

Lehrbuch der zeitgemäßen Vorkalkulation im Maschinenbau

von

Ingenieur Friedrich Kresta

Beratender Ingenieur, Wien

unter Mitarbeit von

Oberingenieur Theodor Käch

Betriebsleiter, Ravensburg (Wttbg.)

Zweite
umgearbeitete Auflage

Mit 132 Abbildungen, 116 Tabellen
und 7 logarithmischen Tafeln



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1928

**Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>
ISBN 978-3-662-40632-8 ISBN 978-3-662-41112-4 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-41112-4**

Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1928

**Mit Erlaß des Österreichischen Bundesministeriums für Handel
und Verkehr vom 27. März 1926 Z1 64160—15 zum Unterrichts-
gebrauch an gewerblichen Bundeslehranstalten technischer Rich-
tung und verwandten Lehranstalten allgemein zugelassen.**

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

Vorwort zur ersten Auflage.

Die Vorkalkulation der zu bearbeitenden Werkstücke erfordert reiche Erfahrungen auf dem Gebiete moderner und rationeller Arbeitsmethoden, sowie vielseitige Kenntnisse aller Arbeitsmaschinen und deren Hilfswerkzeuge; sie stellt an den Kalkulationsbeamten Anforderungen, die ein reiches praktisches und technisches Können bedingen.

Die systemlose Festsetzung der Akkordpreise, speziell die berühmte „sichere Schätzung“, führt zu fortwährenden Streitigkeiten mit der Arbeiterschaft, sie hat schon manchem, mit den besten Mitteln ausgestatteten und sonst gut geleiteten Betriebe großen Schaden gebracht und ist deshalb grundsätzlich zu verwerfen.

Obzwar die Gegensätze zwischen den Wünschen des Unternehmers und dem seine Arbeitskraft verkaufenden Arbeitnehmer sich nie ganz beseitigen lassen, so können doch dieselben durch eine sachgemäße genaue Vorherbestimmung der Arbeitsdauer des Werkstückes bedeutend gemildert werden.

Die moderne Vorkalkulation bedingt deshalb die Berechnung der Laufzeiten auf wissenschaftlicher Grundlage, nach Schnittgeschwindigkeit und Vorschub, sowie die Vorbestimmung der Arbeitsdauer eines Werkstückes scharf getrennt nach Maschinenzeiten und Handzeiten.

Eine Schätzung der Arbeitsdauer soll in der modernen Vorkalkulation nur ausnahmsweise und nur dort stattfinden, wo eine Berechnung der Laufzeit nach Schnittgeschwindigkeit und Vorschub nicht möglich ist.

Erwähnt sei ferner, daß die Berechnung bzw. Akkordierung nach Flächeninhalt in keinem Betriebe gehandhabt werden sollte, da dieselbe, wie einige Beispiele in diesem Buche zeigen, falsch ist. Diese Berechnungsart mag höchstens zur rohen Schätzung bei Überschlagerrechnungen ihre Anwendung finden.

Da ich während meiner langjährigen Tätigkeit als Betriebsleiter und als Bureauchef der Vorkalkulation leider immer wieder die Erfahrung machen mußte, daß gerade der Vorkalkulation, diesem so wichtigen Zweige eines modern organisierten Betriebes, nicht immer das nötige Verständnis entgegengebracht wird, da ferner in bezug auf Schnittgeschwindigkeit und Vorschub in vielen Fällen ganz irrige Begriffe vorherrschen und die Wechselbeziehungen zwischen Schnittgeschwindigkeit und Vorschub einerseits und der Spantiefe andererseits oft vollständig verkannt werden, so habe ich mich

zur Herausgabe dieses Buches entschlossen. Bei der Abfassung desselben war ich bestrebt, den reichhaltigen Stoff in möglichst einfacher, auch für den Laien leichtverständlichen Weise zu behandeln, damit auch jenen Werkmeistern oder Kalkulationsbeamten, denen nicht die Gelegenheit geboten war, eine technische Schule zu besuchen, die Möglichkeit gegeben ist, sich in das Wesen der modernen Vorkalkulation einzuführen.

In diesem Buche sind alle zur Berechnung der Laufzeiten erforderlichen Formeln, Tabellen, logarithmischen Tafeln und Anleitungen, sowie viele Beispiele enthalten, die es dem Kalkulationsbeamten, Werkmeister und Betriebsleiter ermöglichen, rasch und sicher die Laufzeiten zu berechnen.

Durch die Veröffentlichung dieses Werkes hoffe ich, ein für die Vorkalkulation praktisches Hilfs- und Nachschlagebuch geschaffen und hierdurch einem allgemeinen Bedürfnisse auf diesem Gebiete abgeholfen zu haben.

Gleichzeitig richte ich an die verehrten Fachkollegen die Bitte, mir durch sachliche Kritik den weiteren Ausbau dieses Buches und die Beseitigung von Unvollkommenheiten zu ermöglichen.

Wiener-Neustadt, im August 1921.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Der rasche Absatz der ersten Auflage dieses Werkes zeugt von der wachsenden Bedeutung, die man allenthalben und mit vollstem Recht der technischen Vorkalkulation beimißt und berechtigt ferner zu der Annahme, daß das Werk den allgemeinen Bedürfnissen entsprochen hat.

Die von seiten der geehrten Fachkollegen gemachten Vorschläge und Anregungen zum weiteren Ausbau des Werkes veranlaßten mich, an die Ausarbeitung der zweiten Auflage zu schreiten und nachstehende Ergänzungen bzw. Erweiterungen durchzuführen.

1. Über Kalkulation und Unkosten-(Selbstkosten-) Berechnung im allgemeinen.

2. Über Gliederung von Hand- und Maschinenarbeitszeiten.

3. Über Zeitverluste und Ermüdungszuschläge.

4. Über Maschinenkarten.

5. Über Herstellungspläne und Gliederung der Arbeitsgänge in Einzelelemente.

6. Über Berechnung von Arbeitszeiten auf Maag-Zahnradhobel- und -Schleifmaschinen.

7. Über Berechnung von Schlosser- und Montagearbeiten.

8. Über Berechnung von Arbeitszeiten bei Autogen- und elektr. Schweißen.

9. Über Zeitstudien usw.

Außerdem wurden die Aufsätze über Schleifarbeiten (Innen- und Außenschleifen), dann über Schnittgeschwindigkeiten und über Arbeiten an der Bohrmaschine nach neuzeitigen Anschauungen umgearbeitet und durch den Aufsatz über Gewindschneiden auf der Bohrmaschine ergänzt. Auch die übrigen Aufsätze wurden textlich erweitert und verbessert sowie durch Tabellen, logarithmische Tafeln und Formeln vervollkommenet.

Allen Fachkollegen, die durch Vorschläge und Anregungen den weiteren Ausbau des Werkes ermöglichten, spreche ich an dieser Stelle meinen Dank aus.

Insbesondere aber danke ich meinem Mitarbeiter, Herrn Ober-Ing. Käch, der durch seine vorzüglichen Fachkenntnisse wesentlich zum Gelingen der vorliegenden Neuauflage beigetragen hat.

Zum Schluß richte ich an die verehrten Fachkollegen abermals die Bitte, mich bei dem weiteren Ausbau dieses Werkes durch Vorschläge und Anregungen, speziell in den Fachgebieten der Schlosserei, Schmiederei und Spenglerei, kurz in allen jenen Gebieten, bei welchen vorwiegend mit Handarbeiten zu rechnen ist, zu unterstützen.

Wien, im Februar 1928.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung.	
Grundlagen der Selbstkostenberechnung	1
Die direkten (Einzel-) Kosten	1
Die indirekten (Gemein-) Kosten	3
Aufteilung der indirekten (Gemein-) Kosten auf die Kostenstellen	5
Nach der Prozent-Lohnregie-Methode	5
Nach der Zeit-Platzkosten-Methode	6
Beispiele	9—11
Grundlagen der Zeitkalkulation	12
Der Zeitakkord	13
Schnittgeschwindigkeit, Vorschub, Spantiefe und deren Wechselbeziehungen zueinander	15
a) Die Schnittgeschwindigkeit	16
Beispiele	16
b) Die Bestimmung der Schnittgeschwindigkeit und des wirtschaftlich günstigsten Spanquerschnittes	23
c) Erklärung der lg. Tafel I zur Bestimmung von Schnittgeschwindigkeit und Spanquerschnitt	26
Handarbeiten (Handarbeitszeiten)	28
Zeitverluste und Ermüdungs-Zuschläge	32
Herstellungspläne	32
a) Zweckmäßigkeit und Ausarbeitung	32
b) Zergliederung der Arbeitsgänge in Einzel-Elemente	36
c) Unterweisungskarten	36
Maschinenkarten	40
II. Maschinen mit umlaufender Bewegung.	
1. Drehbänke.	
Allgemeines	47
Die Laufzeitberechnung bzw. Formeln für die Ermittlung:	
1. Der Schnittgeschwindigkeit	49
2. Der Umdr./min	50
3. Des mittleren Durchmessers	50
4. Der Breite der Kreisringfläche	51
Die Laufzeiten:	
1. Für Langdrehen	53
2. Für Plandrehen	53
3. Bei bekannten Umdrehungen	56
Kalkulationsbeispiele für Dreharbeiten	56—64
Das Gewindeschneiden	65
Beispiele für die Zeitberechnung:	
a) Nach Formeln	68
b) Nach Tabellen	69
2. Revolverbänke und Automaten.	
Griff- und Einrichtzeiten	72
Zeiten für Stähle schleifen	74
Kalkulationsbeispiele für Revolverbänke	75—80
Kalkulationsbeispiele für Automaten	80—84

	Seite
3. Die Schleifmaschine.	
Schnittgeschwindigkeit der Schleifscheibe	88
Umfangs-Geschwindigkeit des Arbeitsstückes	88
Tischvorschub	89
Spantiefe	90
Schleifzugabe	91
Laufzeitberechnung	92
Kalkulationsbeispiele	96—97
4. Die Bohrmaschine.	
Laufzeitberechnung	99
Schnittgeschwindigkeit und Umdrehungen	103
Aufspann- und Griffzeiten	104
Der Stiftenlochbohrer	106
Kalkulationsbeispiele	107—108
Das Gewindeschneiden auf der Bohrmaschine	112
Laufzeitberechnung für das Schneiden von Gewinden:	
1. In Sacklöcher	123
2. In Durchgangslöcher:	
a) ohne Rücklauf	123
b) mit Rücklauf	124
Kalkulationsbeispiele	125
Das Einziehen von Schraubenbolzen auf der Bohrmaschine	127
Formeln für die Laufzeitberechnung	127
Kalkulationsbeispiele	129—130
Rearbeiten auf der Bohrmaschine:	
a) Das Ausreiben zylindrischer Bohrungen	130
Formeln für die Laufzeitberechnung	131
b) Das Ausreiben konischer Löcher	132
Formeln für die Laufzeitberechnung	132
Kalkulationsbeispiele	136—137
5. Die Fräsmaschine.	
Schnittgeschwindigkeit, Vorschub und Schnittwiderstand	139
Erklärung der lg. Tafel II zur Ermittlung der Werte Schnittgeschwindigkeit, Vorschub und Schnittwiderstand	145
Laufzeitberechnung	148
Das Nutenfräsen	150
a) mittels Schaftfräser	150
b) mittels Zweischneider	151
c) mittels hinterdrehten Scheibenfräsern	151
Laufzeitberechnung	152
Kalkulationsbeispiele	156
Das Rundfräsen	156
Kalkulationsbeispiel	157
Das Fräsen von Spitz- und Flachgewinden und Schnecken:	
a) Mit walzenförmigen Gewindefräsern	157
Formeln für die Ermittlung der Werte, Querschnitt, Vorschub, Schnittdruck- und Schnittzeit	158—160
Erklärung der lg. Tafel III zur Ermittlung der Werte, Vorschub, Schnittdruck- und Schnittzeit	161
Beispiel	162
b) Mit Scheiben- oder Modul- bzw. Profilfräsern	162
Formeln für die Laufzeitberechnung	164
Kalkulationsbeispiele	166
Das Zahnradfräsen	167
a) Nach dem Teilverfahren:	
Formeln für die Laufzeitberechnung	167
Kalkulationsbeispiel	170

	Seite
b) Nach dem Abwlzverfahren:	
Formeln fur die Laufzeitberechnung	175
Kalkulationsbeispiel	176
6. Die Kaltkreissage.	
Kalkulationsbeispiele	180 u. 186
III. Maschinen mit hin- und hergehender Bewegung.	
1. Die Langhobelmaschine.	
Schnittgeschwindigkeit	187
Laufzeitberechnung	190
Aufspannzeiten	194
Kalkulationsbeispiele	197—201
2. Die Kulissen-Hobelmaschine.	
3. Die Shapingmaschine.	
Laufzeitberechnung	207
Einricht-, Griff- und Aufspannzeiten	207
Kalkulationsbeispiele	208—210
4. Die Zahnradhobelmaschine.	
A. Das Abwlzhobelverfahren System Bilgram	211
a) Hobeln der Stirnrader	211
b) Hobeln der Kegelrader	212
B. Das Abwlzhobelverfahren mittels Schneidrad System Fellow	225
C. Das Abwlzhobelverfahren System Maag	216
D. Das automatische Kegelrad-Abwlzhobelverfahren System Cleason	218
Die Schnittgeschwindigkeit	219
a) Fur das Abwlzhobelverfahren System Bilgram	219
b) Fur das Abwlzhobelverfahren System Fellow mittels Schneidrad	219
c) Fur das Abwlzhobelverfahren System Maag	220
Der Vorschub	
a) Nach dem System Bilgram	224
b) Nach dem System Fellow	229
c) Nach dem System Maag	230
Die Laufzeitberechnung	230
a) Nach dem Abwlzverfahren System Bilgram	231
b) Nach dem Abwlzverfahren System Fellow	231
1. Auf der Rober-Zahnrad-Stomaschine	231
2. Auf der Zahnrad-Stomaschine von Lorenz	232
c) Nach dem Abwlzverfahren System Maag	234
Maschinen-Einrichtzeiten System Maag	235
" " System Bilgram und Fellow	237
" " System Oerlikon und Cleason	238
Zeiten fur Stahle schleifen	238
Kalkulationsbeispiele	238—241
5. Die Stirnradschleifmaschine System Maag.	
Bestimmung der Schleifzeit	243
Beispiel	245
IV. Das Akkordieren von Handarbeiten.	
1. Schlosserarbeiten.	
A. Meißeln und Feilen	248
B. Gewindeschneiden	250
C. Abrichten und Schaben von Flachen, Lagerschalen und Ringen	254

	Seite
2. Das autogene Schweißen.	
3. Das elektrische Schweißen.	
A. Das Widerstand-Schweiß- und Erhitzverfahren	256
a) Punktschweißung	256
b) Nahtschweißung	258
c) Stumpfschweißung	251
d) Erhitzung	269
B. Die Lichtbogenschweißung	262
a) In Schmiedeeisen	262
b) In Gußeisen	263
Vergleichsberechnungen der elektrischen gegenüber der Feuerschweißung:	
a) Punktschweißung	266
b) Stumpfschweißung	268
4. Das Akkordieren von Wickeleiarbeiten im Elektro-Motorenbau nach empirischen Formeln.	
a) Für Drehstrom	269—272
b) Für Gleichstrom	273—275

V. Schlußwort.

1. Zeitstudien.

2. Der Kalkulations- und Betriebs-Rechenschieber.

Rechnungsbeispiele	287—291
------------------------------	---------

3. Genormte Schruppstähle.

Druckfehler-Berichtigung.

- Seite 52, Tabelle 6, für Plandrehen, Kreisringfläche lies: $T = \frac{(d_a + d_i) \cdot \pi \cdot l \cdot x}{2 \cdot v \cdot 60 \cdot s}$
 statt: $T = \frac{(d_a + d_i) \cdot l \cdot x}{2 \cdot v \cdot 60 \cdot s}$
- „ 67, Aufschrift der Tabelle 13 lies: 33,3 mm/sek, statt: m/sek
- „ 70, 3. Zeile lies: mittelhartes, statt: mittelstarkes
- „ 70, letzte Zeile im vorletzten Absatz lies: Tabelle 6, statt: Tabelle 5
- „ 83, in der 2. Formel lies: $\frac{80 + 70}{45 \cdot 2}$, statt: $\frac{80 + 70}{35 \cdot 3,14}$
- „ 136, vorletzte Zeile lies: Werkzeug wechseln 0,20, statt: 0,10
- „ 179, 9. Zeile lies: $x = 0,75$ $r = 300$ mm, statt: 100 mm
- „ 239, 11. Zeile lies: $T = 0,35 \cdot 60 = 21,0$, statt: $T = 35 \cdot 60 = 21,0$
- „ 241, 19. Zeile lies: $7 \cdot 1,30 = 9$, statt: $7 \cdot 1,35 = 9$
- „ 249, 20. Zeile lies: $\frac{3,14}{2,2} \cdot M$, statt: $\frac{2,2}{3,14} \cdot M$