengrößen, die zur Aufstellung der Akkordzeiten erforderlich sind, einwandfrei als Durchschnittswerte zu ermitteln. Die Aufnahmeergebnisse sind oft nur als Hinweise anzusehen für die Zeitermittlung, die vor ihrer Verwendung der Bestätigung durch die Erfahrung bedürfen, d. h. die aus Zeitaufnahmeergebnissen herausgelesenen Zahlen und Schlüsse dürfen nur dann der Arbeitszeitermittlung zugrunde gelegt werden, wenn die werkstattpraktische Erfahrung sie erklären kann.

Bei der Aufstellung der vorliegenden Tabelle ist der Mittelweg eingeschlagen und die Spänezeiten sind unabhängig vom Durchmesser der Bohrung und nur abhängig von der Bohrtiefe eingesetzt nach der Kurve Abb. 25.

d) **Zuschlagszeiten.** Es bleibt für die Aufstellung des Berechnungsschemas noch die Berücksichtigung der Zuschlagszeiten übrig. Diese werden in der Höhe, wie sie für die Großbohrerei auf Grund von Zeitstudien festgesetzt sind, berechnet, d. s. 10% der Maschinenzeiten für Bohrer schleifen mit dazugehörigem Aus- und Einspannen des Bohrers und 9% der Grundzeit für die übrigen Verlustzeiten.

d) Tabellenberechnung.

Somit ergibt sich in kurzer Zusammenfassung das folgende Berechnungsschema:

t'_h = Vorbohren

$$t'_h = \frac{d \cdot \pi \cdot l}{v \cdot s \cdot 1000}, \text{ wobei}$$

d = Durchmesser für Vorbohren im mm,
= 15 bis D (Fertigdurchmesser) von 25 bis 50,
= 20 bei $D \geq 50$,

v = 8 m/Min.,

s = 0,15 mm/Umdr. bei $l = 200$,

= 0,12 mm/Umdr. bei $l = 400$,

= 0,1 mm/Umdr. bei $l = 600$,

l = $(l_B + 30)^1$ in mm; l_B = Bohrtiefe.

t''_h = Bohren.

$$t''_h = \frac{D \cdot \pi \cdot l}{v \cdot s \cdot 1000}, \text{ wobei}$$

D = Fertigdurchmesser der Bohrung,

l = $l_B + 30$ (wie bei t'_h),

v = 8 m/Min.,

s = 0,15 mm/Umdr.

t'_n = Handzeiten nach Kurve, Abb. 24.

t''_n = Spänezeiten nach Kurve, Abb. 25.

t_v = Zuschlagszeiten.

$$= (t'_h + t''_h) \cdot 0,1 + (t'_h + t''_h + t'_n + t''_n) \cdot 0,09.$$

$$t_{st} = (t'_h + t''_h) \cdot 1,19 + (t'_n + t''_n) \cdot 1,09.$$

¹⁾ Der mit 30 mm angegebene Überlauf wegen der Spiralbohrerspitze ist in diesem Fall zu groß für eine Berücksichtigung lediglich durch Ablesung des nächsthöheren Tabellenwertes. Diese Ablesung ist aber trotzdem noch begründet, da bei der Berechnung der Tabellenwerte keine Bearbeitungszugabe einzusetzen ist.

D in mm	Bohrungstiefe T in mm														
	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500		
25	37,2	40,4	44,5	49,0	54,4	60,2	66,5	73,4	80,2	87,5	95,0	101,5	109,0		
30	40,8	44,5	48,8	53,6	59,4	65,7	72,6	79,9	87,0	95,0	102,5	110,0	118,0		
35	44,4	48,5	53,0	58,3	64,5	71,2	78,8	86,4	94,0	102,0	110,0	118,0	126,0		
40	48,0	52,2	57,0	62,7	69,7	76,5	84,4	92,7	101,0	109,6	118,0	126,0	134,0		
45	51,6	56,0	61,1	67,2	74,0	81,8	90,0	99,0	108,0	117,0	126,0	134,0	143,0		
50	55,0	59,5	65,0	71,5	78,8	87,0	95,5	104,8	114,0	123,0	132,0	141,5	150,5		
55	62,5	67,3	73,8	80,8	89,0	98,0	107,5	117,5	128,0	137,8	147,8	157,5	168,0		
60	66,0	72,5	79,5	87,4	96,3	105,3	115,5	126,0	136,0	146,2	156,5	167,0	177,0		

D in mm	Bohrungstiefe T in mm														
	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800			
25	116,0	123,0	130,0	137,5	145,0	152,0	159,5	166,0	174,0	181,0	189,0	196,0			
30	125,0	133,0	140,0	148,0	156,0	163,5	171,0	178,5	186,0	194,0	201,5	209,0			
35	134,0	142,0	150,0	158,0	166,0	174,0	182,0	190,0	198,0	206,0	214,0	222,0			
40	143,0	151,0	159,0	168,0	176,0	184,2	192,5	201,0	209,5	218,0	226,5	235,0			
45	152,0	161,0	169,0	178,0	187,0	196,0	204,0	213,0	222,0	231,0	240,0	248,0			
50	160,0	169,0	178,0	187,0	196,0	203,6	211,2	218,7	226,3	233,9	241,4	249,0			
55	177,5	188,0	198,0	208,0	218,0	228,0	239,0	249,0	259,0	270,0	280,0	290,0			
60	187,5	198,0	208,0	218,0	228,5	239,7	250,0	261,0	271,5	282,5	293,2	304,0			

Abb. 26. Normzeitabelle: Bohren großer Lochtiefen.

e) Kritik der Tabelle und Aufnahmen.

Die nach diesem Schema berechnete Tabelle ist in Abb. 26 wiedergegeben. Abb. 27 zeigt den zur Tabelle gehörigen graphischen Bogen nach Eintragung der vorliegenden Versuchsergebnisse.

Die Abweichungen zwischen Tabelle und Aufnahme halten sich bei dem vorliegenden Elementarvorgang zwischen -11 und $+10\%$, also innerhalb wesentlich engerer Grenzen als es bei den Elementarvorgängen der Dreherei, die untersucht wurden, der Fall war (Abb. 16, 20 und 21). Der Grund wurde bereits angegeben in den geringeren Schwankungen,

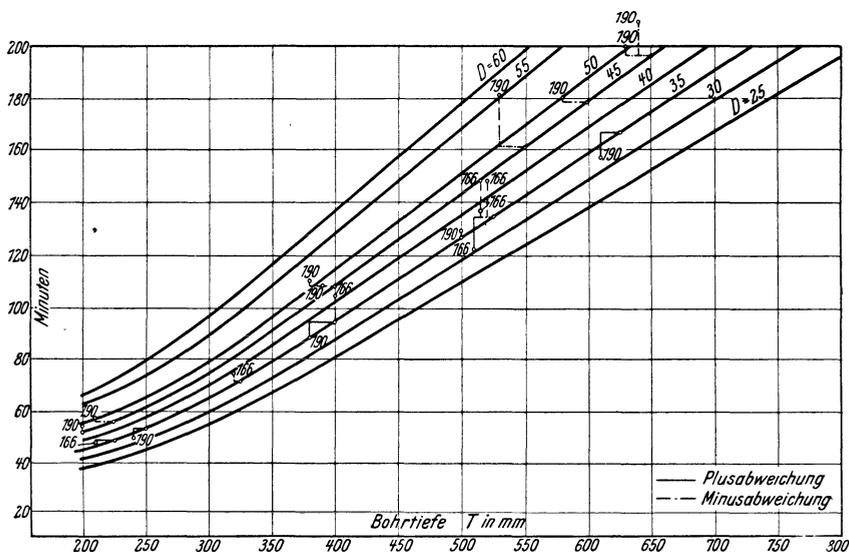


Abb. 27. Graphische Tabelle zu: Bohren großer Lochtiefen.

denen der Arbeitsvorgang unterworfen ist. Die vorhandenen Schwankungen werden ohne besondere Erklärung als zulässig zugelassen. Die Plus- und Minusabweichungen sind im graphischen Bogen in gleicher Weise über die untersuchten Tabellenbereiche verteilt, an keiner Stelle zeigen sich ausschließlich Plus- oder Minusabweichungen, so daß der Gütegrad der Tabelle in allen untersuchten Teilen als gleich angesehen werden kann. — Die kleineren und großen Durchmesser sind noch durch Zeitaufnahmen nachzuprüfen, besonders ist für diese Fälle zu untersuchen, ob die angenommene Unabhängigkeit der Nebenzeiten und der Spänezeiten vom Durchmesser der Bohrung der Wirklichkeit entspricht. — Die Werte für die mittleren Durchmesser der Tabelle können als genügend untersucht, der Wirklichkeit entsprechend und damit als endgültig betrachtet werden. Die Gleichmäßigkeit der Aufnahmeergebnisse gegenüber den Tabellenwerten gestattet bereits, eine Grenze für die

zulässigen Abweichungen der Aufnahmeergebnisse von den Tabellenwerten festzusetzen. In Anbetracht der Erfahrungen bei der Normzeitabelle „Bohrungen drehen“, daß man nämlich bei der Festsetzung dieser Grenzen, zum mindesten bei der erstmaligen Aufstellung der Tabelle, großzügig sein muß, wird für die vorliegende Normzeitabelle die Grenze für die zulässigen Abweichungen mit $\pm 15\%$ angesetzt, d. h. Arbeitszeiten t'_{st} , die innerhalb dieser Grenzen von $\pm 15\%$ von dem betreffenden Tabellenwert abweichen, gelten als normal.

C. Bedeutung der Gemeinschaftsarbeit.

1. Mängel der Normzeittabellen.

Die im vorstehenden aufgestellten Normzeittabellen sind noch nicht das Ergebnis endgültig abgeschlossener Untersuchungen. Das Ziel, die den Durchschnittsverhältnissen entsprechenden besten Arbeitszeiten richtig und genau zu ermitteln, ist mit der Aufstellung der Tabellen noch nicht erreicht.

Eine so genaue Vorgabe der Zeiten wie sie bei der Massenfertigung vielfach vorhanden ist, wird man ja bei Einzelfertigung nie erreichen. Sie ließe sich auch wirtschaftlich nicht rechtfertigen, da sich ein Fehler in der Kalkulation nicht mit der Stückzahl so hoch multipliziert, und da die Verschiedenheiten in der Fabrikation von vornherein größere Schwankungen in der Zeitvorgabe bedingen.

Aus den folgenden Gründen sind die Zeiten der Normzeittabellen noch nicht genau genug:

a) Infolge der Art des Vorgehens.

1. Mit den vorgenommenen Zeitaufnahmen wurde als nächstliegendes Ziel die Regelung von Akkordreklamationen verfolgt. Bei diesem dauernden ausschließlichen „Ausprobieren“ einzelner reklamierter Akkorde durch Zeitaufnahmen bei kleinen Stückzahlen ist keine Möglichkeit gegeben, in systematischer Weise den jeweils wirtschaftlichsten Arbeitsgang zu ermitteln, den Einfluß der einzelnen Veränderlichen auf die Zeit festzustellen, so vor allem die jeweils günstigste Zusammensetzung der Maschinendaten v , s , i , a .

Es wurde also in bezug auf die Aufgabe, die Elementarvorgänge zu untersuchen und ihre kritische Beurteilung zu ermöglichen, lediglich Material gesammelt.

2. Es wurde dann für die Aufstellung der Normzeittabellen die zweite wichtigere und rationellere Aufgabe durchgeführt, das zum Zweck von einzelnen Akkordregelungen gesammelte Material wissenschaftlich zu verarbeiten und daraus allgemeine Unterlagen auch für andere Akkorde zu schaffen in Form der Normzeittabellen. Mit der Aufstellung

dieser Tabellen wird ein Vergleichsmaßstab geschaffen zur Beurteilung der einzelnen Aufnahmen bezüglich der Zeiten, ein Maßstab, der allerdings zunächst noch recht grob ist.

b) Fehlen des Vergleichsmaßstabes.

Bei der Auswertung der Aufnahmen, die vor dem Bestehen der Normzeittabellen erfolgt, ist es noch nicht möglich, die kritischen Vorbereitungs- und Vergleichsmethoden in der in Abschnitt II und III geschilderten vielseitigen Form vorzunehmen und große Abweichungen in den Zeiten nach oben und unten auszuschneiden, da ja die zum kritischen Vergleich erforderlichen Tabellen und Zusammenstellungen noch nicht bestehen.

Man muß sich also zunächst bei der Beantwortung der Frage: „Können die bei der Zeitaufnahme festgestellten Zeiten der Akkordfestsetzung zugrunde gelegt werden“ bzw. „ist der Vorgang bei der Zeitaufnahme der bestmögliche Vorgang gewesen?“ in höherem Maße auf das persönliche Urteil des Beobachters und Meisters stützen. Die Kritik ist weniger objektiv und weniger scharf.

c) Der Beobachter ist noch nicht geschult.

Mit dem Fehlen der Zusammenstellungen ist der weitere Nachteil verbunden, daß dem Beobachter noch die Kenntnisse und Erfahrungen fehlen, die er bei der Bearbeitung dieser Zusammenstellungen und dem damit verbundenen eingehenden Studium der betr. Arbeitsgänge sammelt und daß er deshalb auch während der Zeitaufnahme selbst den Arbeitsgang nicht so sicher im Sinne des bestmöglichen Vorganges beeinflussen kann.

2. Praktische Schwierigkeiten für den idealen Aufbau.

Die erwähnten Mängel der zur Aufstellung der Tabellen verwendeten Zeitaufnahmen müßten, vom idealen Standpunkt aus gesehen, vermieden bzw. vermindert werden dadurch, daß zunächst an eigenen Versuchsmaschinen, am besten auch in einer besonderen Werkstatt, der betreffende Elementarvorgang systematisch untersucht würde bezüglich des Einflusses der verschiedenen die Zeit beeinflussenden Veränderlichen auf die Zeit. Auf diese Weise könnte ein exakter Vergleichsmaßstab festgelegt werden für die Beurteilung des Gütegrades der Zeiten. Der notwendige Umfang der Hand- und Meßzeiten sowie die erforderlichen Zuschlagszeiten für Verlustzeiten würden auf ebenso eingehende und gründliche Weise ermittelt.

Die Beschreitung dieses Weges scheiterte an der Kostenfrage. Es würde Monate beanspruchen, um in dieser exakten Weise die wirtschaftlichste Arbeitsweise für nur einen Elementarvorgang zu ermitteln und was wäre dann gewonnen? Die Akkordzeiten im vorliegenden Werk

in der Dreherei setzen sich durchweg aus mehreren Elementarvorgängen zusammen und die genaue Erfassung des einen davon erhöht die Sicherheit der Vorausbestimmung der Akkordzeit nur in bescheidenen Grenzen. Es müßten also in gleicher Weise die übrigen Elementarvorgänge untersucht werden und nach langen Versuchsmonaten könnte man erst daran gehen, die Verbesserung der Vorkalkulation durch Zeitaufnahmen zu erreichen. Darauf wird sich kein Werk mittleren und kleinen Umfanges einlassen können. Das Risiko, ob sich diese lange Versuchsarbeit wirklich „lohnen“ wird, ist in diesen Werken zu groß.

3. Abhilfe durch Gemeinschaftsarbeit.

Doch wäre hier einige Abhilfe dadurch zu schaffen, daß sich mehrere Werke zusammenschließen und unter sich eine Arbeitsteilung in der Weise vornehmen, daß jedem die Untersuchung eines oder mehrerer Elementarvorgänge zugewiesen wird. Manche Zeiten müssen allerdings für jedes Werk getrennt ermittelt werden, so vor allem die Zuschläge für Verlustzeiten, aber viele der Elementarvorgänge kommen in den meisten Werken in gleicher Weise, unter gleichen Bedingungen wieder vor, was ja im Wesen des „Elementarvorgangs“ mit begründet ist.

Leider scheinen gerade die mittleren und kleinen Werke einem derartigen umfassenden gegenseitigen Erfahrungsaustausch noch sehr fern zu stehen, wohl aus der Befürchtung heraus, daß sie mehr geben als nehmen würden. Die geeignete Stelle, hier fördernd einzugreifen, scheint der Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung, der „Refa“ zu sein. Der Refa sollte auf dem bereits beschrittenen Wege fortfahren und für die überall wiederkehrenden Vorgänge auf Grund von erstklassigem, einwandfreiem Zeitaufnahmematerial verschiedener Firmen der Industrie insbesondere der Einzelfertigung Zeiten geben in Form von Gebrauchstabellen. Dazu hätte der Refa die umfangreichen Versuche, die zur Ermittlung der besten Zeiten erforderlich sind, aufzuteilen auf verschiedene Firmen, die den Wert dieser Gemeinschaftsarbeit anerkennen, und er hätte dann die gewonnenen Werte einheitlich zu verarbeiten. Doch sollen die Zeiten so sein, daß die Vorkalkulation der Praxis leicht damit arbeiten kann, und diese Aufgabe erfüllen die bisher gebotenen Zeiten der Refamappe „Spannabhebende Formung“ noch nicht. Sie gehen für die praktische Verwendung viel zu sehr in Einzelheiten.

4. Vorläufige Annäherung.

Da es jetzt noch nicht möglich ist, einen idealen Aufbau der Normzeittabellen von vornherein durchzuführen, ist man auch nach Aufstellung der Tabelle noch in höherem Maße als es erwünscht erscheint,

abhängig von dem schätzenden Gutachten des Meisters und des Beobachters zur Beurteilung der Frage, ob der Vorgang bei der Zeitaufnahme der bestmögliche Vorgang war und von der Arbeitswilligkeit und Geschicklichkeit des Arbeiters, bis man auf Grund der gesammelten und systematisch zusammengestellten Ergebnisse und Erfahrungen und auf Grund der ständigen Kontrolle und Verbesserung der aufgestellten Tabellen nicht mehr zu schätzen braucht, sondern weiß, ob ein Vorgang der bestmögliche ist oder nicht. Es schließt sich daher an die in IV C 1 a geschilderten zwei Punkte des Vorgehens zur Aufstellung der Normzeittabellen als dritter Punkt an:

3. Nach dem Sammeln von Material und nach der Verarbeitung zu Tabellen ist an der weiteren Verbesserung der Tabellen zu arbeiten, besondere Verhältnisse sind immer mehr zu berücksichtigen, der zunächst unsichere und grobe Maßstab muß immer feiner und zuverlässiger gestaltet werden und auf Grund der dauernden kritischen Beschäftigung mit den betr. Vorgängen sind diese Vorgänge selbst zu verbessern.

Es sollen daher die bei der Auswertungsmethode erfolgten Zusammenstellungen nicht allein einen Maßstab schaffen zur Beurteilung der Güte der Vorgänge betr. Zeiten, wie es für einige Elementarvorgänge beispielsweise durchgeführt wurde, sondern sie sollen zugleich die Möglichkeit zur Verbesserung der Arbeitsweisen, zur Verringerung der Zeitschwankungen und damit zur Verbesserung des Maßstabes geben.

Dazu finden die graphischen Zusammenstellungen Verwendung bei der Vorbereitung der Zeitaufnahmen in der Weise, daß der Beobachter sich vor der Aufnahme ein ungefähres Bild davon macht, welche Zeiten und Maschinendaten bei den einzelnen Elementarvorgängen der vorzubereitenden Aufnahmen in Frage kommen.

Die Fähigkeit des Beobachters, die Güte des Vorganges bei der Aufnahme selbst zu beurteilen und zu beeinflussen, wird durch diesen Punkt (Abschn. II J 1b) in erheblichem Maße gefördert.

Es genügt nicht, wenn der Beobachter bei der Auswertung einen Vorgang auf Grund der Zusammenstellungen kritisch untersucht und dabei möglicherweise feststellt, daß der Vorgang nicht der bestmögliche war, vielmehr muß er auch während der Aufnahme den Vorgang kritisch beobachten, um wirklich den bestmöglichen Vorgang zur Durchführung zu bringen. Zu dieser kritischen Betrachtung und der daraus sich ergebenden Beeinflussung des Arbeitsganges muß der Beobachter den Vorgang beurteilen können nach seiner Güte und den zum Urteil führenden Gütemaßstab entnimmt er neben seinen Fachkenntnissen den Zusammenstellungen früherer Aufnahmen.

V. Rationalisierung.

Rationalisierung ist das systematische Suchen nach Fehlern und die systematische Verbesserung der Fabrikationseinrichtungen, wie Hegner definiert. Die Rationalisierung auf Grund der Zeitaufnahmen ist mindestens ebenso wichtig wie die genaue Festlegung der Zeiten. Dem Zeitstudium im eigentlichen Sinne kann bei der Rationalisierung zunächst nur die Aufgabe zufallen, die Mängel aufzudecken und zahlenmäßig zu untersuchen. Die schwierigere Aufgabe ist es dann, daß die Betriebsleistung die dauernde Verwirklichung dieser Verbesserungsvorschläge durchführt. Ohne diese tatsächliche Durchführung ist die Aufdeckung der Mängel an Hand von Zeitstudien Zeitverschwendung.

A. Die Rationalisierung in der besprochenen Aufnahme- und Auswertungsmethode.

In den vorausgehenden Darlegungen über die Aufnahme- und Auswertungsmethode bei Einzelfertigung dienen der Rationalisierung:

1. die dem Beobachter gestellte Aufgabe, den Vorgang bereits vor der Aufnahme kritisch zu untersuchen auf „von vornherein als lohnend erkennbare Verbesserungsmöglichkeiten“,
2. die bei der Auswertungsmethode in Abschnitt III B 4a vorgenommene Zusammenstellung der Verlustzeiten,
3. die für jede Auswertung vorgeschriebene Prüfung auf Verbesserungsmöglichkeiten (Abschn. III B 5) und
4. die Vorschrift der laufenden Eintragungen der Verbesserungsvorschläge.

Bei der Rationalisierung anlässlich von Zeitaufnahmen ist — wenigstens bei Einzelfertigung — zu unterscheiden eine Vorrationalisierung (vor der Aufnahme) und die Rationalisierung nach der Aufnahme.

B. Die Vorrationalisierung.

Bei Einzelfertigung ist es unbedingt erforderlich, einen möglichst großen Teil der Rationalisierung vor der Aufnahme zu erledigen. Eine zunächst nur zur Orientierung über den Arbeitsgang, so wie er von dem Arbeiter ausgeführt wird, dienende Aufnahme kann man sich bei den geringen Stückzahlen nicht leisten. Diese Vorrationalisierung erstreckt sich auf von vornherein als lohnend und leicht durchführbar erkennbare Verbesserungsmöglichkeiten, z. B. wenn Bohrungen in gewissen Fällen nicht vorgegossen sind, wenn die Arbeit an ungeeigneter Maschine oder von ungeeignetem Arbeiter ausgeführt wird. Zur Vorrationalisierung

gehört auch, daß der Beobachter die bei der aufzunehmenden Arbeit bisher angewendeten Vorschübe und Geschwindigkeiten „kritisch“ untersucht (am besten an Hand früherer Aufnahmen).

Doch darf die Vorrationalisierung den Arbeitsgang nur dort beeinflussen und kürzer gestalten, wo der Arbeiter dann dauernd und mit Sicherheit die bessere Arbeitsweise ausüben kann. Es darf also beispielsweise nicht zur Vorrationalisierung gehören, daß alle Lehren und Werkzeuge bereit gelegt werden, wenn nicht gleichzeitig dafür gesorgt wird, daß sie dem Arbeiter auch in Zukunft bei den betr. Arbeitsgängen bereit gelegt werden.

Vorrationalisierung sind die vor der Aufnahme zu treffenden Maßnahmen zur Erzielung des bestmöglichen Vorgangs (vgl. Abschn. II A).

Es kann natürlich nicht immer möglich sein, die „lohnenden“ Verbesserungen von Arbeitsgängen vor der Aufnahme zu erkennen. Oft wird man auch von den von vornherein erkennbaren Mängeln erst durch Zeitaufnahmen nachweisen können, ob ihre Beseitigung lohnend ist oder nicht. Diese Fälle sind bei der nach der Aufnahme erfolgenden Rationalisierung zu behandeln.

C. Die Rationalisierung nach der Zeitaufnahme.

Ein wesentlicher Teil der Rationalisierung nach der Zeitaufnahme wird die Untersuchung von Verlustzeiten sein. Dabei werden neben der Zusammenstellung der Verlustzeiten in Abb. 8 die wichtigsten Unterlagen sein die Aufzeichnungen der Beobachter über Betriebsverbesserungen.

Welche Anregungen sich in bezug auf Verbesserungen der Arbeitsmethoden und Arbeitsbedingungen für den „beobachtenden“ Zeitbeobachter ergeben, geht aus den folgenden Aufstellungen über durch Zeitaufnahmen festgestellte Mängel hervor. Diese Mängel wurden festgestellt bei Zeitaufnahmen, die zunächst nur zur Regelung beanstandeter Akkorde vorgenommen wurden. Es ist also vom Standpunkt der systematischen Untersuchung der Arbeitsgänge aus ganz willkürlich zusammengewürfeltes Material.

Die Aufstellung wird von allen Zeitaufnahmebeamten gemeinsam ständig weitergeführt und ist in bestimmten Zeitabschnitten der Betriebsleitung regelmäßig vorzulegen. Sie ist ein wichtiges Hilfsmittel, die kritische Arbeitsweise der Zeitaufnahmebeamten zu beurteilen und wohl auch anzufeuern. — Es ist wichtig, daß die bei einer Aufnahme festgestellten Mängel gleich schriftlich festgehalten werden.

Die zweckmäßigste Art der Aufschreibung ist wohl die Kartei. Bei ihr ist von vornherein eine Einteilung nach Arbeitsplätzen möglich

oder nach der Art der Fehler, nach Umfang des Zeitverlustes oder wie die Unterteilung jeweils zweckmäßig erscheint, und die Karteiform ist auch nach jeder Richtung erweiterungsfähig und bequem bei Besprechungen usw. zu verwenden.

In den Aufstellungen der S. 96ff. ist eine Unterteilung der Kartei gedacht in Karten für

1. Werkzeuge und Vorrichtungen,
2. Maschinen,
3. Werkstoff,
4. Arbeitsvorbereitung,
5. Kalkulation, Konstruktion und Zeichnungen,
6. Betriebsorganisation,
7. Transport.

Ein geeignetes Format für die Karteikarten ist bei einer Unterteilung nach den Tabellen S. 96ff das zusammengesetzte DIN-Format 148×420 . Die Karten sind vor- und rückseitig gleich zu bedrucken und in der Mitte der Langseite zu brechen, so daß sie abzulegen sind im DIN-Format A_5 148×210 .

Bei der Führung solcher Zusammenstellungen bei der Auswertung zeigt sich, daß die „beobachtenden“ Zeitbeobachter durch die Zeitaufnahme wie durch eine Brille sehen; klar und deutlich treten die Mängel hervor. Es ist nicht mehr nur so ein „Frontschimmer“, daß dies und jenes nicht stimme. Daß man die Fehler klar und deutlich sieht, fordert zu ihrer Behebung auf und zeigt, wo die Abhilfe einzusetzen hat. Dabei leuchtet die Zeitaufnahme in die entferntesten Winkel der Fabrikation.

I. Werkzeuge und Vorrichtungen.

Lfd. Nr. Nf. d. Aufnahme	Beobachter Tagd. Beobachtung	Abteilung	Ursache	Zeitaufwand		Arbeitsgang, Arbeitsstufe oder Griff	Nähere Ausführung und Bemerkungen	Verbesserungsvorschlag	Hinweis auf lfd. Nr. mit gleichem Mangel	Abhilfe geschaffen durch
				gebraucht	normal					
1 30		Dreherei I	Zu wenig Meßwerkzeuge (Gradmesser)	6,5 3,0		Gradmesser holen	Nur 1 Gradmesser für die Abteilung vorhanden, dieser war ausgegeben, Dreher mußte nach Befragung der Werkzeugausgabe den Gradmesser von anderem Dreher leihen			
2 36		Dreherei II	Werkzeug nicht in Ordnung	68,5 0		Kegelrad auf Dorn fertig drehen	Fliegender Dorn läuft nicht zentrisch. Ursache: Unsachgemäße Behandlung. Dorne sind nicht verschlossen und werden nicht nach jeder Ausgabe kontrolliert. Der Dreher versuchte, das Kegelrad auf Spitzendorn zu bearbeiten, mußte das aber als unzweckmäßig wieder aufgeben. Der Meister besorgte ihm dann aus einer andern Werkstatt einen guten Dorn	Dorne verschließen und bei Rückgabe, wenigstens stichprobenweise, kontrollieren		Meister bekommt die Dorne zur Aufbewahrung und hat ordnungsgemäße Rücklieferung zu überwachen (Fabr. Mitt. 432)
3 37		Dreherei I	Zu wenig Meßwerkzeuge	9,0 3,0		Gradmesser holen	wie bei I/1		I/1	
4 50		Shaping-Hobelei	schlechter Stahl			Einstiche hobeln	Material für Einstichstahl ist teilweise gewöhnlicher Werkzeugstahl. Zeitverlust für Stahlschleifen $\sim 1/3$ der Schnittzeit	Einstichstähle aus Schnellstahl anfertigen		Werkzeugmacheri und Schmiede entsprechend angewiesen (Fabr. Mitt. 440)
5 63		Revolverdreherei	Werkzeug nicht genau	26 5		Reibahle holen	Zu wenig Werkzeug, wohl auch unsachgemäße Behandlung durch die Arbeiter. Im vorliegenden Fall wurden 3 Reibahlen geholt mit 5, 10 und 11 Min. Zeitaufwand, keine der 3 Reibahlen ist genau, so daß für jedes Stück späteres Nachreiben (0,8 Min.) erforderlich			

6 69	Dreherei I	nicht genügend Meßwerkzeug	9,2 3,0	Rachenlehre holen	Die betr. Rachenlehren (3 Stück) waren alle ausgegeben. Dreher mußte in der Werkstatt danach herumlaufen.	Mehr Meßwerkzeuge	I/1, I/3
7 70	Revolverdreherei	Werkzeug nicht genau	150	Ausreiben	Reibahle arbeitet nicht genau, so daß Bohrung hinten enger als vorn. Jedes Werkstück muß nachgerieben werden (1 1/2 Min. je Stück; Auftr.-Menge 100 Stück)	Mehr nachstellbare Reibahlen anwenden?	I/5
8 76	Dreherei I	Zu wenig Meßwerkzeuge	7,1 + 17,0 3,0	3 Lehren holen	Lehren waren nicht vorrätig	Mehr Meßwerkzeuge	I/1, I/3, I/6
9 80	Dreherei I	Zu wenig Meßwerkzeuge	23	Rachenlehren holen	Dreher konnte erforderliche Lehren nicht bekommen, mußte wieder abspannen und anderes Arbeitsstück beginnen	Für die gebräuchlichsten Abmessungen 1 weiteren Satz anschaffen.	I/1, I/3, I/6, I/8.
10 89	Dreherei I	Zu wenig Meßwerkzeuge	12,5 3	Rachenlehren holen	2 Lehren vorhanden, beide ausgegeben	wie I/9	I/1, I/3, I/6, I/8, I/9
11 97	Dreherei I	Zu wenig Meßwerkzeuge	10,8 3	Rachenlehren holen	wie I/10	wie I/10	I/1, I/3, I/6, I/8, I/9, I/10
12 130 u. 131	Radialbohrmaschinen	Zu wenig Schleifsteine und schlechter Zustand der vorhandenen	— —	Bohrerschleifen	Der Bohrer muß an dem einen Schleifstein, der in der Großbohrerei zur Verfügung steht, lange warten, da großer Andrang. Ein zweiter Schleifstein in der Bohrererei ist nicht betriebsfähig	Schleifstein instand setzen, Aufstellung eines 3. Schleifsteines wäre lohnend	Vorhanden Schleifstein inst. gesetzt; 3. Schleifstein aufgestellt
13 138	Bohrwerke	Unzweckmäßige Vorrichtung	— —	Bohren mit fliegendem Support	Fliegender Support für Planbearbeitung auf Bohrwerk ist unzweckmäßig gebaut. Arbeiter muß an dem sich mit der Bohrwelle drehenden Support, während bei dessen Drehung der Sterngriff ihm zugekehrt ist, von Hand vorschieben. Auch geht Vorschubspindel zu stramm	Vorschubspindel richten. Der Vorschub mußte durch einen Fauleuzer od. dgl. betätigt werden	Vorrichtungs- bau benachrichtigt, hat Änderung vorgemerkt

Lfd. Nr.	Beobachter Tag d. Beobachtung	Abteilung	Ursache	Zeitaufwand gebraucht normal	Arbeitsgang, Arbeitsstufe oder Griff	Nähere Ausführungen und Bemerkungen	Verbesserungsvorschlag	Hinweis auf lfd. Nr. mit gleichem Mangel	Abhilfe geschaffen durch
14 150		Radialbohrmaschinen	Große Bohrerabnutzung		Bohrer schleifen	Bohrer nutzen sich sehr schnell ab bei großer Bohrtiefe (≈ 600). Zuführung der Kühlflüssigkeit zur Bohrer-schneide ungünstig	Bohrer mit durchgehendem Loch bis zur Bohrer Spitze für Kühlflüssigkeit anwenden		

II. Maschinen.

1 54	Shapinghobelei	Aufspanntisch zu klein	—	Aufspannen an Shapingmaschine Nr. 819	Tisch für die im allgemeinen vorliegende Arbeit zu klein	Winkel an Tisch anbringen	Vorrichtungsbau benachrichtigt, Winkel ist angebracht		
2 64	Revolverdreherei	Ungünstige Riemen-scheibe		Gewinde-schneiden	Vor- und Rücklauf haben gleiches Übersetzungsverhältnis	Für Rücklauf größere Geschwindigkeit ermöglichen	Riemen-scheibe entspr. ausgetauscht		
3 93	Gr. Hobelei	Maschine arbeitet nicht genau	52.0	Hobeln mit Seitensupport	Ständer, Brücke und Tisch stehen nicht genau im rechten Winkel	Arbeiten, die Genauigkeit erfordern, nicht auf diese Maschine geben	Reparatur der Maschine angeordnet		
4 98	Gr. Bohrerlei	Ungünstige Vorschübe an Maschine 8513		Bohren	An Maschine ist zwischen 0,15 und 0,3 kein Vorschub vorhanden, während bei größeren Bohrungen zweckmäßig mit $s_j = 0,25$ gearbeitet wird	Arbeit anders verteilen oder Vorschübe ändern	Änderung der Vorschübe an der Maschine angeordnet		

5 119	Dreherei II	Schlechter Riemen (Ersatzstoff) an Schneldrehbank Nr. 830	Schruppen Bank zieht bei Span von $a = 4$ mm bei $v = 37$, $s = 0,3$ nicht durch	Lederriemen	Lederriemen aufgelegt
----------	----------------	---	---	-------------	-----------------------

III. Werkstoff.

1 55	Gr. Hobelei	Schlechter Guß	Fundament hobeln Gußstück nicht eben. Spanstärke beim Flächenhobeln außen $1/2$ mm, in der Mitte bis 15 mm. Daher nur kleiner Vorschub ($s = 0,85$) möglich	Modell richten	Modell-tischlerei be-nachrichtigt; Modell in Ordnung gebracht
---------	----------------	----------------	--	----------------	---

IV. Arbeitsvorbereitung.

1 52 u. 53	Shaping-hobelei	Un-geeignete Maschinen	216 Min. auf Shap. 130 Min. auf Fräs-masch.	Einstiche hobeln Billiger auf Fräsmaschinen herzustellen auch bei Stückzahl < 6 . Bisher nur bei Stückzahl > 6 gefräst	Die bestehende Anordnung: Fräsen nur bei Stückzahl > 6 ist nicht-schematisch zu befolgen	Zu untersuchen, ob Fräse-ri die kleinen Aufträge bewältigen könnte
2 —	M. Hobelei	Un-geeignete Maschine	—	Stoßmaschinen haben viel Fräsarbeit, z. B. Teil Nr. H 160 103	Stoßarbeit teilweise durch Fräsen ersetzen	IV/1 wie IV/1
3 56	Shaping-hobelei	Un-geeignete Maschine	345 Min. auf Shap. 194 Min. auf Fräs-masch.	Kurbeln hobeln Billiger auf Fräsmaschinen herzustellen, auch bei Stückzahlen < 6 .	Die bestehende Anordnung: Fräsen nur bei Stückzahl > 6 ist nicht-schematisch zu befolgen	wie IV/1
4 60	Bohrwerke	Unzweckmäßig vor-gebohrt	16 —	Teil 962402 auf Bohrwerk bohren (Bohrung h und f in Aufn.-Skizze)	Zweckmäßigeres Vorbohren vorschreiben	Vor-kalkulation und Anreißer entspr. angewiesen
7*						

Lfd. Nr. Nr. d. Aufnahme	Beobachter Tag d. Beobachtung	Abteilung	Ursache	Zeitaufwand gebraucht normal	Arbeitsgang, Arbeitsstufe oder Griff	Nähere Ausführung und Bemerkungen	Verbesserungsvorschlag	Hinweis auf lfd. Nr. mit gleichem Mangel	Abhilfe geschafften durch
5 112 bis 116		Schmiede	Arbeitsvorgang verbessern	— —	Stähle schmieden	Bei aufgeschweißten Stählen sind die Schnellstahlblättchen zweckmäßiger nicht vom Schmied herzustellen und aufzuschweißen. Die Schnellstahlblättchen können im kalten Zustand hergestellt werden. Zum Schweißen den Stahl nur einmal erhitzen. Für das Schmieden der Stähle kleineres, geschlossenes Schmiedefeuer, das auf 2 Seiten von je 1 Schmied benutzt wird. Beim Schmieden der Stähle ist der Jungschmied evtl. durch einen auch sonst verwendbaren, bequem regulierbaren Lufthammer zu ersetzen			
6 138		Bohrwerk	Modellfehler	25 —	Vorborenen der Bohrung g	Bohrung mit 40 mm \varnothing ist nicht vorgegossen	Vorgießen		Modell geändert
7 120		Dreherei I	Gegenstücke bei Einpaßarbeit sind nicht zusammen	39 —	Gegenstück für Einpaßarbeit holen	Exzenter und Exzenterhalter müssen genau aufeinander aufgepaßt werden. Um das aufzupassende Werkstück zu finden, wurde der Dreher von der Kartenzentrale zur Fräselei, dann zur Bohrelei, Fräselei, Bohrelei, Kartenzentrale und wieder zur Fräselei gewiesen, bis es sich herausstellte, daß das Werkstück doch in der Fräselei war	Werkstücke, die zusammen zu bearbeiten sind, sind dem Dreher zusammen anzuliefern		Magazin erneuert spr. angewiesen (Fabr. Mitt. 479)

8 134	Dreherei I Mangel an Rotgüßbüchsen i. Magazin	12,6 —	Rotgüßbüchsen holen bzw. auf der Fertigung warten	Dreher mußte Rotgüßbüchse im Magazin holen, dort war keine vorrätig; anderer Dreher mußte erst eine anfertigen, daher Wartezeit	Zusammen zu bearbeitende Teile sind dem Dreher zusammen an den Arbeitsplatz zu bringen.	IV/7	Gemeinsam mit IV/7 geregelt
9 136	Dreherei II	8,5 —	Teilzeiten	Nach Zeichnung ist Grobschlichten(∇) vorgeschrieben. Der Kontrolleur verlangt auch da „saubere“ Arbeit, also feilt und schmirgelt der Dreher. Stückzeit 115 Min.	Dem Kontrolleur ist vorzuschreiben, nur nach Zeichnung zu kontrollieren		

V. Kalkulation, Konstruktion und Zeichnungen.

1 33	Dreherei I	Zeichnung nicht in Ordnung	12,0 3,0	Zeichnung holen	Zeichnungsnummer undeutlich. Zeichnungsausgeber mußte daher lange suchen	Zeichnung durch Lohnarbeiter holen lassen?	
2 33	Dreherei I	Zeichnung nicht in Ordnung	18,0 —	Maße in Zeichnung nachtragen lassen im Konstr. Bür.	In Zeichnung für Kegehrad fehlten Winkelmaße. Meister benachrichtigt. Meister geht ins Konstruktionsbureau		V/I
3 64 und 67	Revolverdreherei	Vorkalkulation ungeeignet	— —	Einrichten	Die Einrichtezeit beträgt bei Aufnahme 64 126 Min., bei Aufnahme 67 19 Min. In beiden Fällen wird 40 Min. berechnet	Einrichtezeit nach Arbeit abstufen	
4 79	Revolverdreherei	Vorkalkulation	— —	Flanschbüchse drehen und Zahnrad drehen	Das vorliegende Werkstück wird auf der Zeichnung als „Flanschbüchse“ bezeichnet und nach der Tabelle „Büchsen“ (V. K. 18) gerechnet mit 51,2 Min. Das Werkstück verlangt die gleiche Bearbeitung wie ein Zahnrad, hat auch die Abmessungen eines Zahnrades. Als „Zahnrad“ gerechnet müßten 113 Min. Stückzeit eingesetzt werden. In der Büchsentabelle ist das Herausarbeiten aus Vollmaterial nicht berücksichtigt	Zeichnungen nach den Gesichtspunkten der Kalkulation benennen	Kalkulationstabellen durch entsprechende Zusätze richtig gestellt

VI. Betriebsorganisation.

Lfd. Nr.	Beobachter	Tag d. Beobachtung	Abteilung	Ursache	Zeitaufwand gebraucht normal	Arbeitsgang, Arbeitsstufe oder Griff	Nähere Ausführung und Bemerkungen	Verbesserungsvorschlag	Hinweis auf lfd. Nr. mit gleichem Mangel	Abhilfe geschaffen durch
1 43			Shaping hobelei	Zu wenig Sattler für Riemenre- paraturen	28,0 5,0	Sattler holen zwecks Riemen- reparatur	Nur 1 Sattler für Abteilungen Shaping Hob., Gr. Hob., Dreh. II, Kl. Boh., Gr. Boh., Adr., Fs. Sattler wurde nicht gefunden, da die Abteilungen in verschiedenen Gebäuden	Mehr Sattler (2) zur Vornahme der laufenden Reparaturen bestimmen		s. VI/6
2 44			Dreherei I	Wartezeit auf Kran	36,3 0	Großes Kegelrad auf- spannen	In dem betr. Feld der Dreherei sind 2 Krane vorhanden. Es werden auf den Drehbänken in der Hauptsache große Zylinderkörper gedreht			
3 57 u. 58			Zahn- fräseerei	Arbeiter nicht ausgenutzt	— —	Zahnräder fräsen	1 Arbeiter bedient teilweise nur 2 Ma- schinen. Sehr viel reine Maschinen- zeiten. Arbeitskraft ist nicht aus- genutzt	Dem Arbeiter 3 Maschinen zuteilen		
4 72			Dreherei I	Dreher führt Lohn- arbeiter- arbeit aus	7,5 —	Zeichnung holen		Nebenarbeiten wie Zeichnung holen usw. durch Lohnarbeiter aus- führen lassen	V/1	
5 98			Groß- boherei	Werkstück falsch angerissen	45,0 —	Wartezeit	Fehler erst gemerkt, als Werkstück bereits aufgespannt; Werkstück war falsch angerissen, da die Zeichnung schon sehr verschmutzt und daher stellenweise unleserlich	Verschmutzte Zeichnungen nicht mehr ausgeben		Zeichnungs- ausgabe entspr. ange- wiesen (Fabr. Mitt. 494)

6 135	Dreherei II	Zu wenig Sattler für Riemenre- paraturen	35 —	Wartezeit auf Sattler	s. Nr. VI/1. Sattler hat noch eine Reihe vorhergemeldeter Riemenrepa- raturen zu erledigen	wie Nr. VI/1	VI/1	Weiterer Sattler zur aushilfsweisen Tätigkeit in Dreherei bestimmen
7 143	Dreherei I	Dreher hat viel Anreiß- arbeit	65 ?	Anreißen von Wellen	Die Wellen ($\varnothing \sim 60$; $L \sim 1000$) werden vom Dreher auf dessen Werk- zeugschrank angerissen	Sollte Anreißen vom Anreißer vorgenommen werden? Vorteile: 1. Drehbank könnte während der Zeit ausgenutzt werden 2. Anreißer hätte das erforderliche Handwerkzeug besser zur Verfügung. 3. Geeignete Platz- verhältnisse, was flottes Arbeiten ermöglichte. 4. Anreißer ist besser eingeübt. Nachteile: 1. Transport der Wellen vom Dreher zum Anreißer und zurück. 2. Außer dem Dreher müßte sich auch der Anreißer in die etwas komplizierte Zeich- nung hineindenken. 3. Es ist nicht mehr nur einer verantwortlich	Auf Grund der statt- gefundenen Be- sprechungen bei der Be- triebsleitung behält der Dreher die Anreißarbeit	

VI. Ideale Forderungen des Zeitstudiums und ihre praktische Durchführbarkeit.

Es ist reichliches Material in der Literatur darüber vorhanden, welche organisatorischen Vorbereitungen, welche statistischen Untersuchungen der Einführung von Zeitstudien vorausgehen sollen, in welchem Maße jede Aufnahme im einzelnen vorbereitet werden sollte, bis zu welchem Grad der Vollkommenheit eines bestimmten Arbeitsganges die Zeitaufnahmen darüber fortgesetzt werden sollen, ehe sie als endgültig anerkannt werden u. dgl. mehr.

Wohl wäre es wünschenswert, daß der Einführung von Zeitstudien die Aufstellung genauer und vollständiger Maschinenkarteien, die insbesondere Angaben über Vorschub- und Geschwindigkeitsverhältnisse enthalten¹⁾, sowie Vereinheitlichung der Vorschub- und Geschwindigkeitsverhältnisse, die unparteiliche Festlegung der Qualität jedes Arbeiters vorangehe, daß die Beseitigung vorher bekannter organisatorischer und anderer Mängel, die einen Zeitverlust bedingen, vor der Aufnahme durchgeführt wäre, daß jede Aufnahme bezüglich des Arbeitsvorganges zwischen dem Beobachter, dem Meister und dem ausführenden Arbeiter genauestens durchzusprechen wäre, so daß z. B. kein Zweifel mehr darüber besteht, wie der Arbeiter bei längeren Maschinenzeiten den weiteren Verlauf der Arbeit vorzubereiten hat durch Herbeiholen, Ordnen und Richten des Spannwerkzeuges usw. Es ist wohl anzustreben, daß bei der Festlegung von Mängeln durch Zeitaufnahmen, wie ungünstige Riemenabmessungen, die die Leistungsfähigkeit der betr. Maschine herabsetzen, ungünstige Vorschübe, ungünstige Aufspannvorrichtungen, diese Mängel zunächst abgestellt werden und dann solange neue Zeitaufnahmen vorgenommen werden, bis der für das betr. Werk kürzest mögliche Vorgang gefunden ist, damit dieser dann der Ermittlung der Akkordzeit zugrunde gelegt werden kann²⁾. Es muß auch grundsätzlich angestrebt werden, eine größere Anzahl gleicher Werkstücke bei einer Zeitaufnahme zu beobachten, damit man von zufälligen Zeitschwankungen möglichst unabhängig wird und die Gewißheit hat, einen Durchschnittswert zu finden.

Bei allen diesen Bestrebungen spricht die Praxis ein entscheidendes Wort mit, und die Erfahrung lehrt, daß man den erwähnten Zielen nur ganz allmählich näher kommen kann. Diese Annäherung wird sich um so langwieriger gestalten, je mehr man sich von den Gebieten des Großbetriebes und der Massenfertigung entfernt, und besonders bei Einzel- fertigung und auch bei Serienfertigung wird es sich als wirtschaftlich

¹⁾ Sägediagramm, Refa Blatt V—1, V—3, V—5 und Hegner: S. 57 ff.

²⁾ Vgl. Hegner: Etappen für eine vollkommene Zeitaufnahme. S. 72.

und notwendig erweisen, auf einen oder mehrere der obenerwähnten Punkte zu verzichten. Man kommt sonst einfach nicht vom Fleck. Der maßgebende Standpunkt kann nicht der sein: „Wie bringt man die Zeitstudie, ihre Vorbereitung und Verwertung mit den idealen Forderungen des Zeitstudiums — wie einige oben angedeutet wurden — in Übereinstimmung?“ Vielmehr muß man davon ausgehen: „Wie weit lohnt sich in dem speziell vorliegenden Fall die Annäherung an die idealen Forderungen des Zeitstudiums?“ Hier muß sich praktisches Denken mit theoretischem vereinigen. Regeln können in dieser Beziehung nicht gegeben werden, es kann nur durch Beispiele gezeigt werden, wie weit die Annäherung an die idealen Forderungen des Zeitstudiums in einzelnen Fällen für zweckmäßig erachtet wurde und aus welchen Gründen das geschah. Die Verhältnisse eines jeden Werkes betreffs Fabrikation, Organisation, Alter, Größe, Gesinnung der Arbeiterschaft und vielen anderen Punkten bedingen hier eine außerordentliche Verschiedenheit in der Beurteilung.

So ist z. B. die Vereinheitlichung der Vorschübe und Geschwindigkeiten für bestimmte Maschinengruppen in großen Werken mit Reihen- und Massenfertigung vielfach durchgeführt und ermöglicht unter anderm eine viel genauere und einfachere Festlegung der Akkordzeiten. Natürlich dürfen die so vereinheitlichten Maschinen in ihrer Leistungsfähigkeit nicht stark voreinander abweichen, damit bei den betr. Maschinen auch die gleiche Spanstärke eingehalten werden kann. Bei Werken, die sich von kleinen Anfängen durch allmählichen Ausbau vergrößert haben, wird der sehr verschiedenartige Maschinenpark oft keine Vereinheitlichung der einzelnen Maschinengruppen zulassen, besonders wenn bei sehr verschiedenartiger Fabrikation bei kleinen Stückzahlen die Anpassungsfähigkeit der Maschinen an die jeweilige Beschaffenheit eines Werkstückes leiden müßte.

VII. Der Tabellenfaktor.

Eine sehr wichtige und schwierige Aufgabe hat der „Akkordpraktiker“ dauernd zu lösen, die das „Problem des Tabellenfaktors“ genannt sei. Es tritt wohl am stärksten bei der Einzelfertigung auf und beruht auf folgender Tatsache:

In Abschnitt I A wurde in kurzen Zügen die Entwicklung des Akkordwesens im untersuchten Werk von Beginn des Zeitstudiums an geschildert. Es wurde erwähnt, daß die auf Schätzungen der Meister aufgebauten Akkordzeiten sich in weitem Maße als nicht übereinstimmend mit der Wirklichkeit erwiesen, und zwar zeigte sich im allgemeinen eine allmähliche und stetige Entwicklung in der Richtung, daß die verakkordierten Arbeiten in immer kürzeren Zeiten ausgeführt wurden

als der eingesetzten Akkordzeit entsprach. Das wurde nicht durch Betrachtungen in der Werkstatt festgestellt, sondern ergab sich aus den Verdiensten. Diese Erscheinung des Minderverbrauches an Zeit hat sich in dem vorliegenden Werk in allen Teilbetrieben gezeigt, jedoch nicht bei allen Akkorden. — Die Betriebsleitung sah sich vor die Aufgabe gestellt, entweder der Entwicklung freien Lauf zu lassen, die Akkordzeiten auch weiterhin als richtig anzuerkennen, und damit den Verdienst der Durchschnittsarbeiter bedeutend über das tariflich festgesetzte Maß steigen zu lassen oder der Entwicklung entgegenzutreten. Sie tat das letztere und mußte es auch tun. Der Weg, den man zur Bekämpfung der dauernd sich über das tarifliche Maß steigenden Arbeitslöhne beschreitet, sollte natürlicherweise der sein, daß man die Akkordzeiten richtig stellt. Das ist in einem Fall wie der vorliegende bei etwa 500 Akkordzeittabellen eine langwierige Aufgabe.

Aus der Lohnstatistik ergab sich für jede Arbeiterkategorie (Großdreher, Kleindreher, Revolverdreher, Groß-, Mittel-, Kleinbohrer, Langhobler, Shapinghobler usw.) getrennt, um wieviel Prozent die Akkordarbeiter den tariflich festgelegten Durchschnittsverdienst überschritten hatten. Da sich die Verdienste zusammensetzen aus den beiden Bestandteilen: Akkordzeit A und Verdienst B in der Zeiteinheit, wobei es sehr viele verschiedene Akkordzeiten A gibt, aber für jede Arbeiterkategorie nur eine oder einige Verdienstzahlen B , ließ man die Akkordzeiten A ungeändert und nahm an den wenigen Verdienstzahlen B die zum Ausgleich der Überverdienste dienende Änderung vor. Es entsprachen danach die Größen B nicht mehr den Minutenverdiensten, ebensowenig wie die Akkordzeiten A den normalen Arbeitszeiten.

Es ist demnach von jetzt an zu unterscheiden:

1. Normale Stückzeit, d. i. die Zeit, die der Durchschnittsarbeiter unter normalen Verhältnissen zur Durchführung einer Arbeit braucht = $t_{st} = A_r$, d. i. eine wirkliche, reelle Zeit.

2. Minutenverdienst, d. i. der tariflich festgelegte Durchschnittsverdienst des Durchschnittsarbeiters in der Minute = B_r . Der Durchschnittsverdienst pro Stunde = V beträgt, mit den Größen A_r und B_r gerechnet:

$$V = B_r \cdot 60 = \frac{A_r \cdot B_r \cdot 60}{A_r}$$

3. Akkordzeit = A_i , d. i. eine ursprünglich als Zeit gedachte Größe, die ihrer Bedeutung nach nur mehr eine Zahl ist, die sich ergibt, wenn man die normale Stückzeit mit einem für verschiedene Akkorde verschiedenen Faktor, dem Tabellenfaktor F , multipliziert.

Der Tabellenfaktor F ist eine reine Rechnungsgröße, die sich aus der Regulierung der Arbeitsverdienste durch Herabsetzung der Minuten-

verdienste anstatt der Akkordzeiten ergibt und die angibt, mit welcher Zahl man die normale Stückzeit multiplizieren muß, um die Akkordzeit zu erhalten. Der Tabellenfaktor kann also einfach aus der Kalkulationsrechnung eliminiert werden. Der Name „Tabellenfaktor“ erklärt sich daraus, daß die meisten Akkordzeiten aus Tabellen entnommen sind (im untersuchten Werke), daß der Faktor F gewissermaßen ein Bestandteil der Tabelle ist, der angibt, wieviel die Werte der Tabelle über bzw. unter den normalen Stückzeiten liegen. Der Tabellenfaktor F errechnet sich am einfachsten nach der Formel:

$$\frac{\text{Erreichter Durchschnittsverdienst je Stunde}}{60 \times \text{Minutenbewertung.}}$$

4. Akkordminutenverdienst = Minutenbewertung = B_i , d. i. ebenso wenig der Verdienst in 1 Minute wie die Akkordzeit die Arbeitszeit ist. Der Akkord-Minutenverdienst ist die Zahl, die sich ergibt, wenn der Minutenverdienst B_r durch den Tabellenfaktor F dividiert wird. Seiner Bedeutung nach ist der Akkord-Minutenverdienst eine Zahl, die sich aus der Umrechnung des tariflich festgelegten Minutenverdienstes B_r zum Zweck der Regulierung der Arbeiterverdienste ergibt.

Mit den Größen A_i und B_i gerechnet, ergibt sich der Verdienst pro Stunde = V :

$$V = \frac{A_i \cdot B_i \cdot 60}{A_r} = \frac{A_r \cdot F \cdot \frac{B_r}{F} \cdot 60}{A_r} = B_r \cdot 60.$$

Es ergibt sich also für einen Akkord der gleiche Durchschnittsverdienst V , ob mit den reellen Größen A_r und B_r gerechnet wird oder mit den ideellen A_i und B_i . Auf das Gesamtergebnis, den auszuzahlenden Lohn, hat die Einführung der ideellen Größen A_i und B_i keinen Einfluß.

An einem einfachen Beispiel sei die Entwicklung, die zur Einführung des Tabellenfaktors führte und die eben in allgemeingültiger Weise beschrieben wurde, nochmals erläutert:

Für die Bearbeitung von Bolzen und ähnlichen Kleindrehteilen auf Drehbänken werden Akkordzeittabellen aufgestellt. Die Zeit zum Drehen eines bestimmten Bolzens ist darin mit 50 Minuten angegeben. Nach einigen Monaten ergibt sich, daß die Dreher, die nach diesen Tabellen im Akkord arbeiten, dauernd anstatt des ihnen als Durchschnittsverdienst zustehenden tariflich festgelegten Verdienstes = 0,80 M. (Annahme) je Stunde 1 M. je Stunde verdienen, ihn also um 25% überschreiten. Der Grund liegt nicht in einer besonderen Qualifikation der betr. Dreher, sondern darin, daß die Akkordzeittabellen falsch sind und nicht den wirklichen Arbeitszeiten entsprechen. Zum Drehen des obenerwähnten Bolzens braucht der Dreher nicht, wie vorgesehen war, 50 Minuten,

sondern nur 40 Minuten bei normaler Anstrengung. Der aus dem tariflich festgelegten Stundenverdienst sich ergebende Minutenverdienst

$$= B_r \text{ beträgt } \frac{0,80}{60} = 0,0133 \text{ M. je Minute.}$$

Um die langwierige Umrechnung der zahlreichen Akkordzeittabellen, nach denen die Dreher arbeiten, also ihre Herabsetzung durch Division mit 1,25, zu vermeiden, wird statt dessen die Zahl B_r für den Minutenverdienst in entsprechender Weise umgerechnet, d. h. die Dreher erhalten für jede in den Akkordzeittabellen angegebene Akkordminute nicht mehr 0,0133 M., sondern $0,0133 : 1,25$, also nur mehr 0,0106 M. Der durchschnittlich erreichte Stundenverdienst V beträgt dann beim Dreher der obenerwähnten Bolzen:

$$V = \frac{50 \cdot 0,0106 \cdot 60}{40} = 0,80 \text{ M. je Stunde;}$$

d. i. der tariflich festgelegte Durchschnittsverdienst.

Es ist in dem Beispiel

$$A_r = \text{normale Stückzeit} = 40 \text{ Minuten,}$$

$$B_r = \text{Minutenverdienst} = 0,0133 \text{ M.,}$$

$$A_i = \text{Akkordzeit} = 50 \text{ Minuten} = A_r \cdot F = 40 \cdot 1,25,$$

$$B_i = \text{Minutenbewertung} = 0,0106 \text{ M.,}$$

$$F = \text{Tabellenfaktor} = \frac{1,0}{60 \cdot 0,0133} = 1,25$$

$$A_r \cdot B_r = 40 \cdot 0,0133 = A_i \cdot B_i = 50 \cdot 0,0106 = 0,533 \text{ M.}$$

Die Bedeutung des Tabellenfaktors geht daraus hervor, daß in vorliegendem Werk nach etwa dreijährigem Bestehen der Akkordzeittabellen der Tabellenfaktor F z. B. für die Dreher = 1,6, für Bohrer = 1,43, für Hobler = 1,4 war.

Welches sind die Gründe dieser Entwicklung?

Mit der einfachen Erklärung: die Akkordzeiten sind falsch, ob sie nun gerechnet, geschätzt oder anderweitig ermittelt sind, ist die Sache nicht abgetan, obwohl diese Behauptung richtig ist, denn da die Akkordpreise

$$C = A \cdot B$$

falsch sind nach den statistischen Zusammenstellungen der Verdienste, der ursprünglich eingesetzte Minutenverdienst $B = \frac{V}{60}$ tariflich festgelegt und richtig ist, bleibt gar nichts anderes übrig, als daß die Akkordzeiten A falsch sein müssen.

1. Die Akkordzeiten sind zweifellos bei ihrer Festsetzung durch Schätzung, Rechnung oder Beobachtung in sehr verschiedenem Ausmaß ungenau bestimmt worden, oft direkt auf falschen Voraussetzungen

aufgebaut worden. Die Meister hatten maßgebenden Einfluß auf die Bildung der Akkordzeiten, und diese sind wohl manchmal geneigt, die Akkordzeiten eher etwas zu hoch festzusetzen als zu niedrig, weil sie bei zu niedrigen Akkordzeiten dauernd Reibereien, Beanstandungen und allgemeine Schwierigkeiten mit den Arbeitern haben.

2. Die Meister stützen sich bei der Festsetzung von Akkordzeiten auf ihre persönlichen früher gemachten Erfahrungen, legen also Organisations- und Betriebsverhältnisse sowie Maschinen- und Werkzeugverhältnisse zugrunde, die gegenüber den heutigen im allgemeinen minderwertiger sind.

3. In vielen Fällen wurden die Akkordzeiten bestimmt auf Grund von Beobachtungen in grober Weise, nicht in der eingehenden Art der Zeitstudien, indem einfach festgestellt wurde, wann der Arbeiter die Arbeit begonnen hatte und wann er fertig damit war. Sei es nun, daß der Arbeiter von dieser Beobachtung direkt verständigt wurde oder daß er „offiziell“ nichts davon erfuhr, in beiden Fällen kann man damit rechnen, daß er die Beobachtung „merkt“. Und es ist eine bekannte und begreifliche Tatsache, daß der Arbeiter, wenn er sich zum Zwecke von Akkordfestsetzungen beobachtet weiß, nicht seine volle Leistungsfähigkeit hergibt, und die Zeit zu verlängern sucht, wozu ihm bei der eben geschilderten groben Beobachtungsweise viel Gelegenheit geboten wird.

Die erwähnten Gründe (1—3) sprechen alle dafür, daß die erstmalig festgesetzten Akkordzeiten zu hoch eingesetzt wurden. Sie könnten rechtfertigen, daß die nach diesen Akkordzeiten entlohnten Arbeiter den ihnen zustehenden Durchschnittsverdienst um einen gewissen Prozentsatz überschreiten, aber diese Überschreitung müßte sich nach einiger Zeit für jede Arbeiterkategorie, die immer wieder nach den gleichen Akkordzeitentabellen arbeitet, auf einen bestimmten Prozentsatz einstellen, der sich dann nicht mehr wesentlich ändert. Der Tabellenfaktor müßte, wenn nur die obengenannten Gründe 1 bis 3 ihn verursachen, nach einiger Zeit konstant bleiben. Da aber die vom Arbeiter benötigten Arbeitszeiten sich nach den statistischen Lohnaufzeichnungen mehrere Jahre hindurch dauernd verringerten, daß damit der Tabellenfaktor F dauernd erhöht wurde, müssen noch andere Gründe vorliegen.

4. Es werden im Betrieb dauernd Verbesserungen vorgenommen, sei es organisatorischer Art, sei es durch Vervollkommnung von Vorrichtungen, Werkzeugen, Lehren, An- und Ablieferung des Materials, Verbesserung des Maschinenparks betr. Geschwindigkeits- und Vorschubverhältnissen sowie Durchzugskraft, Vereinheitlichung der Produktion usw. Diese Verbesserungen haben den Zweck, die Arbeitszeiten herabzusetzen. Es ist dabei in den meisten Fällen nicht möglich, von einem bestimmten Zeitpunkt an zum Ausgleich der Verbesserungen

der Arbeitsbedingungen die betr. Akkordzeiten um einen bestimmten Betrag herabzusetzen, da sich die Verbesserung oft zahlenmäßig kaum wiedergeben läßt.

5. Es werden auch stets Verbesserungen in den Akkordzeiten durchgeführt infolge von Akkordbeanstandungen von seiten der Arbeiterschaft. Diese Verbesserungen bestehen zunächst nur in Erhöhungen der schlechten Akkorde. Durch die Berücksichtigung des Tabellenfaktors in Form der Herabsetzung der Akkordminutenbewertung unter den wirklichen Durchschnittsverdienst werden auch immer wieder neue bisher mittlere und gute Akkorde zu schlechten Akkorden.

6. Die Arbeiter treiben vielfach Akkordpolitik, um die Akkordpreise in die Höhe zu treiben; sie „bremsen“ wohl zeitweilig, um Zugeständnisse auf Grund der so erreichten niedrigen Verdiensthahlen zu erreichen, und schießen zu anderen Zeiten wieder über die normalen Verdienste hinaus. Sie erschweren also eine genaue Kontrolle der Akkorde auf Grund der erreichten Verdiensthahlen.

7. Die Akkordarbeiter finden immer wieder Mittel und Wege, um sich mehr als den ihnen zustehenden Verdienst zu verschaffen durch Angabe längerer Zeiten als der Wirklichkeit entspricht für solche Arbeiten und Wartezeiten, die im Stundenlohn bezahlt werden wie Maschinenreparaturen, Aushilfsarbeiten, sowie durch Ausnutzung der im Stundenlohn bezahlten Zeiten, etwa längerer Betriebsstörungen zur Vorbereitung der folgenden Akkordarbeiten, so daß diese dann schneller erledigt werden können.

8. Man muß auch den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen einen Einfluß bei dem Problem des Tabellenfaktors zuerkennen. Früher hatte der Arbeiter nicht in dem Maße wie heute Veranlassung, den Verdienst, auf den die Akkordpreise berechnet waren, wesentlich zu überschreiten, weil der Lohn eine höhere Kaufkraft hatte. Der Wunsch, zeitweise durch rasche intensive Tätigkeit mehr zu verdienen, war nicht so stark, daß der Arbeiter gewillt war, durch Entfaltung und Sichtbarmachung seiner vollen Leistungsfähigkeit die Gefahr einer Herabsetzung der Akkorde in Kauf zu nehmen. Auch die „Disziplin“ innerhalb der Arbeiterschaft, daß keiner den Durchschnittsverdienst wesentlich überschreiten dürfte, verhinderte in stärkerem Maße als heute eine Steigerung der Leistung.

Es sei zugegeben, daß besonders bei Einzelfertigung viel aus den ursprünglichen Akkordzeiten „herauszuholen“ war, und es entbehrt nicht der Berechtigung, wenn die Akkordarbeiter behaupten, sie hätten „viel herausgeholt“ und infolge stärkerer Ausnutzung ihrer Leistungsfähigkeit die Arbeitszeiten herabgesetzt.

Alle diese Gründe 1 bis 8 verursachten teils einen einmal in Erscheinung tretenden, teils einen dauernd von neuem eintretenden Min-

derverbrauch an Arbeitszeit gegenüber der festgesetzten Akkordzeit. Mit der Aufstellung des Tabellenfaktors und der entsprechenden Herabsetzung des Akkordminutenverdienstes kann diese Entwicklung nicht aufgehalten werden, und die Mängel können nicht in ihrem Grund erfaßt und beseitigt werden, es wird lediglich die Methode vereinfacht, wie man den Mängeln Rechnung trägt. Doch bedingt diese Vereinfachung auch einen bedeutenden Nachteil, die Unübersichtlichmachung der gesamten Akkordverhältnisse, die durch Einführung des Zeitakkordes übersichtlich gemacht werden sollten.

Die Gründe 1 bis 8 gehen mit Ausnahme vom 4. und 7. alle darauf hinaus, daß die Vorkalkulation nicht in der Lage war, ihre Aufgabe in zuverlässiger, genauer Weise zu lösen und dem Arbeiter die Akkordzeiten vorzugeben, die er bei voller Nutzbarmachung seiner Leistungsfähigkeit und bei Ausnützung aller organisatorischen und technischen Hilfsmittel braucht.

Daher muß man auf breiter, wissenschaftlicher Grundlage in die „Geheimnisse der Fabrikation“, in die Bearbeitungszeiten eindringen, und dazu bietet die wissenschaftliche Zeitstudie den geeigneten und den einzigen bis jetzt bekannten Weg. Man wird auch mit dem Zeitstudium die Beseitigung der Mängel 1 bis 8 in absehbarer Zeit nicht erreichen, aber man kann sich dem Ziel weit mehr nähern als ohne Zeitstudium. Alle die angeführten Mängel mit Ausnahme der weniger einflußreichen 4. und 7. werden durch die Methode der Zeitstudien, wie sie in der Literatur des öfteren angegeben wird, und wie sie im besonderen für die Verhältnisse bei Einzelfertigung entwickelt wurde, wesentlich vermindert, teilweise wohl ganz aufgehoben. Der schwierigste zu überwindende Punkt wird dabei sein, daß man erreicht, daß der Arbeiter bei der Zeitaufnahme seine volle Leistungsfähigkeit hergibt. Dazu trägt der Beobachter bei durch geeignetes Auftreten, ferner die Betriebsleitung durch gerechte Anerkennung der auf Grund von Zeitaufnahmen sich ergebenden Zeiten, und zum wesentlichen Teil auch das durch die eingehende kritische Auswertungs- und Vergleichsmethode noch erhöhte fachmännische Können des Beobachters¹⁾.

¹⁾ In den in dem vorliegenden Buch niedergelegten Aufnahmeergebnissen wurde stets mit dem Tabellenfaktor $F = 1,0$ gerechnet, um die Darstellung nicht zu verwirren. Es entsprechen also die in den Normzeittabellen enthaltenen Zeiten sowie die aus den Zeitaufnahmen sich ergebenden Akkordzeiten der normalen Stückzeit t_{st} .

Anhang.

Abbildungen 28—41 der Werkstücke, auf deren Zeitaufnahmen an verschiedenen Stellen des Buches hingewiesen ist.

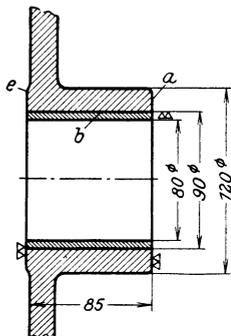


Abb. 28.

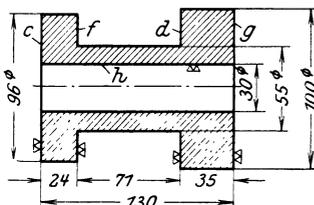


Abb. 29.

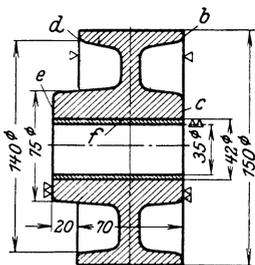


Abb. 30.

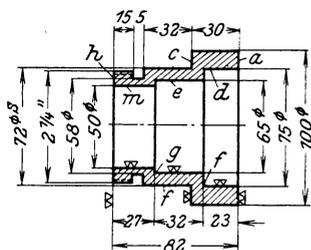


Abb. 31.

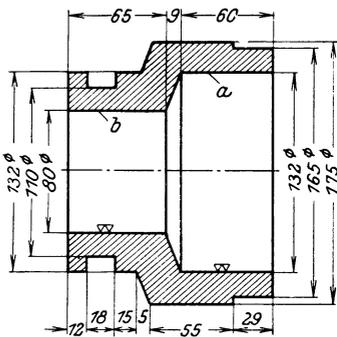


Abb. 32.

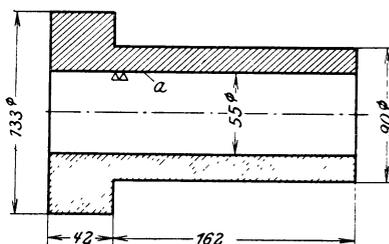


Abb. 33.

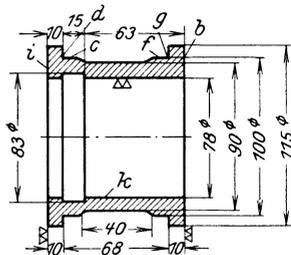


Abb. 34.

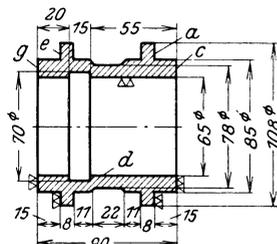


Abb. 35.

Abb. 36.

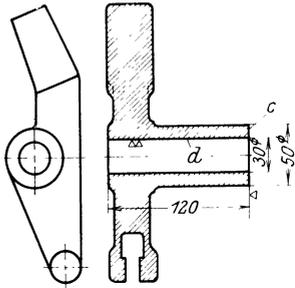


Abb. 37.

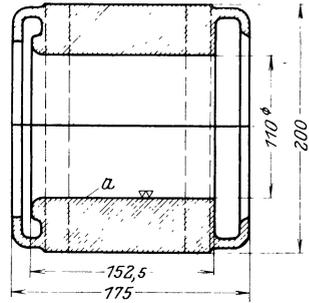


Abb. 38.

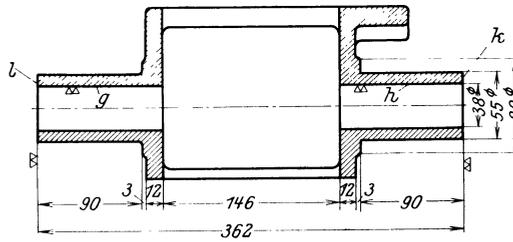


Abb. 39.

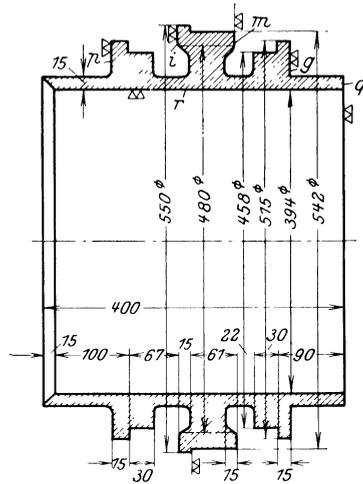


Abb. 40.

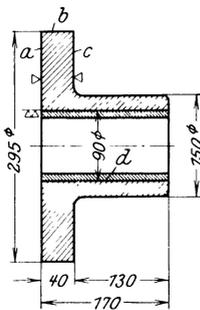


Abb. 41.

