

Technische Vollendung und höchste Wirtschaftlichkeit im Fabrikbetrieb

Von

Dr.-Ing. G. Schlesinger

Professor an der Technischen Hochschule Berlin

Mit 80 Textabbildungen



Berlin
Verlag von Julius Springer
1932

ISBN 978-3-642-49584-7 ISBN 978-3-642-49875-6 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-49875-6

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

Copyright 1932 by Julius Springer in Berlin.

Vorwort.

Von 1900 bis heute, also in der kurzen Zeit von 30 Jahren, hat sich die Entwicklung der Produktionsmittel gleichzeitig mit der Durch-
arbeit von Anlage, Ausrüstung und vor allem Organisation der
Fabrikunternehmungen in einem unerhörten, bis zum Jahre 1930 stets
gesteigerten Tempo vollzogen. Es war mir vergönnt, dabei Mitarbeit zu
leisten, sowohl bei Werkzeug und Werkzeugmaschine als auch bei der
Fortbildung der Fabrikorganisation. Jetzt ist eine Pause eingetreten.
Man holt nicht nur Atem, sondern man muß sich mit einer offenbar
ganz neuartigen Weltordnung abfinden.

Daher wage ich es, in diesem kleinen Buche einen Querschnitt zu
geben über den heutigen Stand der ganzen Entwicklung in ihren
wesentlichen Abschnitten, die die Wechselwirkung zwischen Werk-
zeug und Baustoff, die Richtlinien für die Vervollkommnung der
Werkzeugmaschinen, die Zusammenhänge zwischen den drei großen
Problemen: Material, Lohn und Gemeinkosten behandeln. Die
beiden ersten Kapitel setzen technische Fachkenntnisse in der Be-
arbeitungstechnik voraus, ich kann mir daher denken, daß sie der
Nichttechniker überschlägt; das volle Verständnis für die 3 Haupt-
abschnitte über die Fabrikorganisation wird dadurch in keiner Weise
gestört.

Das Gebiet ist so groß, daß es im einzelnen der Einschränkung
bedurfte; daher habe ich insbesondere die Bearbeitungsfragen und
-maschinen auf die spanabhebende Formung beschränkt, die span-
lose Formgebung aber vorläufig fortgelassen, obwohl mir ihre Bedeu-
tung für das große Gebiet der Fernmeldetechnik, des Radio, des
Schreib- und Rechenmaschinenbaus, der Verpackungsmittel (Konserven-
dosen), usw. wohl bekannt ist.

Diese zusammenfassende Behandlung der wichtigsten Grundlagen
einer Fabrik soll ein Wegweiser sein für alle die, welche für das Wesen
eines Unternehmens als Ganzes Interesse haben, soll die großen Richt-
linien klarlegen, ohne auf solche Einzelheiten einzugehen, die nur den
Fachmann bestimmter Richtung interessieren. Der Verwaltungsstab
der Fabrik, Ingenieur und Kaufmann, hat gerade heute keine Zeit,
große und gelehrte Werke zu lesen oder gar sich aus der Fülle der

Zeitschriften die wesentlichen Arbeiten auf den Grenzgebieten herauszusuchen, auf denen sie zusammenarbeiten müssen.

Es ist nicht aus Büchern gewonnenes Wissen, das hier geboten wird, es ist vielmehr der Niederschlag jahrzehntelanger eigener Arbeit in in- und ausländischen Betrieben, besonders in den drei letzten Abschnitten über Material-, Lohn- und Unkostenprobleme. Es hätte ein dickes Buch werden können mit vielen Forschungsergebnissen und ihrer wissenschaftlichen Auswertung. Ich habe vorgezogen, all dies Erleben in die Form der leicht verständlichen Schilderung zu bringen, um es vor allem auch den jugendlichen Lesern zugänglich zu machen, denen die sehr harte Arbeit des praktischen Fabrikorganisators noch ein fernes Ziel ist.

Vorträge im In- und Auslande über die im Buche behandelten Probleme, vor allem eine systematische Vortragsreihe im Betriebswissenschaftlichen Institut in Zürich vor einer großen Zahl Schweizer Industrieller im Oktober 1931 waren der äußere Anstoß für die Niederschrift. Meinen Freunden im In- und Auslande sei daher die kleine Arbeit gewidmet.

Charlottenburg, im April 1932.

Schlesinger.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
I. Die Wechselwirkung von Werkzeug und Baustoff	3
II. Ausgestaltung und Bestausnutzung der Werkzeugmaschinen	20
III. Die Organisationsprobleme	41
Zur Einführung	41
A. Das Materialproblem	44
B. Das Lohnproblem	66
C. Die Werkskosten	91

Einleitung.

Unaufhaltsam geht der technische Fortschritt weiter, keine Krise, auch keine Weltkrise, kann ihn aufhalten. Die Krise ist nicht heute und nicht vor 100 Jahren nur durch den mehr oder weniger plötzlichen Fortschritt der Technik entstanden, sie ist keine Folge der Rationalisierung an sich, sie entstand — abgesehen von den schwerwiegenden politischen Ursachen — aus einer falschen Ausnutzung der übermäßig stark gewordenen Rationalisierungsmittel, aus fehlerhafter Einschätzung ihrer Tragweite, kurz aus Mangel der Meisterung ihrer Folgen, aus Unterschätzung dessen, was Verzehnfachung der Menschenleistung durch Maschinen und Werkzeuge zur Folge haben muß, wenn die Welt aufgeteilt ist. Dabei mußte sich die Krise fortschreitend verschärfen in dem Maße, wie die Verbraucher anspruchsloser geworden sind. Wer aber durch geeignete Arbeits- und Organisationsverfahren schneller, genauer und mit weniger Leuten, also billiger und besser arbeiten kann, wird diese Verfahren auch heute noch einführen, wird sie einführen müssen, um bestehen zu können, schon als einzelner Unternehmer, erst recht als Staat. Vergeblich ist es, etwa einen entfesselten Wettbewerbskampf allein als Lösung der Aufgabe anzusehen, dann werden nur die Verkaufspreise ins Bodenlose fallen; vergeblich aber auch, durch Kartelle die Verkaufspreise halten zu wollen, falls sie heute nicht das wirkliche Mindest darstellen, vergeblich, durch Gewerkschaften die Löhne mit Hilfe von Tarifverträgen aufrechterhalten zu wollen, wenn sie nicht den Weltmarktslohn darstellen. Die Auffassung in der Welt bei Arbeitern und Unternehmern über Verdienst und Gewinnfragen muß sich ändern, ohne die dem Menschen innewohnenden und ihn treibenden Kräfte nach vorwärts, immer vorwärts zu zerstören.

Wir leisten mit dem schon jetzt vorhandenen Apparat viel mehr, als wir verbrauchen können: an Nahrungsmitteln, an Kleidung, an Wohnung, an Gerät. Wir haben alles, um alle Menschen bequem erhalten zu können. Es ist Irrsinn, Nahrungsmittel umkommen zu lassen oder sie sogar mutwillig zu zerstören. Es ist kindlich, gewaltige Zollmauern zu errichten, aufeinander angewiesene Wirtschaftswelten künstlich abzuschließen, denn aus diesen scheinbar geschützten Wirtschaftswelten muß es zur Weltwirtschaft kommen, soll nicht alle Kultur und alle Zivilisation um viele Jahrzehnte zurückgeschraubt werden. Die Lösung der Weltkrise liegt vor allem in der richtigen Verteilung der Weltgüter. Dies ist die wichtigste Aufgabe der Staatsmänner, die mit den üblichen kleinen Mitteln von Preis- und Lohnsenkungen nicht gelöst werden kann. Der Urgrund des Vertrauens zur Zukunft schwankt, die

sichere Zuversicht auf auskömmliche Arbeit ist allen Menschen genommen, auch denen, die noch in Stellung sind; diese Aussichtslosigkeit des Nachwuchses und die Hoffnungslosigkeit der Älteren gilt es zu bannen.

Das kommunistische Rußland strebt, trotz größter Armut, zielbewußt zur technisch vollendetsten Ausrüstung: traditionslos! Das kapitalistische Frankreich glaubt voller Tradition und trotz größten Reichtums mit einer durchschnittlich sehr mäßigen technischen Ausrüstung auf die Dauer auszukommen. Wer hat Recht und wer hat die Zukunft?

Alle diese Erwägungen führen jedenfalls zu der Überzeugung, daß die fortschreitende Technik bessere Lebensverhältnisse bei geringerem Aufwand an Arbeitszeit schaffen muß, daß wir aber in dieser Zeit des Übergangs endlich vom „Sichttreibenlassen“ zur zielbewußten Arbeit zurück müssen. Soviel steht vorläufig fest, daß wir in allen Ländern der Welt den Schrumpfungsprozeß von dem Leben eines gewissen Wohlbehagens und Wohlhabenheit, ja eines Luxus aller Schichten zum Existenzminimum zurück machen müssen, zu einem Zustande von einem Ernst und einer Schwere, über den sich trotz aller Leiden noch lange nicht alle völlig klar sind.

Um so wichtiger ist es, in dieser schwierigen Lebenslage, die von allen tüchtigen, hervorragenden und erfahrenen Volkswirten bis auf die letzte Ursache durchanalysiert ist, zu erfahren, was denn nun eigentlich in den Betrieben des Maschinenbaues, der Elektrotechnik, der Textilfabriken ernsthaft geschieht, um den abwärts rollenden Karren aufzuhalten oder wenigstens die Folgen einer unaufhaltsamen Abfahrt in der kommenden Zeit erträglich zu machen. War alles umsonst, was wir in jahrzehntelanger Arbeit aufgebaut haben? Oder kann man von dem Geschaffenen das Grundsätzliche auch in geschrumpftem Zustande so erhalten, daß es sich nach erfolgtem Reinigungsprozeß leicht wieder zu neuer Blüte entfalten kann? Gibt es dafür Beispiele, die uns für die Zukunft günstige Aussichten eröffnen, folgt endlich der negativen Analyse, der Zergliederung der Gründe des Niederganges, die positive Synthese, der zielbewußte Wiederaufbau, von dem wir nirgends etwas lesen und hören? Versäumt doch kein Berichterstatter, der heute über die „Krise“ spricht, ganz zu Anfang seiner Rede zu betonen, daß man von ihm keinesfalls Vorschläge zu wirksamen Abhilfemaßnahmen erwarten dürfe!

Höchste Arbeitsleistung ist für alle Zeiten an eine wirkliche fabrikatorische Vollendung der Arbeitseinrichtung gebunden; zu Gipfelleistungen aber gehört auch die größte Sparsamkeit, um mit dem kleinsten Aufwand an Mitteln durchzukommen. Die folgenden Abhandlungen suchen die Aufgabe zu lösen, wie man Leistung und Sparsamkeit in der heutigen Zeit zur Erzielung des höchsten wirtschaftlichen Wirkungsgrades paaren kann.

I. Die Wechselwirkung von Werkzeug und Baustoff.

Werkzeug und Baustoff in Wechselwirkung bestimmen die Leistung der Werkstätten. Beide muß man genau kennen, wenn man die Regeln für die beste Bearbeitbarkeit geben will. Aber die Meisterung des Werkzeuges gibt überall den Ausschlag. Auf keinem Gebiete der Metallbearbeitung sind in den letzten 10 Jahren die Fortschritte größer, die Kenntnisse der wichtigen Einzelheiten: Form der Schneiden, Zusammensetzung des Werkzeugmaterials, Wärmebehandlung vertiefter, zum Teil von Grund aus stärker geändert worden als bei den Schneidwerkzeugen, vom Drehstahl angefangen bis zur Schmirgelscheibe. Es wird daher gut sein, wenn wir vom Ziel: wirtschaftlicher Fertigung ausgehend (Abb. 1) feststellen, was geschehen ist, um diese besonders heiß umstrittenen Fragen der Metallbearbeitungswerkstatt zu klären.

Bei drei wichtigen Arbeitsverfahren — Drehen, Fräsen, Hobeln — kann man die entscheidende Bearbeitungszugabe willkürlich bestimmen. Sie wird besonders bei Schmiedeteilen mit steigender Massenfabrication kleiner werden, weil es sich dann lohnt, eine im Werkzeug (Gesenk) kostspielige Arbeitsvorbereitung zu schaffen, deren Kosten durch in der Form genauere, also auch in der Bearbeitungszugabe bessere und im Gewicht leichtere Schmiedestücke schnell herauszuwirtschaften sind.

Beim Bohren ins Volle aber wächst mit steigendem Durchmesser die Spanmenge, das Bohren nimmt daher werkzeugtechnisch eine besondere Stellung ein, dazu kommt, daß der Spanabfluß hier sehr erschwert ist — er erfolgt nicht frei, sondern durch die Lücken des stets mehrschneidigen Werkzeuges, außerdem unter erzwungener, dem Vorschub stets entgegengesetzter, der Längsachse des Bohrers paralleler Richtung —, endlich macht die Kühlmittelzufuhr zur Schneide, besonders bei tiefen Löchern und normalem Spiralbohrer, schwer überwindliche Schwierigkeiten.

Nur beim Schleifen, das allerdings in der Regel Schlichtarbeit ist, liegen die Arbeitszugaben, ganz unabhängig ob Einzel- oder Massenfabrication betrieben wird, eindeutig und allgemein üblich fest, und doch ist gerade für dieses Werkzeug die größte und überall verbreitete Unkenntnis der Werkzeugauswahl, das ist eben der richtigen Scheibe, die Regel. Wer kann für ein gegebenes Werkstück die richtige Scheibe auswählen? Wer macht das systematisch, und doch wie notwendig

wäre es, da nachweislich 50 % und mehr Leistungsunterschiede zwischen richtiger und falscher (nebeneinander verwendeter) Scheibe bestehen?

Drehen					
Bohren					
Fräsen waagrecht					
Fräsen senkrecht					
Hobeln					
Zugabe = Z Anlauf = A Überlauf = U					
Maße für die Kalkulation	Abkürzung	Die Maße enthalten folgende Werte			
		Zeichnungs- maß	Material- zugabe	Anlauf	Überlauf
Länge	L	l	2 · Z _l	A _l	U _l
Breite	B	b	2 · Z _b	A _b	U _b
Höhe	H	h	2 · Z _h	A _h	U _h
Außen ∅	D _a	d _a	2 · Z _{da}	A _{da}	U _{da}
Bohrung ∅	D _i	d _i	2 · Z _{di}	A _{di}	U _{di}

Abb. 1. Bearbeitungszugaben. (Nach Hegner, Vorkalkulation.)

Als Baustoffe für gehärtete Schneidwerkzeuge¹ verwenden wir heute:

¹ Vgl. Schlesinger: Die Verwendung von Hartmetallen in Deutschland. Werkstattstechnik 1. Juli 1929 S. 381.

1. Kohlenstoffstahl,
2. Schnellstahl,
3. Hochleistungsschnellstahl,
4. Hartmetalle,
 - a) Stellite,
 - b) Wolframkarbide (Widia).

Kohlenstoffstähle werden benutzt für allerfeinste Schneiden ohne große Beanspruchung, insbesondere vielfach noch für Gewindebohrer; Schnellstahl bis etwa 12% Wolfram für normale Werkstätten; Hochleistungsschnellstahl bei 15—22% W und 5—10% Co für Reihen- und Massenbetrieb; Hartmetalle für Dauerleistung in der Massenfabrikation.

Die Leistungsunterschiede hängen stark von den Spanquerschnitten ab. Schrupparbeiten werden heute wohl nur noch von hochlegierten Schnellstählen geleistet, weil die gleichzeitig hohen Schnittgeschwindigkeiten schon von niedrig legierten Schnellstählen nicht mehr ausgehalten werden. Die Leistungsverhältnisse hängen stark von der Form des Querschnittes nach Größe und Aufbau ab. Feiner Vorschub bei großer Tiefe, z. B. $0,2 \times 10 = 2 \text{ mm}^2$, schont die Stahlschneide gegenüber dem zwar gleich großen, aber anders aufgeteilten Querschnitt $2 \times 1 = 2 \text{ mm}^2$ außerordentlich wegen der sehr günstigen Wärmeableitung, daher steigt dann die Standzeit bei $0,2 \times 10$ erheblich. Aber die heutige Zeit vermeidet große Bearbeitungszugaben wie 10 mm, sofern nicht große Durchmesserunterschiede an Bolzen, Spindeln und Wellen sie unvermeidlich machen. Die ursprüngliche Gegnerschaft (1913) gegen den Kobaltzusatz als Standzeiterhöher ist überall verschwunden; weiß man doch heute, daß Co für alle Schnellwerkzeuge ein unentbehrlicher Zusatz ist. Dagegen scheint das Eisen selbst als Grundstoff ganz in den Hintergrund zu treten, beim Widia mit 94% Wolframmonokarbid + 6% Co fehlt es sogar ganz. Ebenso verschwinden Chrom und Molybdän immer mehr als Legierbestandteile, die z. B. bei den Stellites noch das Erzeugnis beherrschten. Diese Entwicklung der Werkzeugbaustoffe steht in unmittelbarer Wechselwirkung mit der Erhöhung der Anforderungen an die Baustähle, die der Maschinenbau für seine Konstruktionen in immer steigendem Maße verwendet, die immer dünnwandiger geworden sind, trotzdem die Beanspruchungen an Festigkeit und Ermüdung gewaltig stiegen. Hier war es das Automobil, das die Richtung gab, weil eine möglichst hohe Sicherheit der Benutzer bei Steigerung der Fahrgeschwindigkeit neben der Überwindung schlechter Straßen (Schlaglöcher), also Bruchgefahr durch Stoß, gefordert werden mußte.

Die stählernen Baustoffe (große Festigkeit) beim Automobil einerseits, die Leichtmetalle (geringes Totgewicht) andererseits und ihre

Marken- bezeich- nung	geglüht		gehärtet bzw. vergütet				Chemische Zusammensetzung in %				
	Brinell- härte H	Zug- festig- keit kg/mm ² höch- stens	Zugfestigkeit σ_B kg/mm ²	Streck- grenze σ_s in % der Zugfestig- keit min- destens	Bruchdehnung in %		Kohlenstoff C	Nickel Ni	Chrom Cr	Mangan Mn	Silizium Si höch- stens
					δ_5	δ_{10}					
Einsatzstähle											
EN 15	162	55	60 bis 80 Wasser	65	20 bis 10	15 bis 8	0,10 bis 0,17	1,5 ± 0,25	höchstens 0,2	höchstens 0,5	0,35
ECN 25	206	70	80 bis 100 Öl 90 bis 110 Wasser	70 Öl 75 Wasser	20 bis 14 Öl 16 bis 10 Wasser	14 bis 10 Öl 12 bis 7 Wasser	0,10 bis 0,17	2,5 ± 0,25	0,75 ± 0,2	höchstens 0,5	0,35
ECN 35	220	75	90 bis 120 Öl	75	16 bis 9	12 bis 6	0,10 bis 0,17	3,5 ± 0,25	0,75 ± 0,2	höchstens 0,5	0,35
ECN 45	240	83	120 bis 140 Öl	75	14 bis 7	10 bis 5	0,10 bis 0,17	4,5 ± 0,25	1,1 ± 0,2	höchstens 0,5	0,35
Vergütungsstähle											
VCN 15 w	206	70	65 bis 75	65	24 bis 18	16 bis 13	0,25 bis 0,32	1,5 ± 0,25	0,5 ± 0,2	0,4 bis 0,8	0,35
VCN 15 h	206	70	75 bis 85	70	22 bis 16	15 bis 12	über 0,32 bis 0,40	1,5 ± 0,25	0,5 ± 0,2	0,4 bis 0,8	0,35
VCN 25 w	220	75	70 bis 85	70	20 bis 14	14 bis 10	0,25 bis 0,32	2,5 ± 0,25	0,75 ± 0,2	0,4 bis 0,8	0,35
VCN 25 h	220	75	80 bis 95	70	16 bis 10	12 bis 8	über 0,32 bis 0,40	2,5 ± 0,25	0,75 ± 0,2	0,4 bis 0,8	0,35
VCN 35 w	235	80	75 bis 90	75	20 bis 14	14 bis 10	0,20 bis 0,27	3,5 ± 0,25	0,75 ± 0,2	0,4 bis 0,8	0,35
VCN 35 h	235	80	90 bis 105	75	16 bis 10	12 bis 8	über 0,27 bis 0,35	3,5 ± 0,25	0,75 ± 0,2	0,4 bis 0,8	0,35
VCN 45	265	90	100 bis 115	80	15 bis 9	10 bis 6	0,30 bis 0,40	4,5 ± 0,25	1,3 ± 0,2	0,4 bis 0,8	0,35

Abb. 2. DIN 1692. Nickel- und Chromnickelstähle für mechanisch hoch beanspruchte Maschinenteile. Bezeichnungen: E = Einsatzstähle, V = Vergütungsstähle, w = weich, h = hart. Reinheitsgrad: Phosphor und Schwefel nicht mehr als je 0,035 %, zusammen nicht mehr als 0,06 %.

Bearbeitbarkeit sind es daher, die in den letzten 5 Jahren das Werkzeug und die Werkzeugmaschine nach Stärke und Formgebung entscheidend beeinflußt haben. Alle wichtigen Forschungsergebnisse in der Metallbearbeitung betreffen wohl die Bearbeitbarkeit der im Automobil verwendeten Materialien¹, an sie schließt sich dann der ganze übrige Maschinenbau an, weil die scharfe Erprobung im Kraftfahrzeug wie in der Flugmaschine die Gewähr gibt, daß ein solcher Baustoff auch anderswo halten wird.

Es sei daher gestattet, die Ergebnisse solcher maßgebenden Versuche hier zugrunde zu legen. Abb. 2 zeigt das Normblatt DIN 1662 der Nickel- und Chromnickelstähle für mechanisch hoch beanspruchte Maschinenteile. Es entstand durch Zusammenfassung von etwa 60 verschiedenen Edelstahlsorten, die die Edelstahlwerke mit der Zeit herausgebracht hatten, immer eine neue Sorte für ein bestimmtes Teil, deren Vielzahl den Verbrauchern Schwierigkeiten, den Erzeugern unnötig große Herstellungskosten verursachten. Hier ist ein Arbeitsgebiet, auf dem sofort und durchgreifend die Normung großen Segen und klare Verhältnisse geschaffen hat; daher war, eben infolge der Beschränkung auf nur acht Sorten, die Bearbeitbarkeitsuntersuchung nach Zeitverbrauch und Geldaufwand überhaupt erst durchführbar.

Bearbeitbarkeit bedeutet die Formgebung eines Baustoffes bei gegebener Oberflächengüte und Genauigkeit in gegebener Zeit unter Aufrechterhaltung größter wirtschaftlicher Lebensdauer (wirtschaftliche Standzeit) der Werkzeuge.

Abb. 3 zeigt, wie scharf heute die deutschen Edelstahlwerke die Analysenvorschriften des Normblattes 1662 bei den genormten Edelstahlsorten einzuhalten wissen. Kein einziger dieser auf dem freien Markte gekauften Versuchsstähle, die für mehrjährige Standzeitversuche benutzt wurden, fällt aus der zulässigen Analysentoleranz heraus.

Welches ist nun das Kennzeichen guter Bearbeitbarkeit? Das Charlottenburger Versuchsfeld (V. f. W.) wählte dazu die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit v , bei der die Standzeit des Normalwerkzeuges auf dem Versuchsmaterial praktisch „unendlich lang“ wurde. Unendlich lang soll heißen: etwa stehend über eine 8stündige Tagesschicht oder länger. Das Ende der Lebensdauer des Werkzeuges wurde stets durch die Schneidenerstörung festgestellt. Die Anzeige der Zerstörung war der Punkt, an dem entweder die Meißelschneide durch die Vorschubkraft oder die Meißelspitze durch die Schaftkraft oder Schneide und Spitze gleichzeitig zerstört wurden. Als eindeutiges

¹ Vgl. Schlesinger: Die Bearbeitbarkeit der Konstruktionsstähle im Automobilbau. Stahl u. Eisen 1928 Heft 10 u. 11. — Wallichs-Krekeler: Bearbeitbarkeit. Masch.-Bau 1. August 1929 Heft 15 S. 501.

Stahl- bezeichnung	Stemens-Martini- Stahl		Nickel-Einsatzstahl		Chrom-Nickel- Einsatzstahl		Chrom-Nickel- Vergütungsstahl			Chrom-Nickel- Vergütungsstahl		
	B	D	EN 15	EN 35	VON 15	VON 15k (kleine Welle)	VON 35	VON 35 k (kleine Welle)	VON 35 k (kleine Welle)			
Chemische Zusammen- setzung in %	Ana- lysen- ergebnis	Ana- lysen- ergebnis	Normvorschrift	Ana- lysen- ergebnis	Normvorschrift	Ana- lysen- ergebnis	Normvorschrift	Ana- lysen- ergebnis	Normvorschrift	Ana- lysen- ergebnis	Ana- lysen- ergebnis	
C	0,17	0,42	0,09—0,18	0,15	0,09—0,18	0,14	0,25—0,40	0,35	0,32	0,25—0,40	0,36	
Mn	0,56	0,89	≤0,50	0,53	≤0,50	0,51	0,4—0,8	0,72	0,71	0,4—0,8	0,62	
Si	0,01	0,28	≤0,35	0,27	≤0,35	0,33	≤0,35	0,38	0,32	≤0,35	0,37	
S	0,110	0,032	≤0,035 S + P ≤0,06	0,025	≤0,035 S + P ≤0,06	0,030	≤0,035 S + P ≤0,06	0,025	0,025	≤0,035 S + P ≤0,06	0,031	
P	0,085	0,03	≤0,035 S + P ≤0,06	0,015	≤0,035 S + P ≤0,06	0,015	≤0,035 S + P ≤0,06	0,02	0,025	≤0,035 S + P ≤0,06	0,002	
Ni	Spur.	Spur.	1,5 ± 0,25	1,51	3,5 ± 0,25	3,60	1,5 ± 0,25	1,36	1,38	3,5 ± 0,25	3,15	
W	0,0	0,0		0,0		0,0		0,0	0,0		0,0	
Cr	0,0	0,0	≤0,30	0,32	0,75 ± 0,20	0,89	0,5 ± 0,20	0,70	0,69	0,75 ± 0,20	0,89	
Brinell- härte. .	H _B = 115	H _B = 172,8	geglüht höchstens H _B = 162	H _B = 123,4	geglüht höchstens H _B = 206	H _B = 159	geglüht höchstens H _B = 206	H _B = 237	H _B = 210	geglüht höchstens H _B = 236	H _B = 293	
Brinell- festigkeit kg/mm ²	40	60	geglüht höchstens 55	43	geglüht höchstens 70	55	geglüht höchstens 70	82	73	geglüht höchstens 80	103	
											89	

Abb. 3. Analysen und Festigkeitswerte einer großen Anzahl untersuchter handelsüblicher Werkstoffe bei Standardzeitproben durch Drehen im Versuchsfeld für Werkzeugmaschinen (V. f. W.) der Techn. Hochschule Berlin.

Kennzeichen ergab sich für alle legierten Schnellstahlsorten das plötzliche Ansteigen einer der beiden Kraftkomponenten, also der Vorschubkraft in Längsrichtung des Stückes bzw. der waagerechten Schaftkraft

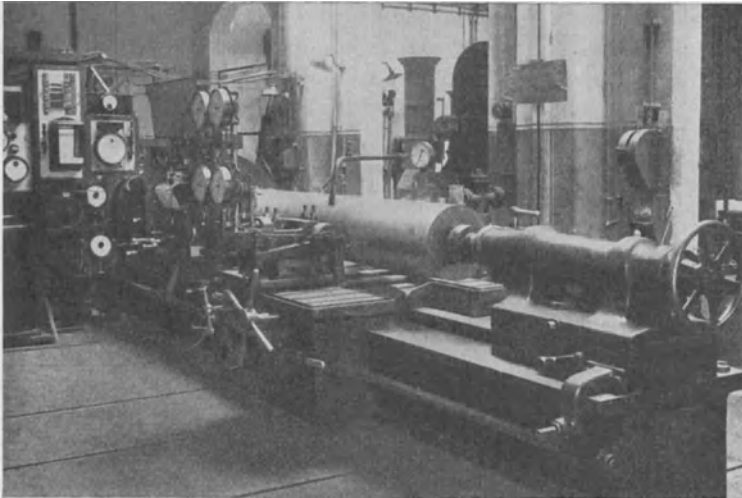


Abb. 4. Versuchsdrehbank mit hydraulischem Meßsupport. (V. f. W., Berlin.)

quer dazu (Schlesinger-Kriterium). Es mußten also Einrichtungen geschaffen werden, die die Messung der beiden Kräfte während der Bearbeitung ermöglichten. Beim Drehen und Fräsen sind es Drei-

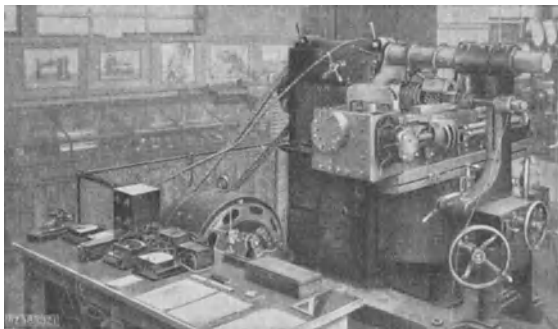


Abb. 5. Fräsmaschine mit hydraulischem Meßsupport für die Kräfte und Oszillograph (Salomon) für das Drehmoment. (Loewe — V. f. W., Berlin.)

komponentensupporte, beim Bohren Meßtische, die Senkrechtdruck und Drehmoment anzeigen. Abb. 4 zeigt die Versuchsdrehbank mit Meßsupport, Abb. 5 die Fräsmaschine (3 hydraulische Meßdosen für die Kräfte + Oszillograph für das Drehmoment nach Salomon), Abb. 6

die Bohrmaschine mit teils Meßzylinder, teils Meßdose. (Der Meßzylinder für den Senkrechtdruck ist hier brauchbar, weil während längerer Versuchsdauer ein geringes Absinken des Tisches mit dem Werkstück in der Druckrichtung einflußlos ist.) Die Größe und Art der an der Werkzeugschneide auftretenden Kräfte gibt ein ganz eindeutiges Kennzeichen, ob das Werkzeug richtig konstruiert ist, da jede Änderung im Schneidenwinkel deutliche Kraftänderungen hervorruft, die man leicht zur Richtigstellung der Meißelwinkel benutzen kann. Es ist dies

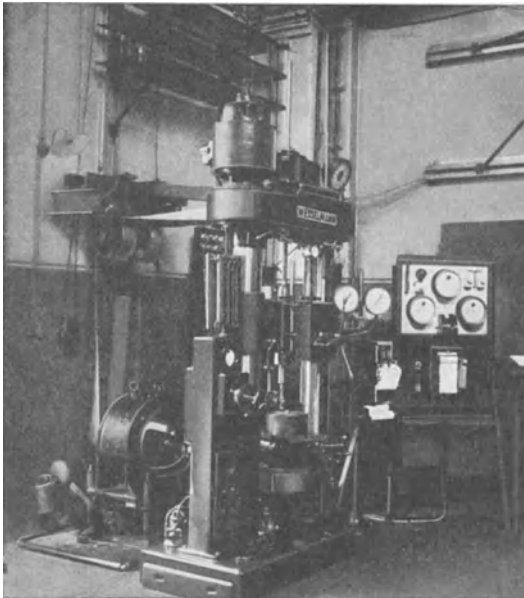


Abb. 6. Bohrmaschine (Wesslmann) mit Meßtisch.
(V. f. W., Berlin.)

wohl das einfachste, sicherste und werkstattgerechteste Mittel zur Berichtigung der Meißelform, das wir besitzen, wenn die Ausbildung der Meßmittel auch erst noch der Vollendung entgegengeht.

Die Größe der Schnittdrücke beim Drehen wächst und fällt naturgemäß mit der Festigkeit der Baustoffe (Abb. 7). Bemerkenswert ist, daß die beiden kleinen Komponenten für Vorschub- und Schaftdruck entscheidend sind und nicht die für den Senkrechtdruck, trotzdem diese die Lei-

stung des Antriebsmotors beherrscht. Daher ist die Leistungsmessung des Motors für die Untersuchung der Schneidenabstumpfung, also für die Standzeitermittlung, wertlos.

Die Schnittdruckmessung beim Fräsen verläuft anders, da hier der Span zwar sehr breit (volle Werkstückbreite), aber sehr dünn (Vorschub je Zahn) ist; die Schnitttiefe beeinflußt den Leistungsaufwand und die Kräfte¹ daher nicht entscheidend. Beim Fräsen wird die Vorschubkraft sehr groß, ja beherrschend, während der Axialdruck sehr langsam steigt und eigentlich ohne Bedeutung ist, die Senkrechtkraft sogar nach schneller Erreichung eines Höchstwertes konstant bleibt.

¹ Vgl. Schlesinger: Rechnungsgrundlagen zur Ermittlung des Leistungsbedarfes bei Walzenfräsern. Werkst.-Techn. 1. September 1931 S. 409.

Beim Bohren (Abb. 8) hängt alles vom Bohrerdurchmesser und dem gewählten Vorschub je Umdrehung ab. Die Materialsorten lassen sich deutlich scheiden, jedoch sind die übrigen Arbeitsverhältnisse, insbesondere die Bohrtiefe, von so großem und wechselndem Einfluß, daß ich vorläufig abrate, die Bohrprobe als Bearbeitungsmerkmal anzuwenden. Für die richtige Ausgestaltung und Wahl von Bohrerspitze und Spannuten (Spirale), abhängig vom Werkstoff, sind erst in den letzten Jahren wirklich praktisch brauchbare Erkenntnisse gefunden worden.

Das Ziel der Untersuchung war stets, den Bearbeitungswerkstätten mit Sicherheit die Schnittgeschwindigkeit für die zweckmäßigste Be-

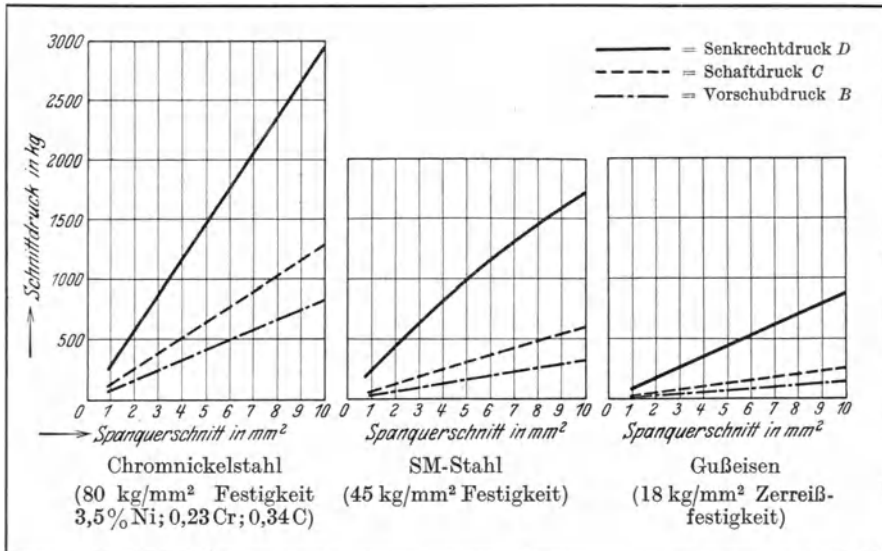


Abb. 7. Schnittdrucke beim Drehen. (V. f. W., Berlin.)

arbeitung aller wichtigen Baustoffe anzugeben, und zwar sowohl bei Einzelherstellung, für welche eine kurze Standzeit der Schneiden bei schnellster Fertigung ausreicht, als auch bei Massenfertigung, bei der es darauf ankommt, die Schneiden zu schonen, also mit langen Standzeiten zu arbeiten, um möglichst selten schleifen und neu einrichten zu müssen. Hier liegt auch die große Überlegenheit des Widia-Hartmetalles, das man bei leichten Stücken unter Umständen wochenlang nicht zu schleifen braucht (Revolver- und Automatenarbeit).

Abb. 9 zeigt die typischen Standzeitkurven bei Benutzung eines guten, als sehr gleichmäßig erprobten Schnellstahles als Werkzeug; denn auf dieser Gleichmäßigkeit beruht ja allein die Vergleichsfähigkeit. Es wurden immer nur die Punkte als Standzeitkurven vereinigt, bei denen Meißelzerstörung eintrat. Die Zeit bis zur Zerstörung wird in

Minuten gemessen. v_{20} bedeutet also eine Schnittgeschwindigkeit, die nach 20 Minuten (Taylor-Kennzeichen), v_{60} die nach 60 Minuten, v_{120} die nach 120 Minuten usw. die Meißelschneide zerstört.

Die Kurven beginnen in der Regel bei v_5 und gehen bis v_{480} , d. h. bis 8 Stunden ununterbrochene Laufzeit. v_{wirt} = wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit ist die, bei der gute Werkzeuge auf genau gekennzeichnetem Baustoff (z. B. DIN 1662) mindestens eine Tagesschicht

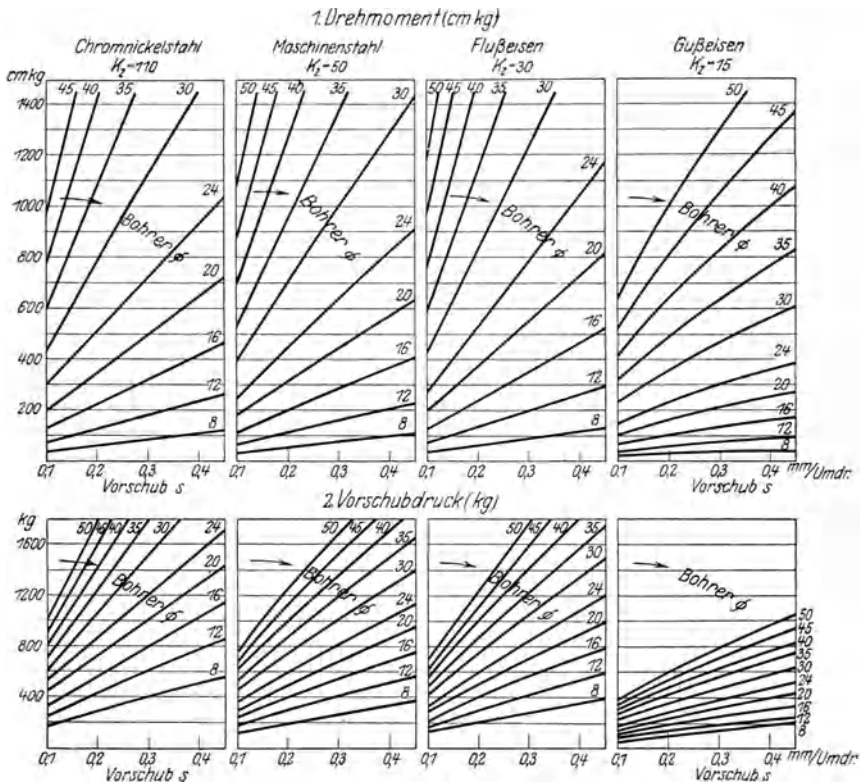


Abb. 8. Bohrdrücke und -drehmomente. (V. f. W., Berlin.)

stehen, damit das Neuanschleifen bzw. Neueinrichten bei Revolverbänken und Automaten keine, meist sehr kostspieligen, Störungen bereitet.

Die Standzeitkurve zeigt das dadurch an, daß sie von der Waagerechten scharf senkrecht nach oben abbiegt, z. B. Kurvenschar für VCN 35. Die Tangente an die nun senkrecht asymptotisch verlaufende Standzeitkurve schneidet auf der Abszissenachse die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit ab. Hat man aber nur ein Stück herzustellen, das z. B. in 1 Stunde fertig wird, so kann in diesem Falle sinngemäß die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit v_{60} wesentlich größer als bei 8 Stunden

= 480 Minuten gewählt werden. Nun erst sind die Unterlagen gefunden, nach denen der Vorkalkulator arbeiten kann, solange Baustoff und Werkzeug unverändert bleiben. Für jeden neuen Baustoff kann bei Vorhandensein eines Meßsupportes in sehr kurzer Zeit die neue Stand-

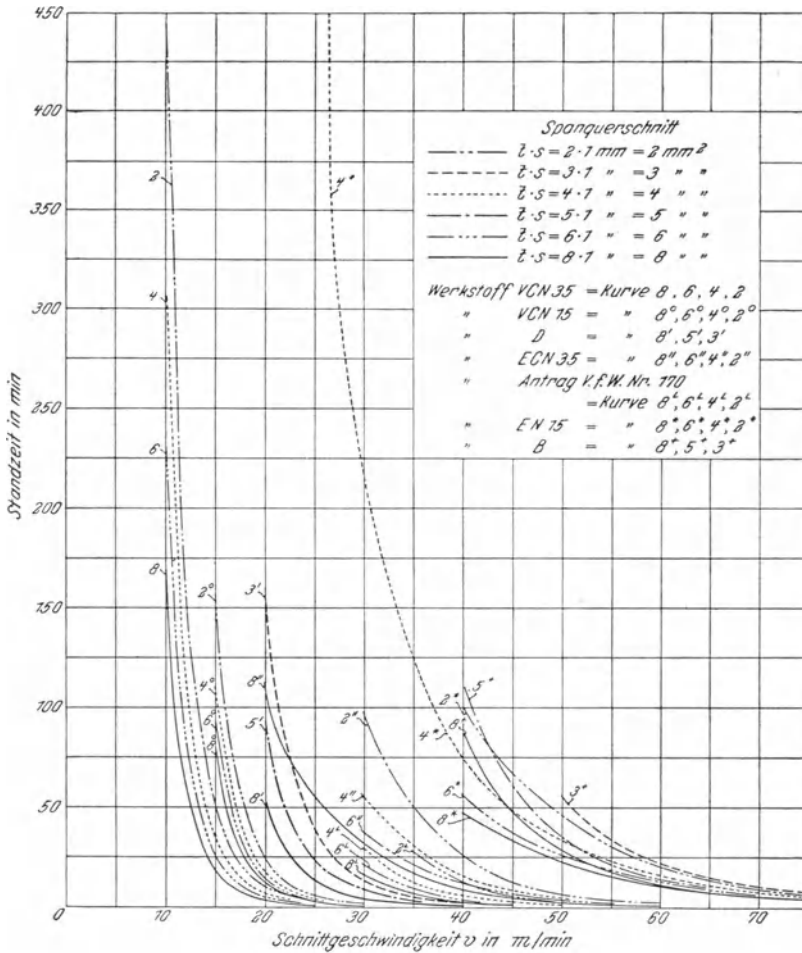


Abb. 9. Standzeitversuche beim Drehen. (V. f. W., Berlin.)

zeitkurve ermittelt und die Kalkulationsgrundlage dem technischen Fortschritt folgend geändert werden.

Am zweckmäßigsten wäre es, wenn die mit geeigneter Apparatur und geschulter Mannschaft ausgerüsteten Versuchsfelder der Technischen Hochschulen diese Arbeit laufend ausführen würden, da es sich für die Industrie kaum lohnen dürfte, für künftig seltene Fälle einen

großen und kostspieligen Apparat aufrechtzuerhalten. Auch besteht das Bedenken, daß, wenn nicht jede Fabrik die Prüfapparatur anschafft, sondern nur die großen, aus verständlichen wirtschaftlichen Gründen nur selten fortschrittliche Ergebnisse an die Öffentlichkeit gelangen würden.

Die steilen Standzeitkurven kennzeichnen von vornherein die gut bearbeitbaren Stahlsorten, die flachen Kurven die Stähle, die herstel-

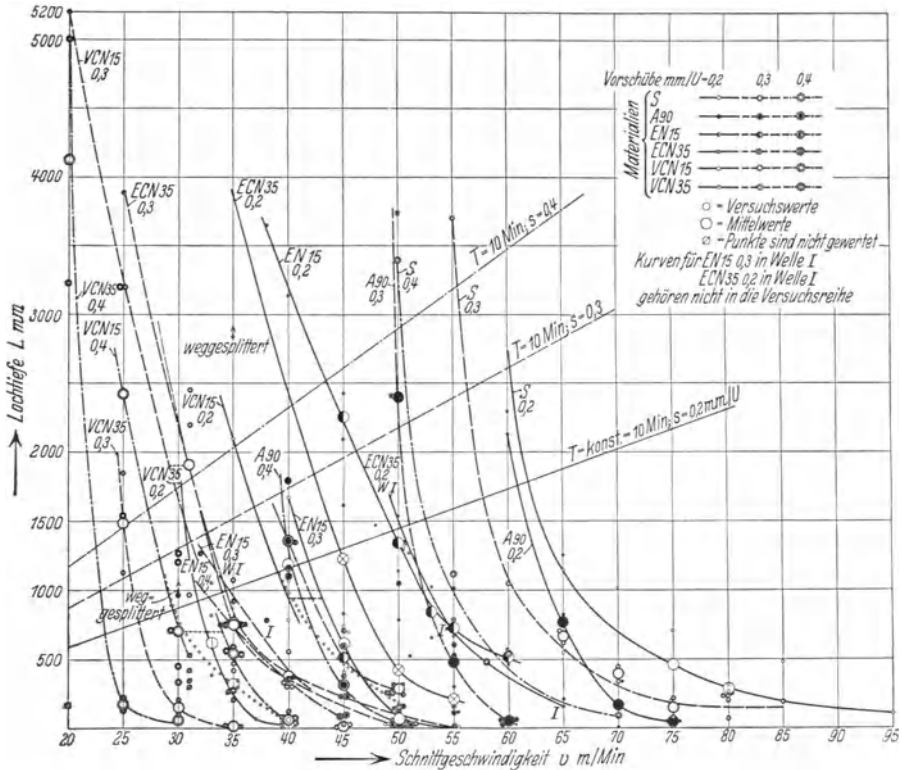


Abb. 10. Standzeitversuche beim Bohren. (V. f. W., Berlin.)

lungstechnisch noch verbesserungsfähig sind. Hier gibt also der Bearbeitungsversuch bereits dem Stahlwerker wertvolle Fingerzeige. Bei gleicher Analyse und gleichen physikalischen Eigenschaften entscheidet die richtige Behandlung im Stahlwerk.

Bei entsprechenden Vorsichtsmaßregeln und sorgfältiger Anpassung des Bohrers an den Baustoff kann man solche Kurven auch für die Bohrmaschine aufstellen. Dazu liegt Neigung vor, weil die Bohrmaschine und ihre Meßapparatur kleiner, leichter und viel billiger ist als die Drehbank. Abb. 10 zeigt Standzeitkurven beim Bohren, bezogen auf

die Lochtiefe. Verlockend ist auch die Tatsache, daß der Spiralbohrer ein Konstantwerkzeug ist, d. h. ein solches, das man nach Form und Härtung kauft, das nur an der Spitze nachgeschliffen und so aufgebraucht wird.

Es sei jedoch dringend gewarnt, diesen Verlockungen nach dem heutigen Stande der Bohrertechnik nachzugeben. Wir sind hier noch lange nicht fertig. Es könnte leicht so kommen wie vor 30 Jahren bei der sogenannten Härtebohrprobe nach Keep-Lorenz, von der man, wenn es sich um ernsthafte Zuverlässigkeitsprüfung handelt, zugunsten der einfachen und viel zuverlässigeren Brinellprobe wieder abgekommen ist.

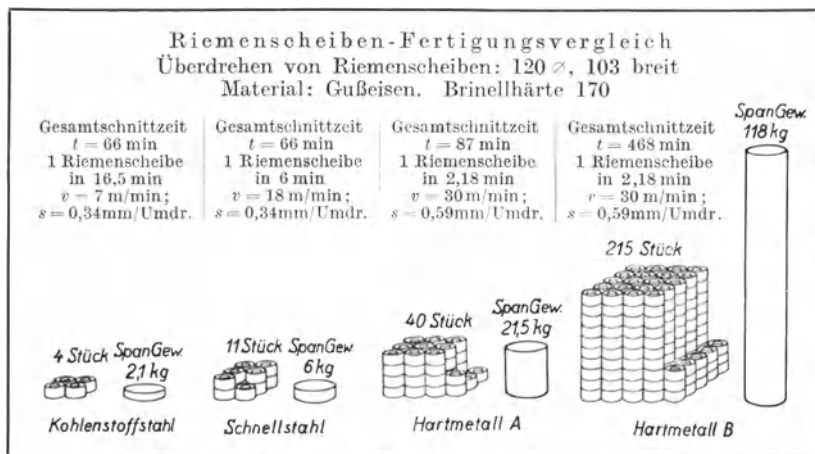


Abb. 11. Dauerschnittleistung einer Werkzeugschneide. (Drescher, SSW.)

Immerhin genügen die bisherigen Ergebnisse, um dem Vorkalkulator gute Richtwerte an die Hand zu geben, insbesondere, da bei den weitaus meisten Bohrarbeiten die eigentliche Schnittzeit des Bohrers gegenüber den Bedienungszeiten sehr in den Hintergrund tritt, so daß die Angabe besonders kleiner Schnittzeiten kaum in die Waage fällt.

Wie außerordentlich die Dauerschnittleistung der Werkzeuge vom Kohlenstoffstahl bis zum Widia gestiegen ist, zeigen Versuche (Abb. 11), die im Elmowerk der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin, vor einigen Jahren angestellt wurden. Hier ist in der Praxis bewiesen worden, daß die Leistung durch Verwendung von Hartmetall von 4 auf 215 = 1 : 50 und gleichzeitig die Standzeit von 66 auf 468 Minuten = 1 : 7 gesteigert werden kann.

Dabei hat aber, wieder den Forderungen der Zeit folgend, die Arbeitsgenauigkeit der Teile noch zugenommen. Wir verlangen heute vom Einspindelautomaten austauschbare Teile im Rahmen der Fein-

um für einen gegebenen Zweck die richtige Schleifscheibe herauszufinden. Wir sind in Charlottenburg¹ seit einigen Jahren bei der Arbeit und können sehr wohl z. B. unter mehreren Scheiben die für einen bestimmten Zweck bestgeeignete herausfinden, aber fertig für den Betrieb ist die Lösung noch nicht. Immerhin ist eine empfindliche Meßapparatur geschaffen worden,

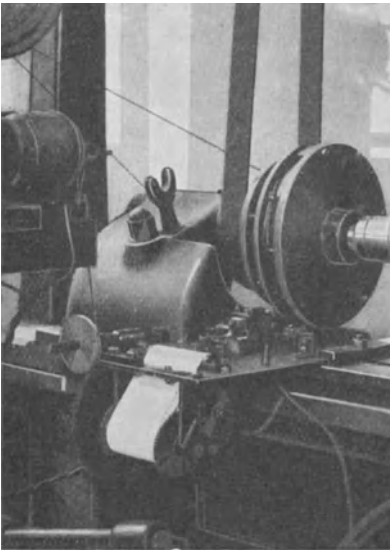


Abb. 13. Schleifdynamometer. (Bauart Kurrein.)

die es uns gestattet, wieder durch die beim Schleifen auftretenden Kräfte — hier entscheidet nur die tangential Umfangskraft — die Auswahl der richtigen Scheibe zu treffen. Jedoch ist folgendes zu beachten: In der Energiegleichung $N = P \cdot v$ ist beim Schleifen die Tangentialkraft P sehr klein, sie bewegt sich zwischen 2 bis 40 kg

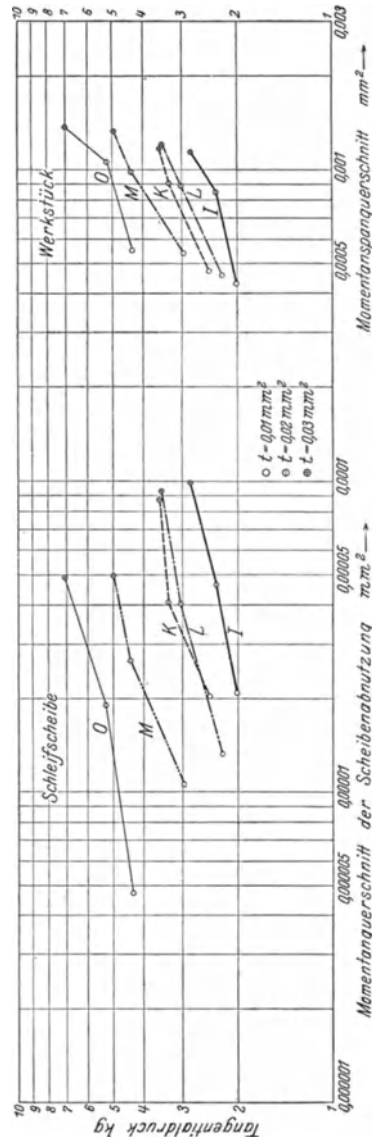


Abb. 14. Tangentialdruck beim Schleifen, abhängig von der Scheibenabnutzung und vom Momentantangentialdruck. (V. f. W., Berlin.)

¹ Vgl. Kurrein: Untersuchung der Schleifscheibenhärte. Werkst.-Techn. 15. Mai 1928 S. 293.

(das sind schon sehr große Maschinen). Dagegen schwankt die Umfangsgeschwindigkeit v der Schleifscheibe zwischen 30 und 50 m/sec, ist also sehr groß. Daher kommt der große Leistungsbedarf dieser Schnellläufer.

Beim Drehen liegen die Verhältnisse umgekehrt; die Spankraft schwankt zwischen 200 kg bei kleinen Bänken bis 5000 kg bei großen, während sich die Schnittgeschwindigkeiten bei der normalen Bearbeitung von Gußeisen und Stahl zwischen 8 bis 80 m/min ändern. Die

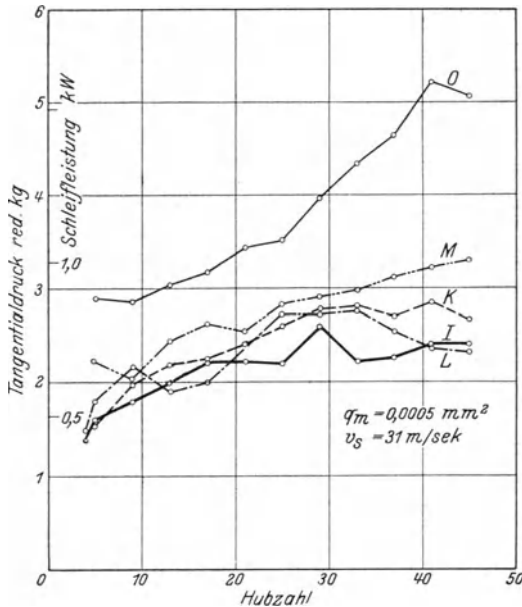


Abb. 15. Tangentialdruck und Schleifleistung, abhängig von der Hubzahl. (V. f. W., Berlin.)

Kräfte am Drehmeißel werden am zweckmäßigsten nach 3 Richtungen zerlegt und gemessen: in die große Leistungskomponente (abwärts) und in die beiden Abstumpungskomponenten in Schaft- und in Vorschubrichtung. Beim Drehen scheidet die Leistungskomponente für die Beurteilung der Werkzeuggüte und Abstumpung aus, während sie im Gegensatz dazu beim Schleifen über den Wert der Schleifscheibe entscheidet. Hier könnte man also auch den Leistungsverbrauch unmittelbar zum Aussuchen der richtigen Schleifscheibe benutzen,

wenn nicht die schwankenden Reibungsverhältnisse allein im Motor eine zu starke Unsicherheit in die Messung brächten. Daher messen wir hier die beim Schleifen am Werkstück auftretende Tangentialkraft direkt mit einem Torsionsdynamometer (Abb. 13) unter Ausschaltung aller sonstigen Fehlerquellen. In Abb. 14 ist einmal die Scheibenabnutzung, dann der sog. Momentanspanquerschnitt mit dem Tangentialdruck im log-log-System zusammengesetzt worden. Diese Darstellung führt zu folgendem Ergebnis. Unter den 5 unter gleichen Arbeitsbedingungen untersuchten Scheiben ist I die beste, O die schlechteste. O verbraucht am meisten Kraft und arbeitet auch am unruhigsten. Zählt man die Zahl der Hübe bis zum Konstantwerden der Tangentialkraft — das ist das Kennzeichen der Selbstanschräpfung —, so ist Scheibe O wieder weitaus die schlechteste, während L an I heranrückt (Abb. 15).

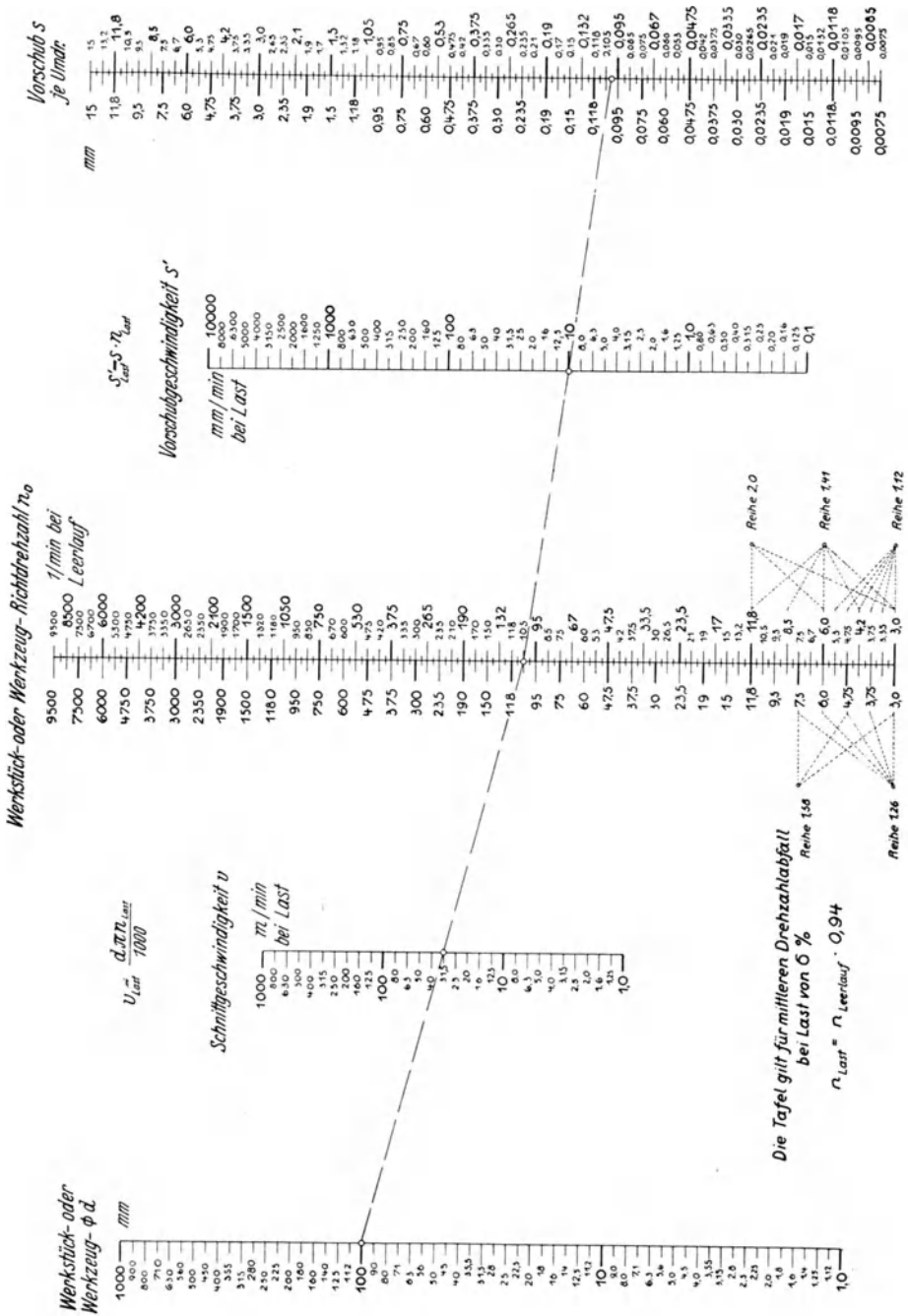


Abb. 16. Rechentafel für Dreh-, Bohr- und Fräsarbeiten.

Sobald bei den verschiedenen Bearbeitungsarten nach Annahme eines zweckmäßigen Vorschubes die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit aus den Standzeitkurven ermittelt ist, kann der Vorkalkulator losarbeiten. Am billigsten und einfachsten mit der Fluchtlinienrechen-tafel, Abb. 16, die er sich gegebenenfalls selbst aufreißen kann, und die den ganzen Arbeitsbereich seiner Abteilung umfaßt.

Änderungen in den Arbeitsbedingungen können durch senkrechtes Verschieben der Leitern ohne Schwierigkeit und schnell ausgeglichen werden.

Damit sind Baustoff und Werkzeug für die Bearbeitung in den Werkstätten in einfache und jederzeit klare Beziehungen gebracht.

II. Ausgestaltung und Bestausnutzung der Werkzeugmaschinen.

Der Werkzeugmaschinenkonstrukteur arbeitet anders als der Konstrukteur eines Elektromotors, einer Dampf- oder Ölmaschine, eines Kompressors, einer Pumpe usw., die bei ihrer eigentlichen Arbeit vom Menschen losgelöst sind. Seine Maschine dient der Herstellung bei

Bohren	Reiben	Senken			Gewinde-schneiden
					
					
v	$\frac{v}{3}$	$\frac{2v}{3}$			$\frac{v}{3} + \frac{v}{4}$
Schnittgeschwindigkeiten					

Abb. 17. Bohrwerkzeuge.

Bedienung durch den Menschen unter ständiger Anpassung an unaufhörlich wechselnde Verhältnisse. Sie kann nur richtig ausgenutzt werden, wenn sie so gebaut ist, daß diese elastische Ausnutzung gewährleistet ist. Es wird zunächst darauf ankommen, die Grundlagen festzustellen, nach denen der Hersteller konstruieren muß, damit er den Benutzer befriedigt. Die Arbeiten der letzten Jahre

haben besonders wichtige Ergebnisse in bezug auf das Herausschälen dieser Grundsätze zeitigt.

Als Beispiel dienen die Funktionen der Bohrmaschine (Abb. 17). Die Schnittgeschwindigkeiten normaler Werkzeuge: Spiralbohrer bis Gewindebohrer verhalten sich wie 4 : 1. Die Durchmesser, die auf der gleichen Maschine verwendet werden mögen, seien von 5 bis 40 mm gewählt, gleich 1 : 8,

Sprung	Zahlenwert	1,06	1,12	1,26	1,58	1,41	2,0
	in $\sqrt[4]{10}$	$\frac{40}{\sqrt[4]{10}}$	$\frac{20}{\sqrt[4]{10}}$	$\frac{10}{\sqrt[4]{10}}$	$\frac{5}{\sqrt[4]{10}}$		
	in $\sqrt[3]{2}$	$\frac{12}{\sqrt[3]{2}}$	$\frac{6}{\sqrt[3]{2}}$	$\frac{3}{\sqrt[3]{2}}$		$\sqrt[3]{2}$	2,0
Schnittgeschwindigkeitsabfall zwischen benachbarten Stufen	% genau	5,6	10,9	20,6	36,9	29,2	50
	angenähert	5	10	20	40	30	50

Abb. 18. Richtwerte für Stufensprünge bei Werkzeugmaschinen und Getrieben.

die Baustoffe, die man bohren will, SM-Stahl St 35.11 mit 40 m/min bis harter Chromnickelstahl VCN 45 mit 8 m/min gleich 5 : 1; der Gesamtbereich schwankt also bei idealer Konstruktion von 1 bis $4 \times 8 \times 5 = 1:160$ nur für Stahlsorten von 5 mm Spiralbohrer in SM-Stahl bis 40 mm Gewinde in VCN 45-Stahl. Wollte man

auf der gleichen Maschine Messing oder gar Leichtmetalle bohren, so stiege der Regelbereich auf das Doppelte 1 : 320 bis Zehnfache 1 : 1600. Werkzeugmaschinen mit 1 : 160 sind schon nicht konstruierbar, 1 : 100 ist eine Seltenheit, und wir entnehmen daraus die Tatsache, daß eine erhebliche Anzahl Arbeiten in der Werkstatt mit zu niedrigen Geschwindigkeiten gemacht werden, weil die Maschinen die große Reichweite gar nicht haben und haben können. Der Vorkalkulator weiß das, richtet sich

danach, und der Leiter, der die Maschine auf Grund einer riesigen Leistung auf einem Sondermaterial bei der öffentlichen Vorführung gekauft hat, ist enttäuscht über die Minderleistung zu Hause. Alle Werkzeugmaschinen sollen daher im Gebrauch auf bestimmte Metalle, möglichst auch auf bestimmte Arbeiten beschränkt werden, die Sonder-

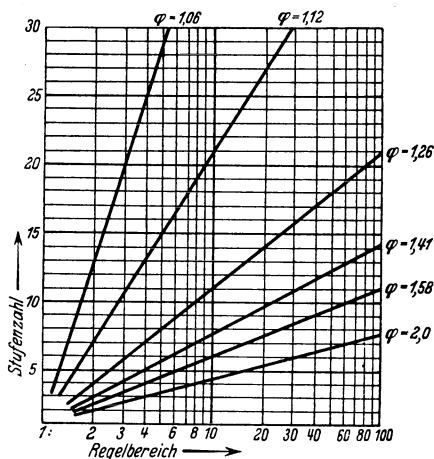


Abb. 19. Zusammenhang zwischen Regelbereich und Stufenzahl bei den Normsprüngen.

maschine ist aus diesem Grunde der Universalmaschine stets überlegen, das Ideal ist die genau angepaßte Maschine der Fließstraße.

Aber der Regelbereich ist nur eine Komponente der Konstruktion, die zweite, ebenso wichtige, ist die Stufenzahl, von der die Treffsicherheit abhängt, mit der der Vorkalkulator arbeiten kann. Alle heutigen Werkzeugmaschinen benutzen als Stufungsgrundlage die geometrische Reihe, deren Quotient so gewählt werden muß, daß

40er Reihe	20er Reihe	10er Reihe	5er Reihe	Genaue Werte	Man-tisse	40er Reihe	20er Reihe	10er Reihe	5er Reihe	Genaue Werte	Man-tisse
100	100	100	100	10000	000	315	315	315		31623	500
105				10592	025	335				33497	525
112	112			11220	050	355	355			35482	550
118				11885	075	375				37584	575
125	125	125		12589	100	400	400	400	400	39811	600
132				13335	125	420				42170	625
140	140			14125	150	450	450			44668	650
150				14962	175	475				47315	675
160	160	160	160	15849	200	500	500	500		50119	700
170				16788	225	530				53089	725
180	180			17783	250	560	560			56234	750
190				18837	275	600				59566	775
200	200	200		19953	300	630	630	630	630	63095	800
210				21135	325	670				66834	825
225	225			22387	350	710	710			70795	850
235				23714	375	750				74990	875
250	250	250	250	25119	400	800	800	800		79433	900
265				26608	425	850				84140	925
280	280			28184	450	900	900			89125	950
300				29854	475	950				94405	975

Abb. 20. Zehnerabschnitt der Normungszahlen (DIN 323).

die Reihe erstens dezimal gestuft ist, zweitens die Verhältniszahl 2 der polumschaltbaren Drehstrommotoren enthält (Abb. 18); Werkzeugmaschinenbau und Elektrotechnik sind heute untrennbar voneinander. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Zahlen 10 und 2 in die Reihe einzubauen; man verwendet durchweg $\sqrt[10]{10}$ und $\sqrt[10]{2}$ im Stufenfaktor. Durch einen glücklichen Zufall sind $\sqrt[10]{10}$ und $\sqrt[10]{2}$ fast genau gleich, und daraus ergeben sich die im Jahre 1927 aufgestellten genormten Stufungsziffern, von denen heute als wichtigste

$\sqrt[3]{2} = 1,26$ und $\sqrt{2} = 1,41$ verwendet werden. Die Franzosen sind auf anderem Wege durch Renard zu der ebenfalls auf 1,26 aufgebauten „Série Renard“ gekommen.

Der Konstrukteur wählt zunächst die Stufenzahl und ungefähr den Regelbereich, findet dadurch einen Anhalt für den Sprung (Abb. 19),

Reihe 1,06	Lastdrehzahlen von Transmissionen	Reihe 1,12	Reihe 1,26	Reihe 1,58	Reihe 1,41	Reihe 2,0	Reihe 1,06	Lastdrehzahlen von Transmissionen	Reihe 1,12	Reihe 1,26	Reihe 1,58	Reihe 1,41	Reihe 2,0
11,8		11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	37,5		37,5	37,5			
12,5							40,0	40					
13,2		13,2					42,0		42				
14,0							45,0	45					
15,0		15	15				47,5		47,5	47,5	47,5	47,5	47,5
16,0							50,0	50					
17,0		17			17		53,0		53				
18,0							56,0	56					
19,0		19	19	19			60,0		60	60			
20,0							63,0	63					
21,0		21					67,0		67			67	
22,5							71,0	71					
23,5		23,5	23,5		23,5	23,5	75,0		75	75	75		
25,0	25						80,0	80					
26,5		26,5					85,0		85				
28,0	28						90,0	90					
30,0		30	30	30			95,0		95	95		95	95
31,5	32						100	100					
33,5		33,5			33,5		105		105				
35,5	36						112	112					

Abb. 21. Zehnerabschnitt der Drehzahlnormung im Werkzeugmaschinenbau.

bestimmt nun diesen genau und erfährt rückwärts aus der Stufenzahl den wirklichen Regelbereich. Damit ist ein sehr wichtiger Teil einer sonst langwierigen Rechnung graphisch schnell, sicher und richtig erledigt. Da die Normzahlen (Abb. 20) auch auf dieser Grundlage aufgebaut sind, so fügt sich die Drehzahlnormung (Abb. 21) reibungslos in das große Gebäude der allgemeinen Zahlennormung ein. Sie hat das Ziel, tunlichst

Höchste Drehzahl	Art der Reihe	Stufensprung		Anzahl der Stufen								
		$\frac{z}{\sqrt[10]{10}}$	$\frac{z}{\sqrt[2]{2}}$	Zahlenwert	6	8	9	12	15	16	18	24
750	Reihe 1,12	$\sqrt[20]{10}$	$\sqrt[6]{2}$	1,12	—	—	—	210/750	150/750	132/750	105/750	53/750
	Reihe 1,26	$\sqrt[10]{10}$	$\sqrt[3]{2}$	1,26	235/750	150/750	118/750	60/750	30/750	23,5/750	15/750	—
	Reihe 1,41	—	$\sqrt[2]{2}$	1,41	132/750	67/750	47,5/750	17/750	6/750	—	—	—
	Reihe 1,58	$\sqrt[5]{10}$	—	1,58	75/750	30/750	19/750	—	—	—	—	—
600	Reihe 1,12	$\sqrt[20]{10}$	$\sqrt[6]{2}$	1,12	—	—	—	170/600	118/600	105/600	85/600	42/600
	Reihe 1,26	$\sqrt[10]{10}$	$\sqrt[3]{2}$	1,26	190/600	118/600	95/600	47,5/600	23,5/600	19/600	11,8/600	—
530	Reihe 1,41	—	$\sqrt[2]{2}$	1,41	95/530	47,5/530	33,5/530	11,8/530	—	—	—	—

Abb. 22. Auswahl der Drehzahlreihe einer Drehbank aus den Zahlen der Drehzahlnormung.

alle Werkzeugmaschinen, die in einer Fabrik arbeiten, schließlich die Werkzeugmaschinen in der ganzen Welt, auf gleiche Zahlenreihen zu bringen, was eine außerordentliche Erleichterung für Vorkalkulatoren, Meister und Arbeiter bedeuten würde, ohne die konstruktive Ausführung zu beeinträchtigen. Im Gegenteil! Man kann nun z. B. für die Drehbänke die verfügbaren Möglichkeiten ermitteln (Abb. 22) und bei den konstruktiv günstigsten Stufenzahlen z. B. 9—12—18 und den geplanten Höchstdrehzahlen, z. B. 750 bzw. 600, sofort sehen, daß nur die Stufensprünge 1,26 und 1,41 in Frage kommen. Jetzt möchte der Konstrukteur anfangen, da sagt aber die benutzende Werkstatt im Hinblick auf den Elektromotor Halt, denn bei der Drehstromfrequenz von z. B. 50 sec^{-1} (Deutschland) ergeben sich theoretisch unabänderlich die synchronen Drehzahlen 3000, 1500, 1000, 750 usw. Wenn der Motor allein leer läuft, hat er bereits Drehzahlabfall (bis 1 %); wenn die leere Werkzeugmaschine mitläuft, entsteht der zweite Abfall, wenn diese belastet wird, der dritte Abfall, der von der Last abhängig ist. Abb. 23 zeigt, daß sich zur Erreichung einer bestimmten Arbeitsspindeldrehzahl ganz verschiedene Übersetzungen im Betriebe ergeben, je nach-

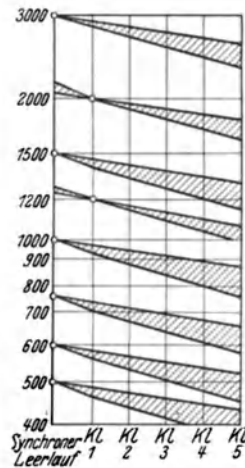
Synchroner Leerlauf	Leerlauf von Motor und Werkzeugmaschine	Lastlauf
$nI = 1500 \text{ U/min}$ $nII_1 = 1050 \text{ U/min}$ $nII_2 = 750 \text{ U/min}$ $nII_3 = 530 \text{ U/min}$	$nI' = 1465 \text{ U/min}$ $nII'_1 = 1050 \text{ U/min}$ $nII'_2 = 750 \text{ U/min}$ $nII'_3 = 530 \text{ U/min}$	$nI'' = 1425 \text{ U/min}$ $nII''_1 = 1050 \text{ U/min}$ $nII''_2 = 750 \text{ U/min}$ $nII''_3 = 530 \text{ U/min}$

Abb. 23. Leerlauf- oder Lastdrehzahl. Einfluß auf die Berechnung der Zähnezahlen von Getrieben.

Klasse	Beispiel	Schema
1	Einzelantrieb Motor mit Getriebe unmittelbar ge- kuppelt Kein Riemen- zwischen- glied	
2	Einzelantrieb mit Riemenzwischen- glied 1 Riemenzwischen- glied	
3	Einscheibenantrieb 2 Riemenzwischen- glieder	
4	Stufenscheibenan- trieb 3 Riemenzwischen- glieder	
5	Stufenscheibenan- trieb bei mehreren von einem Motor angetriebenen Transmissionen 4 Riemenzwischen- glieder	

Abb. 24.

Drehzahlabfall
der vollbelasteten
Werkzeugmaschine
bei verschiedenen
Antriebsarten.



dem man von der synchronen Leerlaufdrehzahl des Motors, von einem Zwischenwert oder von der Lastdrehzahl des Motors ausgeht. Welche Konstruktion ist die richtige? Was soll auf dem Drehzahlschild der Werkzeugmaschine stehen, was soll der Vorkalkulator berücksichtigen? Meine Ansicht ist, daß nur die konstanten synchronen Leerlaufdrehzahlen den richtigen Ausgangspunkt bilden. Denn der sog. Leerlauf und der Lastlauf schwanken stark mit der Größe des Motors und der Höhe

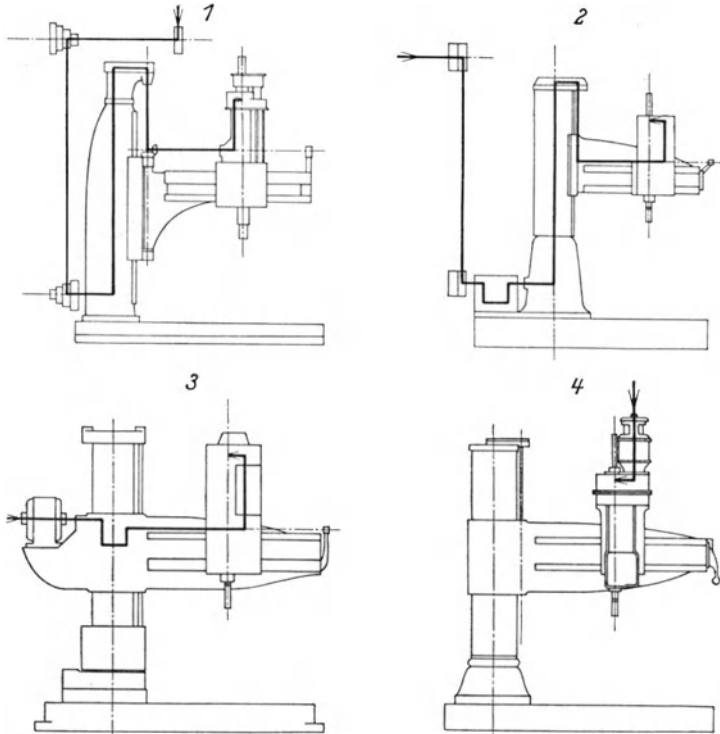


Abb. 25. Verkürzung der mechanischen Energieleistung bei der Radialbohrmaschine.

der Belastung. Auf einer schwankenden Größe kann der Konstrukteur nicht aufbauen, wohl aber kann der Kalkulator die verschiedenen Abfälle durch einen entsprechenden Abschlag berücksichtigen, der durch Richtigstellung der Ableseleitern auf jeder nomographischen Rechentafel¹ mühelos erhältlich ist und doch für jede Werkstatt festgesetzt werden muß. Bei dem Abfall von 6% kann man wieder eine Normzahlreihe erhalten, weil der feinste Stufungsfaktor der genannten Reihen 1,06 ist. Ferner ist zu beachten, daß der Einzelantrieb durchaus noch nicht überall durch-

¹ Vgl. Schlesinger, Wesen und Auswirkung der Drehzahlnormung AWF. Heft Nr. 239. Berlin: Beuth-Verlag 1931.

geführt ist, daß viele Maschinen durch Motor und Riemen bzw. von der Transmission über das Deckenvorgelege angetrieben werden, und daß nun für die gleiche Werkzeugmaschine Kalkulationsschwierigkeiten in

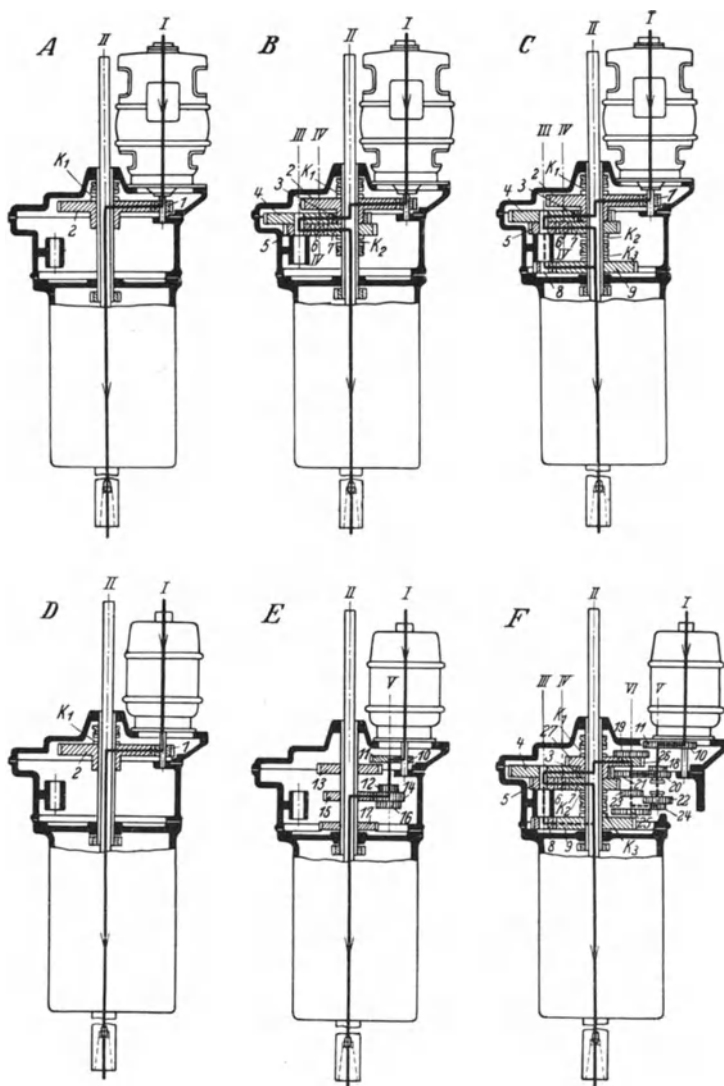


Abb. 26. Schema für den Hauptantrieb einer Radialbohrmaschine.
A—C Antrieb durch Gleichstrommotor. D—F Antrieb durch Drehstrommotor.

der Vorkalkulation entstehen, wenn man andere Zahlen als die Leerlaufdrehzahlen auf dem Drehzahlschild vorsieht (Abb. 24), von denen man eben den richtigen Abschlag machen muß. Welche Verkürzung die

mechanische Energieleitung durchgemacht hat, zeigt Abb. 25 an einer Radialbohrmaschine. Was der Konstrukteur alles beachten muß, um eine Maschinentype gleichzeitig sowohl für Gleichstrom- als für Drehstrommotor verwendbar zu machen, ohne zwei verschiedene Maschinen

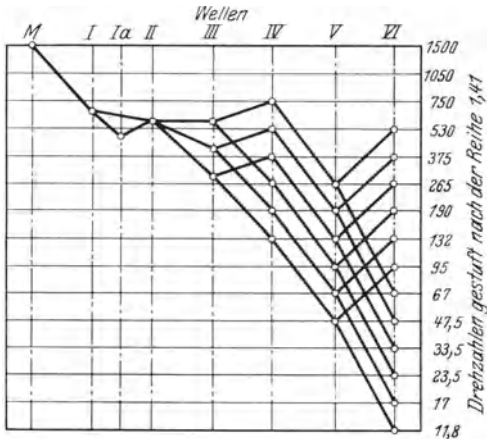


Abb. 27. Drehzahlbild einer Waagrechtfräsmaschine.
(Nach Germar.)

herstellen zu müssen, zeigt Abb. 26. Betrachtet man den Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine, so ist einleuchtend, daß ihre Regelung nie allein elektrisch erfolgen kann. Denn der Motor läßt bei Gleichstrom höchstens 1 : 4, bei Drehstrom sogar normalerweise nur 1 : 2 (durch Polumschaltung) zu. Ist der Regelbereich aber 1 : 40 bis 1 : 100, so muß der überwiegende Rest doch durch mechanische Triebwerke,

meist Räder (mit 98 bis 99 % Wirkungsgrad) erfolgen. Bei Drehstrom erfolgt die Grobregelung 1 : 2 elektrisch, die Feinregelung mechanisch. Bei Gleichstrom kann die Grobregelung mechanisch, die Feinregelung

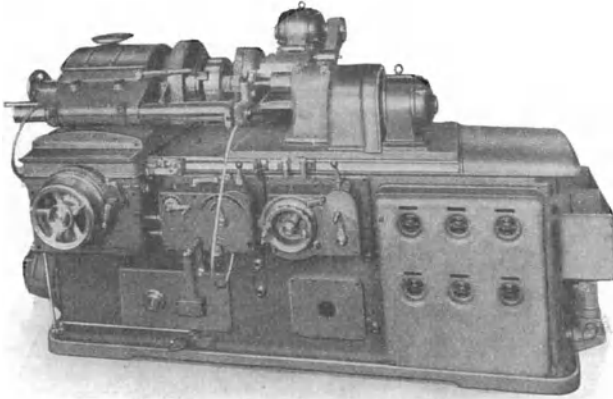


Abb. 28. Selbsttätige Innenschleifmaschine mit Flüssigkeitsgetriebe. (Fortuna.)

elektrisch erfolgen. Die Maschine, Abb. 26, muß für beides eingerichtet sein. Dabei soll tunlichst bequeme Schaltung und kein Treiben ins Schnelle erfolgen. Das Drehzahlbild (Abb. 27), das heute bereits üblich ist, gibt mit einem Blick Aufklärung, ob das zutrifft.

Ideal ist die stufenlose Regelung, die man aber wegen ihres hohen Preises heute nur dort anwendet, wo auf genaue Anpassung der Schnittgeschwindigkeit an Werkzeug und Werkstück während der Arbeit besonderer Wert gelegt werden muß, außerdem auf stoßlose Schaltung und markenfreies Arbeiten. Dafür ist die hydraulische Regelung wohl die beste Lösung und die Schleifmaschine ein gutes Beispiel (Abb. 28). Aber auch mechanische gute Mittel bestehen, z. B. P. I. V.-Kettengetriebe mit Kette und Kettenrädern (Abb. 29) und Flendergetriebe mit Keilriemen. Der Ton liegt auf: während der Arbeit, also ohne die Maschine anzuhalten. Alle diese Forderungen aber werden wohl selten zugleich eintreten. In der Regel gibt der Vorkalkulator an oder soll angeben, auf welche Stellung der Schalt-

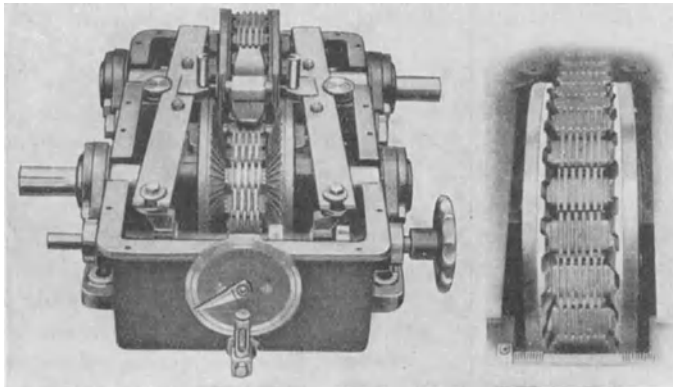


Abb. 29. Stufenlos regelbares P.I.V.-Kettengetriebe.

hebel des Getriebes zu stellen ist, damit die zweckmäßigste Schnittgeschwindigkeit erreicht wird, das ist die, bei der der Arbeiter mit seinem Akkord gut zurechtkommt. Die Vorkalkulation nimmt dabei an:

1. Drehzahl des Schildes ergibt eindeutigen Ausgangspunkt.
2. Werkzeug tadellos geschliffen und standfest gehärtet.
3. Werkstoff von der vorausgesetzten Beschaffenheit.
4. Beste Anpassung der Drehzahl an den Durchmesser.
5. Maschine in tadellosem Zustande, wie er zur Erreichung der angenommenen Drehzahl und Spanleistung erforderlich ist.

Zu 1. Diese sollte die synchrone Leerlaufdrehzahl sein, sonst müßte das Schild für jeden Belastungswechsel andere Ziffern zeigen; bei feinem Schlichtspan wesentlich höhere als beim schweren Schrappspan, beim Kurzschlußmotor andere als beim Schleifringmotor, bei Gleichstrom andere als bei Drehstrom.

Zu 2. Das Werkzeug wird stumpf, daher steigt dauernd die Belastung der Maschine, und damit fällt die Drehzahl ab.

Zu 3. Die Bearbeitbarkeit des analytisch gleichen Werkstoffes kann schon bei gleichbenannten Stahlsorten um 20 % schwanken, besonders wenn mit dem Lieferanten oft gewechselt wird. Bei Gußeisen aber kommen je nach Wandstärke, Stückgröße und Verwendungszweck noch viel größere Unterschiede vor, sie werfen dann die ganze Vorkalkulation über den Haufen.

Zu 4. Bolzen, Spindeln, Wellen haben Absätze; es ist nicht möglich, für jeden Absatz die genaue Drehzahl festzustellen und dem Arbeiter vorzuschreiben. Man kann nur durchschnittlich arbeiten, besonders da das Wechseln oft mehr Zeit kostet als das Drehen mit unrichtiger Geschwindigkeit. Hier spielt die Treffsicherheit der gewählten Reihe und ihre Feinstufigkeit die entscheidende Rolle. Auch der stufenlose Antrieb ist nur dann überlegen, wenn er vom Arbeiter ebenso richtig eingestellt wird wie der gestufte gemäß Anweisung des Vorkalkulators.

Zu 5. Der Arbeitszustand der Maschine hängt vom Schmieren und der Sauberkeit ab, beim Motor ebenso von den Lagern und vom Kollektor bzw. den Schleifringen. Der Wirkungsgrad sinkt bei Vernachlässigung häufig genug um mehr als 10 % herunter. Dadurch werden die Drehzahlen wieder in wechselndem Maße beeinflusst.

Alles das muß der Vorkalkulator dauernd wissen und in seinem Abschlag von der theoretischen Drehzahl berücksichtigen. Da es ohne diesen Abschlag also nie abgeht, sollte man meines Erachtens die Maschine für Leerlauf bauen und abnehmen und dem Betriebe die Wahl des Zuschlages durch einfache und bequeme Kalkulationsmittel erleichtern, z. B. Rechentafel (s. Abb. 16), Nomogramm, Rechenschieber u. dgl.

Die bisher aufgestellten Regeln für Stufenzahl, Regelbereich, Stufungsfaktor mit dem Zwecke bester Anpassung der Werkzeugmaschine an die Bearbeitbarkeit der Werkstoffe hatten als selbstverständliche Voraussetzung die Bewältigung der beim Spanabheben auftretenden Kräfte — auf spanabhebende Maschinen will ich mich hier beschränken — sowie auf Erfüllung der vorgeschriebenen geometrischen Formen durch Drehen, Bohren, Hobeln, Fräsen, Schleifen bei möglichster Erleichterung der Bedienung durch den Arbeiter. Die Maschinen mußten also stark genug gebaut sein.

Heute steht im Vordergrund die Erhöhung der Geschwindigkeit im allgemeinen durch die Verbesserung der Standfestigkeit der Werkzeuge, aber auch durch die wachsende Verwendung der schnell bearbeitbaren Leichtmetalle (1000 m/min) als Baustoffe. Als wichtigste sind zu nennen: Aluminium und seine Legierungen mit Kupfer, wie Magnalium, Lautal, Skleron, Aeron; mit Silizium: Silumin. Wichtig ist aber auch die vielverwendete Magnesium-Zink-Legierung: Elektron

mit dem spezifischen Gewicht 1,7 und der hohen, dem Messing nahekommenden Festigkeit. Hier wirkt die Schnittgeschwindigkeit vor allem auf die Güte der Oberfläche. Die richtigen Geschwindigkeiten liegen für Aluminiumlegierungen um 200 bis 900 m/min und steigen bei den Magnesiumlegierungen bis 1200 m/min = 20 m/sec. Das sind Geschwindigkeiten, die bisher nur die Schleifsteine der Schleifmaschinen verlangten. Während nun ein großer Schleifstein bei Rundschleifmaschinen zwischen 300 und 900 mm Durchmesser hat, also 1800 bis 600 U/min macht, die leicht zu bewältigen sind, weil auch der größte Schleifdruck sehr klein — rd. 50 kg — ist, müssen Bohrer von 5 mm Durchmesser bei 300 m/min bereits mit 20000 Umdrehungen laufen, eine schwere Bedingung, die aber unsere heutigen Schnellbohrmaschinen bereits erfüllen.

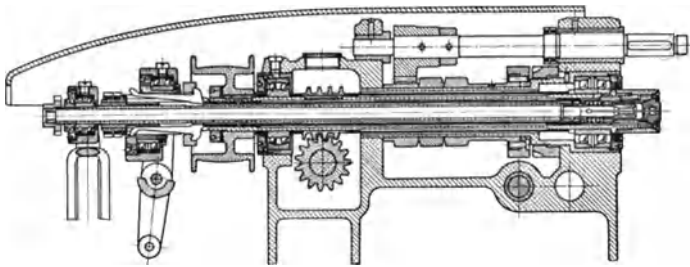


Abb. 30. Kugellagerverwendung beim Indexautomaten.

Elektronversuche, die im Charlottenburger Versuchsfeld auf 200 mm-Durchmesser-Walzen bei 1200 m/min gemacht werden, erfordern eine Sonderdrehbank, die rd. 2000 minütliche Umdrehungen macht bei Drücken, die bis auf 75 kg heraufgehen und $\frac{1200 \cdot 75}{0,7 \cdot 75 \cdot 60} = \text{rd. } 30 \text{ PS}$ Leistung verlangen. Bewältigung der Massenkräfte, dynamische Auswuchtung aller kreisenden Teile, ganz sicher wirkende Schmierung, erzitterungsfreie Gestelle sind die vom Konstrukteur nun zu beachtenden Gesichtspunkte.

Der Gipfel wird beim Innenschliff erreicht; hier machen die Feinschleifapparate für kleinste Scheiben von 3 mm Durchmesser zur Zeit 60000 minütliche Umdrehungen und liefern dabei Fein- und Edelpassung in der Feinmechanik.

Solange die Kräfte klein bleiben, genügen einreihige und doppelreihige Kugellager auch im Hauptlager, z. B. der Revolverautomaten. Sie müssen aber in bezug auf Passung und Spiel schon ausgesucht sein (Abb. 30). Bei den Drehbänken und Fräsmaschinen und ihren schweren Belastungen, die bis zu 5000 kg steigen können, stehen die Gleitlager mit den Wälzlagern im Wettbewerb. Da das Kugellager bei schneller Drehzahl große Drücke nicht verträgt, tritt das Rollenlager an seine

Stelle, und mit Rücksicht auf gleichzeitige Aufnahme des Axialschubes sowie Nachstellbarkeit: das Schrägrollenlager (Abb. 31). Bei den leichten

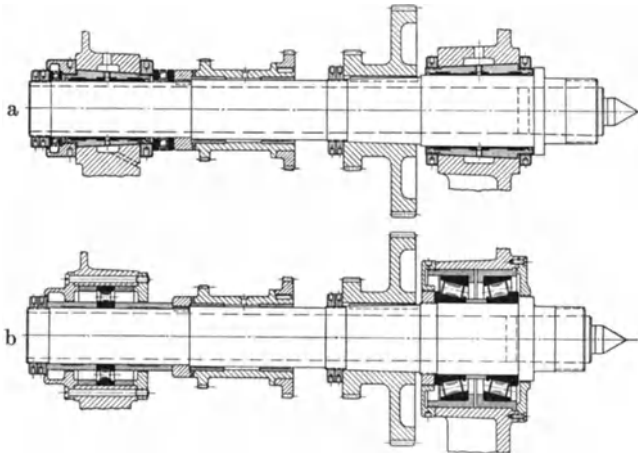


Abb. 31. Drehbankspindel. a mit Gleitlagern, b mit Rollenlagern.

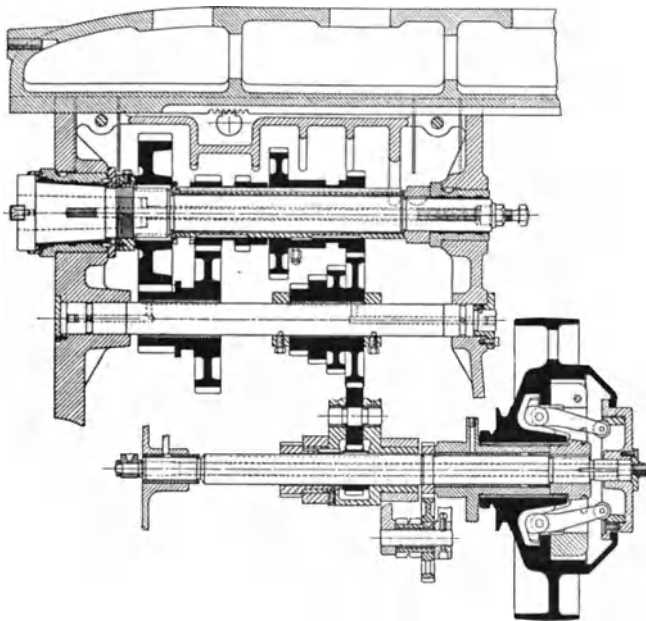


Abb. 32. Fräsmaschine mit Gleitlagern.

Maschinen tritt bei den Drehbänken als Schwanzstütze ein Kugel- oder Rollenlager hinzu, während man bei den Fräsmaschinen wegen der auftretenden Schwingungen vorn und hinten und auch noch in den Vorgelege-

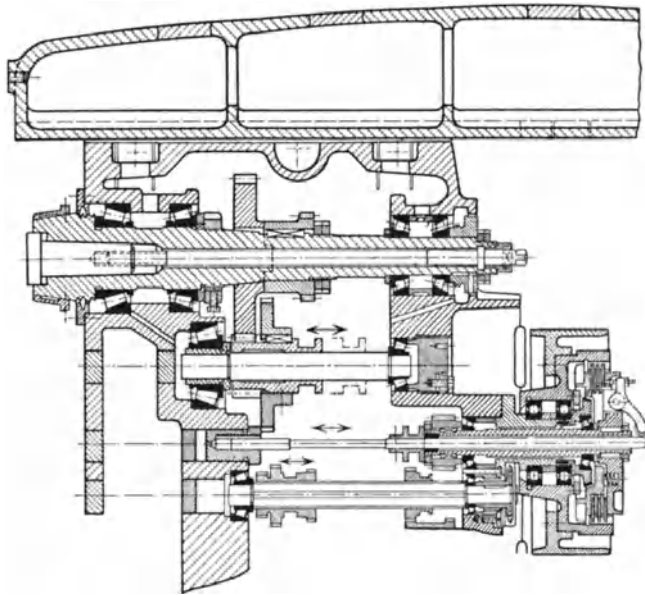


Abb. 33. Fräsmaschine mit Wälzlagern verschiedener Art.

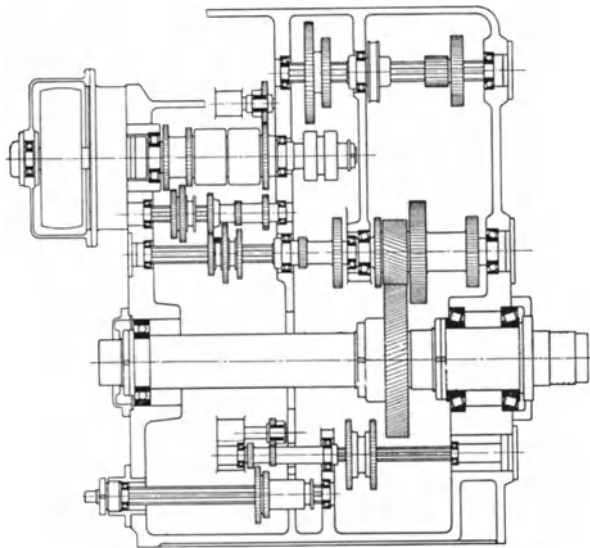


Abb. 34. Spindelkasten mit Bodenrad und Wälzlagern. (Einheitsdrehbank VDF.)

wellen, besonders wenn schrägverzahnte Räder verwendet werden, zur Gangberuhigung durchweg Schrägrollenlager verwendet (Abb. 32, 33). Die Ausführung gutlaufender Fräsmaschinen dieser Art ist dann nur noch ganz

Schlesinger, Fabrikbetriebe.

erstklassigen Werkzeugmaschinenfabriken möglich, und die Maschinen werden teuer. Wichtig ist, der Arbeitsspindel solcher hochbeanspruchten Maschinen tunlichst das Drehmoment stets an der gleichen Stelle und am gleichen Hebelarm zuzuführen und somit alle sonstigen Elemente auf dieser Spindel zu vermeiden.

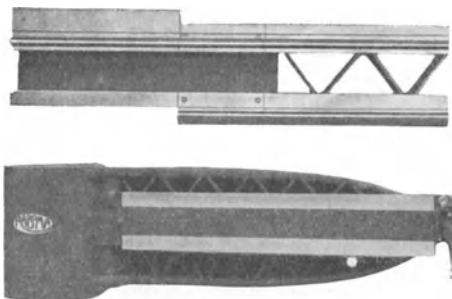


Abb. 35. Bett einer Drehbank und Ausleger einer Radialbohrmaschine mit Petersverrippung.

Das führt dann zur Bodensradkonstruktion (Abb. 34), die heute schon bei den Maschinen von 5 PS aufwärts mehr und mehr Herrschaft gewinnt. Das Anwachsen der Kräfte hat die Formgebung der Gestelle naturgemäß beeinflußt. Dazu kam die Erkenntnis, daß viel weniger die biegenden als die verdrehenden Kräfte die Verformung beim

Arbeiten bedingen, und daß vor allem diesen Kräften, die beim Drehen und Bohren die Hauptrolle spielen, entgegenzuarbeiten ist. Das kann nicht allein durch Vergrößerung der Betthöhen geschehen, sondern ver-

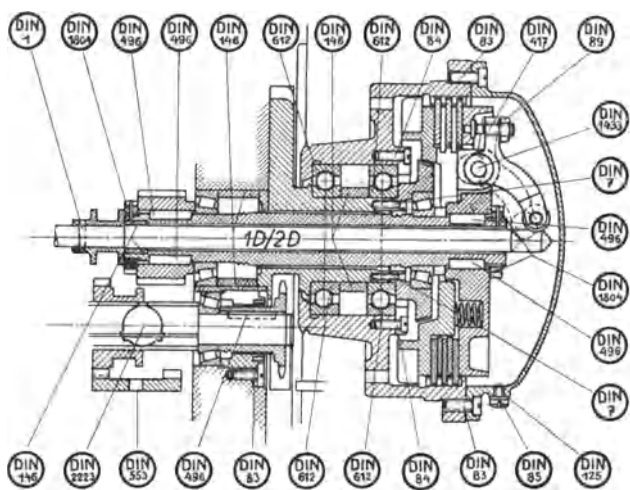


Abb. 36. Verwendung von Normteilen im Antrieb einer Fräsmaschine. (Wanderer.)

langt eine zweckmäßige Querverrippung, die den Namen Petersverrippung trägt (Abb. 35). Durch alle diese Neuforderungen steigen die Kosten der Werkzeugmaschinen, deren Herstellung stets nur in geringen Stückzahlen — 5 bis 20 — und in großen Zeitabständen erfolgt, nicht wie im Automobilbau, täglich in gleicher Art und Zahl. Daher haben die Kon-

strukturen, wo immer möglich, den Weg weitgehender Normung (Abb. 36) — nicht nur der Elemente, sondern ganzer Baugruppen — eingeschlagen und durch das Baukastensystem (Abb. 37) erreicht, daß gerade die schwierigen Räderkästen für Schnitt und Vorschub für verschiedene Typen, waagrecht und senkrecht, ganz gleich ausfallen und so in größeren Mengen hergestellt werden können, ohne daß man bei der Fabrikation zur „Übermaschine“ (Abb. 38) zu greifen braucht oder auch nur greifen kann. Nur wer die Arbeitsbedingungen genau kennt und dauernd auf genügenden Absatz rechnen darf, wird zur Sondermaschine greifen,

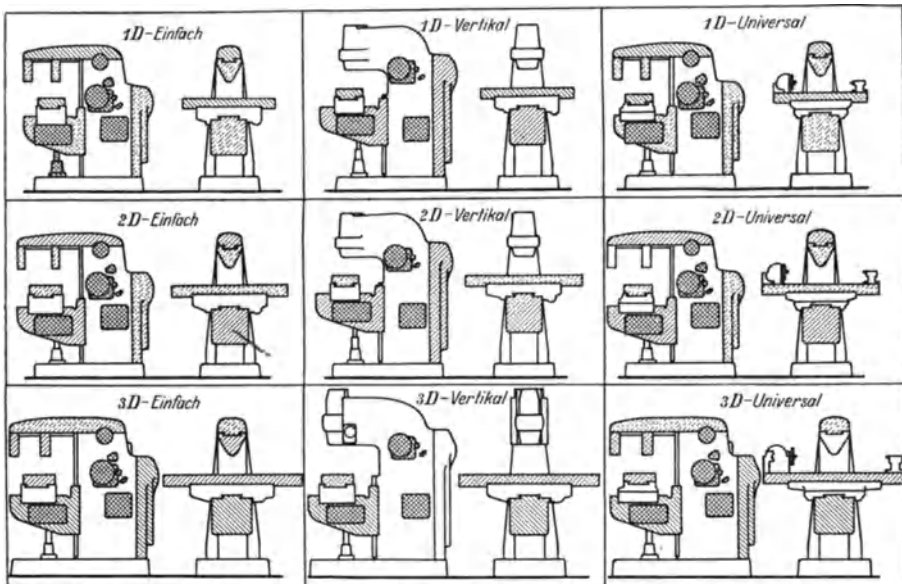


Abb. 37. Baukastensystem beim Bau von Fräsmaschinen. (Wanderer.)
Die gleich schraffierten Teile stimmen bei den verschiedenen Maschinentypen überein.

deren Konstruktion dem Werkzeugmaschinenmann heute nirgends in der Welt mehr Schwierigkeiten macht. Ihre hohe Rentabilität haben die Amerikaner durch Einrichtung der Fließstraßenfabrikation mit Kette, Band oder sonst einem Transportmittel bewiesen. Aber wer macht heute noch 45 Kurbelwellen in der Stunde je Maschine, das sind 360 am Tag? Die Hochproduktion auch des Automobiles hat infolge des leider ungezügelter Wettbewerbes aller Industrievölker der Erde und solcher, die es werden wollen, längst ihren Höhepunkt überschritten, und nirgends so wie in diesem Industriezweig fordert die Fehlleitung des Kapitals schwerste Opfer. Es mutet einen sonderbar an, daß die Falschorganisation der Weltindustrie nun auch die Russen dazu treibt, gigantische Neueinrichtungen zu schaffen für alle die Zwecke,

für die in der ganzen Welt bereits ungezählte Fabriken stillliegen und aus Beschäftigungsmangel täglich stillgelegt werden müssen.

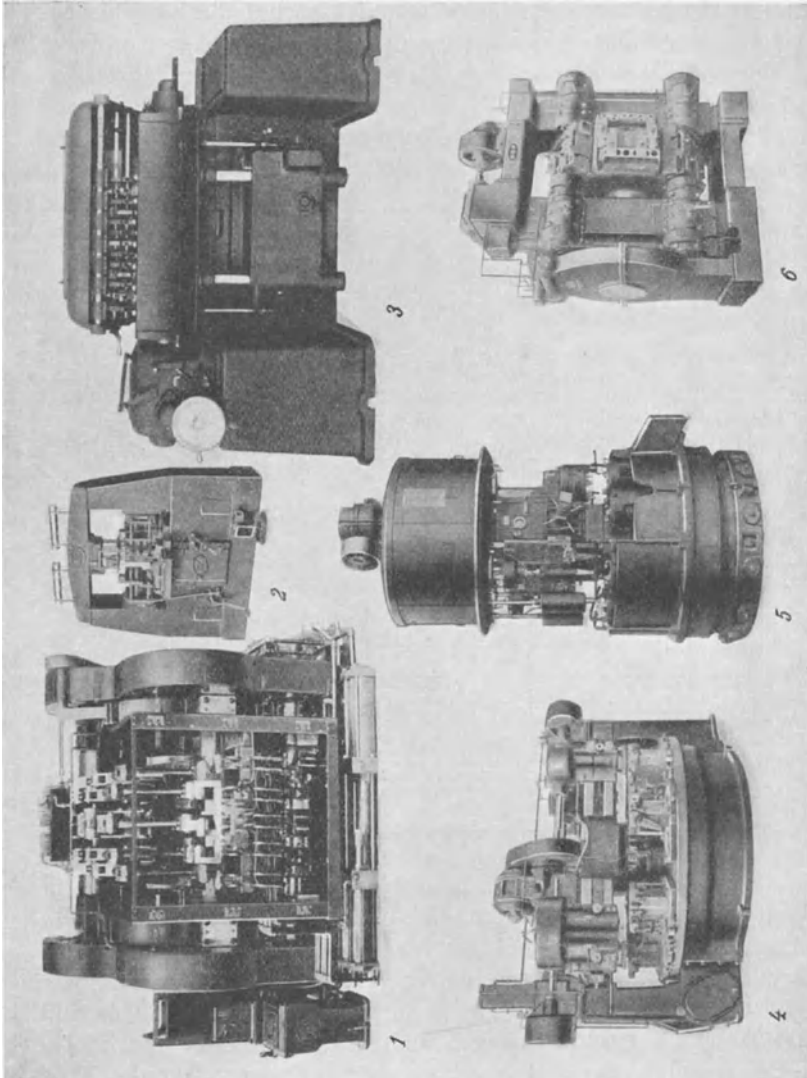


Abb. 38. Gesteigerte Sondermaschinen.

1 Kurbelwellendrehbank. (Le Blond.) 2 Vielspindelbohrmaschine. (Natco.) 3 Kurbelwellenläppmaschine. (Norton.) 4 Sonderfräsmaschine. (Newton.) 5 Senkrechter Mehrspindel Futterautomat. (Bullard.) 6 Zylinderblockfräswerk. (Niles.)

Darum ist der Weg aus letzter Zeit wohl der richtige, die Universalmaschine so zu bauen, daß sie durch bestimmte, dem jeweiligen Zweck angepaßte Steuer- und Aufspanneinrichtungen vorübergehend zu einer Einzweckmaschine wird (Abb. 39). Es ist der Mittelweg zwischen der

hochleistungsfähigen, völlig einseitigen, nicht umstellbaren Sondermaschine und der wenig leistungsfähigen Universalmaschine; er sollte weiter ausgebaut werden.

Der letzte, aber durchaus nicht unwichtige Punkt, den der Konstrukteur zu beachten hat, ist die leichte Bedienbarkeit der Werkzeugmaschinen. Spielendoch die Griffzeiten unter den sogenannten Nebenzeiten bei der Kalkulation oft sogar die Hauptrolle. Die ganze Verwendung der Spann- und Bohrvorrichtungen entstand ja mit dem Ziel der Herabdrückung der Nebenzeiten

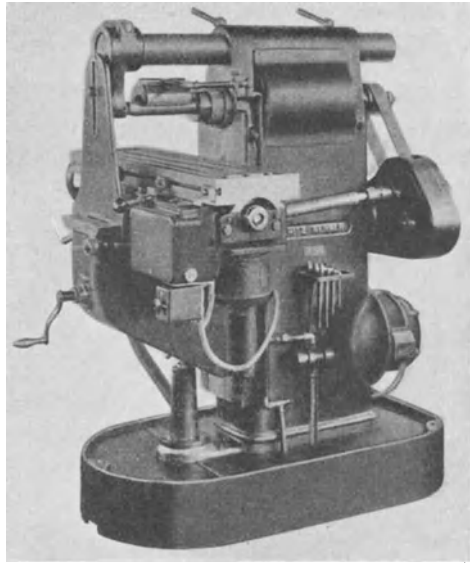


Abb. 39. „Einzelweck“-Fräsmaschine mit besonderem Eilgangmotor. (Fritz Werner.)

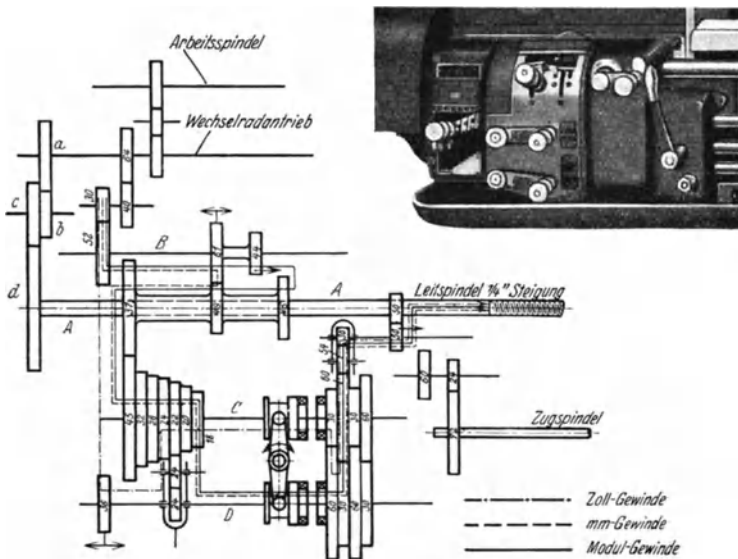


Abb. 40. Vorschubräderkasten einer zeitgemäßen Drehbank. (Loewe.)

auf ein Mindestmaß. Soweit die Werkzeugmaschine selbst in Betracht kommt, sucht man vor allem die Bedienungsgriffe für einen bestimmten Apparat, z. B. den Vorschubräderkasten einer Drehbank (Abb. 40), an

einer Stelle zu vereinigen und die Zahl der Hebel tunlichst auf eine Geringstzahl herabzudrücken. Im Beispiel ist die Aufgabe gelöst, je 36

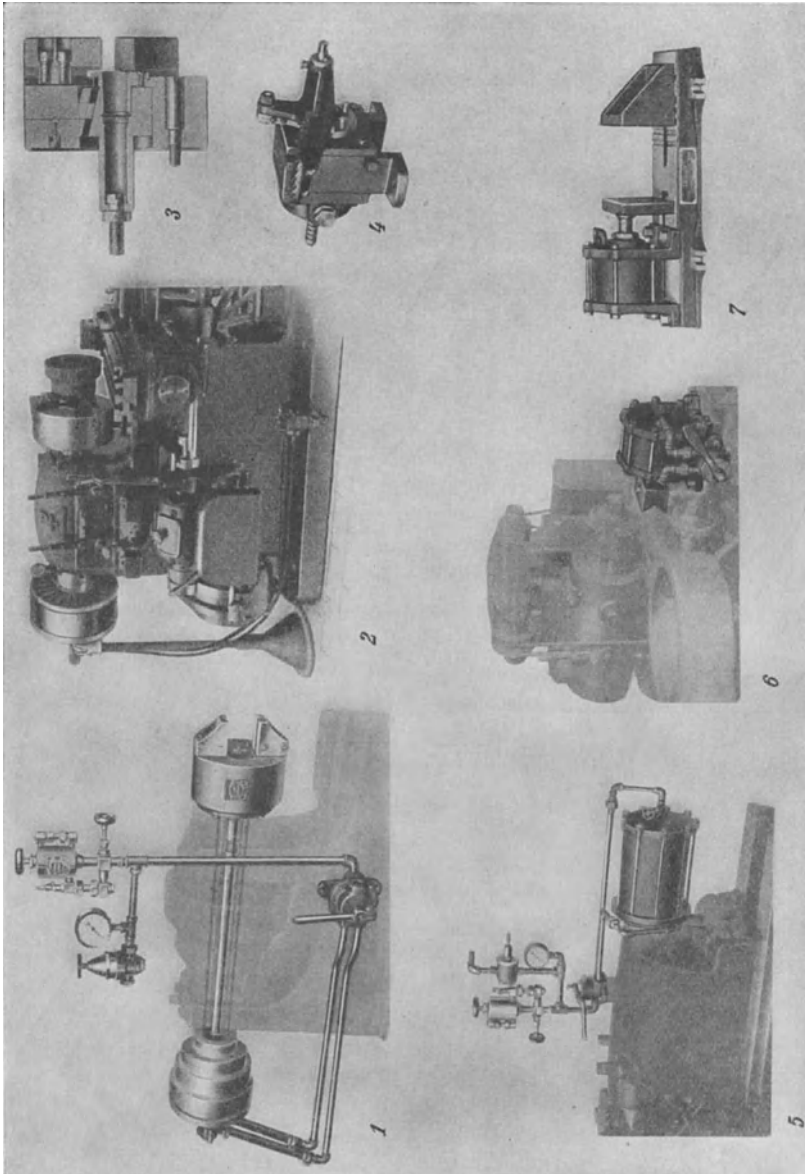


Abb. 41. Preßluftspannrichtungen. 1 Hannifin. 2—4 Forkardt. 5—7 Logan.

Arten von Zoll-, Millimeter- und Modulgewinden nur durch Hebelschaltungen, die auf Schiebe- und Schwenkräder sowie Kupplungen wirken, zu

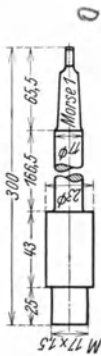
Bearbeitungskarte				Benennung:		Reibahle 25 Ø											
Skizze des Teiles enthält: Fertigmaße, Länge, Dicke, Höhe 				Drehzahl	Schnittgeschwindigkeit	Vorschub	Bearbeitungszeit				Stückzahl je Stunde						
							E	M	H	V		G					
				1				500	20	0,1	20	0,21	0,27	0,35	0,04	0,87	69
				2a				750	9	0,04		0,23	0,09				
				2b				800	8,5	0,04	10	0,11	0,09				
3				270	21,2	0,30	25	0,26	0,87	0,30	0,36	1,79	33,5				
4 usw.																	

Abb. 42. Bearbeitungskarte (vereinfacht).

erzeugen, der überhaupt schwierigste Fall, der vorkommt. Von einem so verwickelten Vorschubkasten machen jedoch nur sehr wenige Werkstätten, meist nur die Werkzeugmachereien, wirklich Gebrauch. Die Firma löst die Aufgabe auch durch das allerdings zeitraubende Aufstecken von Wechselrädern mit genauerem Ergebnis und für einen Bruchteil der Kosten. Es soll daher hier die ernste Mahnung an die einkaufenden Betriebsingenieure ergehen, nur dann vielstufige Räderkästen, sowohl im Schnitt als im Vorschub, zu verlangen, wenn sie wirklich dauernd mit dieser Vielseitigkeit gebraucht werden. Man kann damit viel Geld nicht nur für die Anschaffung, sondern auch für die Reparaturen sparen.

Die Bedienung spielt vor allem eine Rolle beim Ein- und Ausspannen der kreisenden Werkstücke. Hier hat in letzter Zeit der

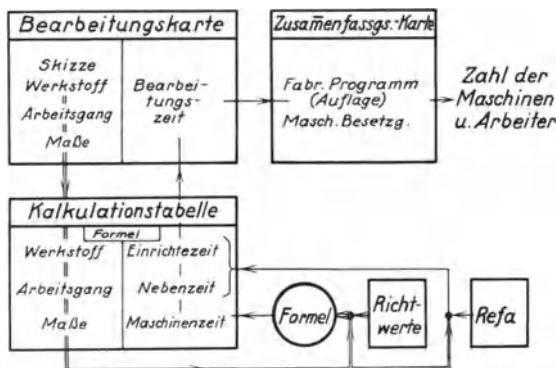


Abb. 43. Schema zur Ermittlung der Bearbeitungszeit.

Preßluftbetrieb große Fortschritte gebracht, sowohl was die Schnelligkeit als Sicherheit und Kraft beim Spannen anbelangt. Er ist in Deutschland an den Namen Forkardt, Düsseldorf, geknüpft (Abb. 41).

Werkzeug, Werkzeugmaschine und Baustoff fügen sich

in der Hand des Betriebsmannes: Vorkalkulator — Meister — Arbeiter zur Wirtschaftseinheit zusammen. Kennt man Form und Maße, Werkstoff und Jahresbedarf, so kann man je nach der Werkstatt und Einrichtung die wirtschaftliche Losziffer bestimmen und die Bearbeitungskarte ausarbeiten, die die E-M-H-V-G-Zeiten (Einrichte-, Maschinen-, Hand-, Verlust-, Griffzeiten) enthält und alle Unterlagen sowohl für die Besetzung der Werkstätten im großen als für die Ausführung durch den Arbeiter festhält (Abb. 42). Dabei spielt dann die vorangehende Ermittlung der Zeiten je Arbeitsgang eine große Rolle, weil sie genaueste Kenntnis des Werkzeugmaschinenparkes hinsichtlich seiner Ausnutzungsfähigkeit voraussetzt. Die Bearbeitungskarte entsteht ja erst nach erheblicher Vorarbeit. Sie setzt Kalkulationstabellen voraus, in denen zum Teil mit Formeln, zum Teil mit Richtwerten gearbeitet werden muß, sowie ein Schema zur systematischen Ermittlung der Bearbeitungszeit (Abb. 43). Wer das täglich zu machen hat, weiß, welche Riesenarbeit der deutsche Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung (Refa) hier auf dem besonders schwierigen

Gebiete der Nebenzeiten geleistet hat. Erst zum Schluß hat man dann die Bearbeitungszeit je Stück.

Die Bearbeitungszeit aller Teile, die zu bestimmter Frist durch eine Werkstatt gehen müssen, muß dem Fabrikationsprogramm entsprechen, aus dem sich die Zahl der zu besetzenden Maschinen und der einzustellenden Arbeiter ergibt. Damit ist der Kreis geschlossen, die Werkstatt ist schlagfertig, und nun hat der Organisator der Fabrik, der Arbeitsführer, das Wort.

III. Die Organisationsprobleme.

Zur Einführung.

Bei der Organisation des Betriebes eines jeden Unternehmens tauchen als Hauptprobleme auf

1. das der Arbeitsvorbereitung,
2. das der Arbeitsführung,
3. das der abrechnenden Kontrolle.

Zu 1. Unter Arbeitsvorbereitung versteht man im allgemeinen alles das, was durchdacht und bereitgestellt werden muß, bevor die eigentliche Arbeitsführung beginnt. Das ist:

a) die geistig-konstruktive Vorarbeit im technischen Büro, die als Ergebnis die fabrikationsfertige Zeichnung und die Stückliste mit ihrer geschriebenen Inhaltsangabe zeitigt;

b) die Durchdenkung des Fabrikationsganges in der Vorkalkulation, welche die geeigneten Maschinen mit zweckmäßigen Werkzeugen zum Schneiden aussucht, mit Vorrichtungen zum Spannen und Bohren ausrüstet, die Lehren für die Arbeitsabnahme erdenkt, den Arbeitsgang in einzelne Stufen zerlegt und zu jeder Stufe die Arbeitszeit festsetzt. Unter Umständen muß zu der Arbeitszeit noch ein Zuschlag kommen, der bei der Umrechnung von Akkordminute in Akkordgeld mittels des Geldfaktors für die einzelnen Abteilungen je nach ihrer Einrichtung und Arbeiterschaft zugrunde zu legen ist;

c) das Schlagfertigmachen der Fabrikationseinrichtung als Ganzes bis zum Ausfallmuster.

Zu 2. Der Arbeitsvorbereitung folgt die Arbeitsführung, die im Gegensatz zu der grundsätzlich nur einmal sehr sorgfältig gemachten Vorbereitung eine dauernde Tagessorge darstellt insofern, als auf der Grundlage einer festen, im wesentlichen gleichbleibenden Vorbereitung (Maschine, Werkzeug, Lehre, Vorrichtung) ganz verschiedene Losziffern in den Betrieb gegeben werden können, je nach der Größe der Aufträge, die zu vergeben sind, je nach dem Beschäftigungsgrad der Werkstätten und dem Herankommen des Materials. Das Ziel

ist, die Arbeit 1. termingerecht, d. h. unter Einhaltung der versprochenen Zeiten, 2. preisgerecht, d. h. unter Einhaltung der aufgestellten Akkorde, und 3. gut, d. h. der Forderung der Revision entsprechend durch den Betrieb zu führen, um sie nach Einstellung der notwendigen Mannschaft, unter Bestausnutzung des vorhandenen Maschinenparks vom Rohprodukt bis zum Fertiglager gewissermaßen in einem Zuge unter steter Aufsicht abzuliefern.

Unter den Tätigkeiten, die der Arbeitsführung zufallen, sind die rechtzeitige Zuführung des Materials vom Lager zur Stelle der ersten Arbeitsstufe, ferner der ununterbrochene Durchtransport durch den Betrieb von der ersten Werkstatt bis zum fertigen Zusammenbau, endlich die Termineinhaltung die wichtigsten.

Zu 3. Parallel mit der Arbeitsführung läuft die abrechnende Kontrolle, die immer in der Weise zu erfolgen hat, daß die von der Geschäftsstelle im Werkbüro (Arbeitsführung) in genügender Zahl ausgeschrieben und verteilten Schriftstücke — in der Hauptsache Material- und Lohnzettel — nach Passierung der Terminüberwachung über die Bewertungs- und Abrechnungsstellen in der Lagerbuchhaltung und im Lohnbüro zur Nachkalkulation strömen, wo sie nach der erfolgten Aufschreibung der wirklich ausgegebenen Geldsummen den Ziffern der Vorkalkulation gegenübergestellt, mit ihr verglichen, gegebenenfalls abgeändert und zur nächsten verbesserten Arbeitsdurchführung benutzt werden. Wir sprechen von abrechnender Kontrolle, weil nur die „Aufschreibung“ die Möglichkeit und die Aufgabe hat, die von der Werkliste im Werkbüro oft in riesiger Zahl fortgeströmten Belege über eine in Durchschrift hergestellte, also identische Werkliste gehen zu lassen, bevor sie sie bewertet, und dadurch zu kontrollieren, ob alle Zettel wieder zurückgeströmt sind, und ob nicht zu viel ausgegeben oder zu wenig verbraucht wurden.

Die Bestandteile der Abrechnung: Materialkosten + Lohnkosten + Gemeinkosten (meist Lohnzuschlag) geben den Herstellungspreis. Die Materialkosten erhält man aus den quittierten und bewerteten Materialzetteln, die Lohnkosten aus den mit dem Revisionsvermerk versehenen und im Lohnbüro bewerteten Lohnzetteln, den Zuschlag auf die produktiven Löhne aus der später zu besprechenden Betriebsrechnung.

Die Übersicht Abb. 44 zeigt, daß der Materialwert fast in allen Fällen — mit der alleinigen Ausnahme der Reißzeuge (Metallwaren) — wesentlich größer als der Lohnanteil ist, daß er in dem Maße steigt, wie die Verfeinerung der Fabrikationsmittel bis zur Fließfertigung gesteigert wird, und daß er in Deutschland einen besonders großen Anteil bei den in Massen hergestellten Eisenbahngüterwagen und Kraftwagen erreicht, bei denen er bis zu dem 6,8fachen der Lohnsumme ansteigt.

Betrachtet man eine Fabrik allgemein als ein gewerbliches Unternehmen, in dem Rohstoffe in Gebrauchsgüter verwandelt werden, so liegt die Hauptaufgabe der Betriebsleitung in der Führung des lebendigen Arbeiters und des leblosen Materials derart, daß Mensch und Material jeweils im richtigen Augenblick zusammentreffen. Der Mensch legt von dem Augenblick, in dem er in bürgerlicher Kleidung durch das Fabriktor tritt bis zu dem Augenblick, in dem er im Arbeitskittel an der ihm zugewiesenen Werkbank steht, einen kurzen, stets gleich-

	Werkzeugmaschinen					
	mittelschwer		schwer			
	A	B	C	D	E	F
Material	31,8	41,2	48,4	51	48	32,7
Lohn (produktiver Lohn)	20,7	18,3	16,1	12	13,5	15,8
Gemeinkosten	47,5	40,5	35,5	37	38,5	51,5
Herstellungskosten . . .	100	100	100	100	100	100
$\frac{\text{Gemeinkosten}}{\text{Lohn}} \times 100 \dots$	230	220	220	308	285	325

	Metallwaren			Uhren	Eisenbahn- wagenbau		Diesel- maschi- nen	Kraft- wagen
	Arma- turen	Reiß- zeuge	Mes- sing- geräte		Pers.	Güt.		
Material	30	19	37	44,5	55	67	44	68
Lohn (produkt. Lohn)	25	28	21	21,5	18	10	14	10
Gemeinkosten . . .	45	53	42	34	27	23	42	22
Herstellungskosten .	100	100	100	100	100	100	100	100
$\frac{\text{Gemeinkosten}}{\text{Lohn}} \times 100$	180	190	200	158	150	230	300	220

Abb. 44. Anteil von Material, Lohn und Gemeinkosten am Hundert der Herstellungskosten.

förmigen, einmalig vorgeschriebenen Weg zurück. Die Kontrolle seiner Anwesenheit am richtigen Ort braucht daher nur zweimal zu erfolgen: beim Betreten der Werkstatt zu Beginn der Arbeit und beim Verlassen der Werkstatt nach Vollendung der Arbeit; beide Male in Arbeitskleidung.

Viel verwickelter ist der Weg, den das Material zu machen hat. Man kann nur ganz allgemein sagen, daß es vom Eintritt als Rohmaterial in den Lagerhof wandert, zur Speicherung ins Lager, zur Bearbeitung auf den Maschinen in die Werkstätten mit Aufenthalt in den Zwischenlagern und Revisionsstellen, zur ersten Zusammenfügung in die Schlossereien, zur zweiten in die Teilmontagen, zur fertigen Maschine in die Schlußmontage und schließlich in den Verpackungsraum.

Dabei ist sein Weg auch noch von der Bearbeitungsart abhängig. Man sieht daraus ohne weiteres, daß die Materialzuführung zu den ersten Arbeitsplätzen und weiter von Platz zu Platz besondere Vorkehrungen geistiger (Beförderungsvorschrift) und materieller (Transporteinrichtungen) Art verlangt, falls man will, daß ein Werkstück oder eine Maschine zur rechten Zeit aus der Fabrik herauskommen soll. Das Problem der Materialzuführung zu den Arbeitsplätzen ist daher das wichtigste für jeden Betrieb.

A. Das Materialproblem.

Kein Arbeiter kann arbeiten, bevor Material da ist. Vom ersten Augenblick an beherrscht daher die Materialfrage alle Betriebsstellen, die mit der Auftragsausführung zu tun haben.

Für die Regelung der Materialfragen ergibt sich somit folgender Plan:

- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| 1. Konstruktionsbüro, | 4. Werkbüro, |
| 2. Einkauf, | 5. Abrechnung nebst Buchhaltung. |
| 3. Lager, | |

Zu 1. Konstruktionsbüro. Der Konstrukteur bestimmt durch eine Zeichnung nach den Erfordernissen der Beanspruchung in der Maschine die Materialart (z. B. Stahl), die Abmessung (z. B. 80 mm Durchmesser), die Güte (z. B. VCN 35), die Menge (z. B. 800 kg Rohgewicht). Zur Zeichnung gehört die Stückliste als das Inhaltsverzeichnis aller für die Ausführung notwendigen Baustoffe.

Die Stückliste faßt nach Gruppen zusammen: z. B. bei der Werkzeugmaschine Spindelkasten, Support, Reitstock, Bett; oder bei der Brücke: Untergurt, Obergurt, Windverband, Fahrbahn, Stiele, Auflager usw. Diese Gruppen wieder sind in ihre Einzelelemente zergliedert nach den Anforderungen des Zusammenbaues; denn der Konstrukteur denkt, wenn er richtig arbeitet, genau so wie der Monteur, wenn dieser die hergestellten Teile in Wirklichkeit vor sich hat und sie nun schnell und sachgemäß zusammenfügen muß. Wenn aber die Montagegesichtspunkte herrschen, so findet man z. B. in einer Stückliste für den Getriebekasten eines Automobils hintereinander: das Gehäuse aus Aluminiumguß, die Buchsen aus Bronze, die niedrig beanspruchten Wellen aus SM-Stahl, die hochbeanspruchten Wellen und Räder aus Chromnickelstahl, untergeordnete Schrauben aus Schmiedeeisen, außerdem Kugellager, Schmierfilze, Kupferrohre.

Mit einer solchen zwar für die Herstellung richtigen Anordnung kann aber der Einkäufer nichts anfangen, der doch als erster das Material zu beschaffen hat, das zur Herstellung des Getriebekastens im Lager nicht vorhanden ist. Er muß also die Stückliste des Konstrukteurs umarbeiten, indem er nach der Materialart sortiert: Gußeisen, SM-Stahl, VCN-Stahl, Filz, Kupfer, Aluminium usw. Er verhandelt

nun der Reihe nach mit den einzelnen Lieferanten für die verschiedenen Materialarten, da er diese ja in keinem Falle, etwa wie in einem Warenhaus, an derselben Stelle kaufen kann. Seine Lieferanten arbeiten nach Sorten, er muß sich also aus der konstruktiven Stückliste eine sortierte Bestellliste machen. In dieser Liste müssen außer Menge, Art und Güte auch noch Roh- und Fertiggewicht der Teile eingetragen sein, damit er die Voraussetzungen der Konstruktion vergleichen kann mit der wirklichen Lieferung, und damit er beim Eingang der Ware schon äußerlich Schlüsse ziehen kann, ob er wenigstens mengenmäßig richtig bedient ist. Dazu kommen eine Anzahl von Feinheiten, die bei der Herstellung der Sortenliste beachtet werden müssen, damit bei der Ankunft des Materials seine richtige Verwendung sichergestellt ist. Zum Beispiel werden in der Eisenkonstruktion und im Brückenbau beim Bestellen der in der konstruktiven Stückliste vorhandenen kurzen Längen nicht diese einzeln bestellt, sondern sie werden zu langen Handelsstäben kombiniert, und es muß für den empfangenden Lagerverwalter deutlich sichtbar sein, wie bei der Bestellung zusammengefaßt wurde, damit bei der Ankunft der Stange im Lagerhof diese nicht falsch zerschnitten und damit schlecht ausnutzbar gemacht wird. Roh- und Fertiggewicht wieder sind durch die Art der Herstellung infolge der wechselnden Zugaben stark verschieden. Man wird für die Zugaben je nach der Art des Materials und der Bestellmenge ganz verschiedene Vorschriften machen müssen.

Mit Rücksicht auf den engen Zusammenhang zwischen der Sorte und den an sie gestellten Anforderungen halte ich es für den besten und billigsten Weg, die Sortenliste von Technikern, meist am einfachsten schon im Konstruktionsbüro, direkt aus der Stückliste herstellen zu lassen¹.

Für Stangenmaterial werden folgende Richtlinien empfohlen:

a) Für blankes Material. Normal genügt 0,5 mm als Zugabe im Durchmesser, bei kalibrierten Stangen kann man je nach den Erfordernissen bis auf die Toleranz der Feinpassung, also zwischen 0,01 und 0,03 mm Zugabe, heruntergehen. Je feiner die Toleranz, um so höher der Einkaufspreis.

Für die Längenzugaben kommt man bei guten Abstechmaschinen bzw. Sägen mit 1 mm bis 500 mm Länge, mit 1,5 mm bis 1000 mm Länge, mit 2 mm bis 1500 mm, mit 3 mm darüber aus. Bei schwarzem Material genügt eine Durchmesserzugabe von 1 mm bis 70 mm Durchmesser, von 2 mm darüber. Bei Stücken, die eingesetzt und deren Enden dann abgestochen werden müssen, geht die Längenzugabe bis zu 10 mm hinauf.

b) Schmiedeteile. Wesentlich anders liegt es bei den Zugaben für geschmiedete Stücke. Je nachdem man nur Grobgesenke oder Grob-

¹ Vgl. S. 47, 2a.

und Schlichtgesenke oder endlich Grob-, Schlicht- und Feingesenke verwendet, ändern sich die Zugaben. Abb. 45 zeigt drei typische, verschieden schwierige Automobilteile. Die Kurbelwelle wiegt grob vorgeschmiedet 39,4 kg, fein vorgeschmiedet 24 kg und fertig bearbeitet 20 kg. Der Bremsbackenträger hat in drei ähnlichen Stufen Gewichte von 21 bzw. 12 bzw. 7,3 kg. Der sehr einfache Bremstrommelring wiegt roh 23, feingeschmiedet 10,5 und fertig bearbeitet 7,9 kg. Der Gewichtsanteil des fertigen Stückes am Rohling schwankt bei drei so verschieden schwierigen Körpern zwischen 50 und 33 %. Man sieht hieran bereits, welche großen wirtschaftlichen Vorteile allein vom Stand-

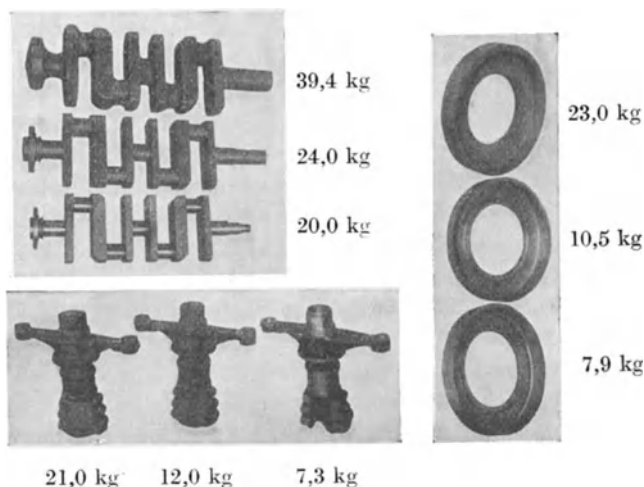


Abb. 45. Der Einfluß der Massenherstellung auf die Vorarbeit der Schmiede.

punkt der Beschaffung des Rohmaterials die Massen- oder gar die Fließfabrikation hat. Da sich bei den kleinen Stückzahlen auf dem Kontinent meist nur die Grobgesenke lohnen, muß man mit riesigen Materialverlusten schon in der Schmiede vorliebnehmen, die in der Massenfabrikation unbekannt sind. Daraus kann man Anweisungen für die Zugaben ableiten:

bei Grobgesenken	75—50 %
bei Grob- und Schlichtgesenken	25—15 %
bei Grob-, Schlicht- und Feingesenken	12— 8 %

In der Gewehrfabrikation als Beispiel einer großen Massendauerherstellung von stählernen Schmiedeteilen kommt man sogar auf Ziffern von 8 bis 6 % herunter.

c) Gußteile. In der Graugießerei schwanken die Zugaben zwischen 30 und 10 % mit dem üblichen Formverfahren; sie gehen bei dem Holley-Verfahren (Ford), das nur für riesige Mengen in Frage kommt,

bis auf 3 % herunter. Bei Aluminium- und auch Messingguß, die heute meist in festen Metallformen hergestellt werden, schwanken die Unterschiede zwischen Roh- und Fertiggewicht zwischen 5 und 0,5 %. In den Spritzgießereien ist der Unterschied noch unter 0,5 %, weil nach Entfernung der Angüsse und Steiger eigentlich nur der ganz feine Grat wegzuputzen ist; denn die Teile fallen gebrauchsfertig und austauschbar aus der Form.

Zu 2. Einkauf. a) Umarbeit der Stückliste in eine Bestelliste für den Einkäufer. (Vgl. S. 45.)

b) Führung einer Quellenkartei.

c) Anlegung einer Dispositionskartei zur schnellen Bestimmung der noch zu beschaffenden Materialmengen.

d) Überwachung des Materialeinganges durch Lieferkarteien.

e) Mahnwesen für rechtzeitigen Eingang.

f) Verkehr mit den Lieferanten, bevor der Einkauf getätigt wird, bis zum Eingehen des Materials im Lager.

g) Prüfung der Rechnung und Bezahlung des Lieferanten.

Zu 3. Lager. a) Anlieferung des Materials, seine Annahme, Güteprüfung, Bemängelung, Rückgabe.

b) Einordnung im Lager, seine Kennzeichnung und Pflege.

c) Ausgabe des Materials gegen Materialzettel.

d) Abgeben der quittierten Zettel an die Lagerbuchhaltung.

Zu 4. Werkbüro. a) Ausschreiben der Verlangscheine (Materialzettel) für den Bezug des Materials aus dem Lager.

b) Übergabe der Materialzettel gemäß Terminplan an den Transportdienst bzw. an die Meister.

Zu 5. Abrechnung und Lagerbuchhaltung. a) Bewertung der vom Lager eingehenden Zettel nach den Vorschriften des Einkaufs bzw. nach den Lieferantenrechnungen.

b) Belastung des Auftrages und Entlastung des Lagers durch die Lagerbuchhaltung.

c) Belastung des Lagers auf Grund der dem Lieferanten bezahlten Rechnungen (vgl. Einkauf 2 g).

Erst aus diesem Zusammenhang: Einkauf, Lieferant, Lager, Werkbüro, Zwischenlager, Werkstatt, Fertiglager, Versand, Bewertung, Lagerbuchhaltung, Nachkalkulation, geht der Umfang der im Materialdienst zu leistenden Arbeiten hervor.

Da das Material an sich leblos ist und daher, anders wie beim Lohn, gewissermaßen lebendig gemacht werden muß, kann man nur dann sicher sein, daß die Bewertung richtig und sachgemäß erfolgt und den richtigen Auftrag trifft, wenn die Materialbuchhaltung als doppelte Buchhaltung aufgezo- gen ist, und wenn mit einfachen Mitteln kein Stück aus dem Lager herausgehen darf, ohne daß mit dem

genau gleichen Gegenwert an Materialverbrauch der Auftrag belastet wird. Dabei können bei Halbfabrikaten leicht Zwischenbewertungen erforderlich werden. Man kann sich das am leichtesten klarmachen durch ein System von ineinandergreifenden Waagen (Abb. 46), bei der die Belastung der einen Schale beim Eingang gleich der Entlastung der nächsten Schale beim Ausgang aus der Abteilung ist, bis sich vom Lieferanten des Rohstoffes anfangen bis zum Käufer der Maschine der Kreislauf der Be- und Entlastungen schließt. In dem Falle, daß Werkstätten miteinander verrechnen, ist ein solches Verfahren am Platze (vgl. S. 84). Das an den Lieferanten gezahlte Geld als Ausgabe, als Vermögensminderung, ergibt dann im Fertigprodukt, als Einnahme, wieder den gleichen Vermögenszuwachs, den dann endlich der Kunde bezahlt.

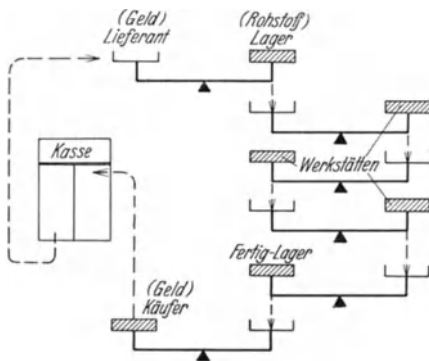


Abb. 46. Das Wesen von Belastung und Entlastung beim Materialdurchgang vom Einkauf der Rohstoffe bis zum Verkauf des Fertigproduktes.

Beim Material ist dieser Geldwert nur dann buchmäßig der gleiche, wenn man das Material zu dem gleichen Preise einsetzt, zu dem man es entstanden hat, ohne Rücksicht auf die vom Tage des Rohwerbes bis zum Tage der Wiederauferstehung im Fertigprodukt naturgemäß entstandenen Schwankungen der Materialwerte auf dem Markte.

Die Bewertung des Materials ist ein Sonderproblem, auf das später noch eingegangen wird.

Es sei nun die wichtige Tätigkeit des Einkäufers näher erläutert, die auf folgendem Gedankengang aufgebaut ist: Jeder Verkauf an einen Kunden, dargestellt als Auftrag für den Betrieb, reißt ein Loch in den Materialvorrat, theoretisch schon in dem Augenblick, in dem der Auftrag bestätigt ist. Dies ist der überhaupt erste Zeitpunkt, von dem an der Einkäufer bereits arbeiten kann, wenn man ihm sofort einen Durchschlag der Auftragsbestätigung übermittelt. Benötigt die Erledigung des Auftrages keine Arbeit des technischen Büros, geht aus dem Auftrag bereits nach Art, Güte und Menge das benötigte Rohmaterial hervor — was bei allen Wiederholungsarbeiten der Fall ist —, so kann der Einkäufer aus seiner richtig angelegten Dispositionskartei über verfügbares Material noch am gleichen Tage feststellen, welche Materialmengen für den zu erledigenden Auftrag fehlen. In dieser Dispositionskartei bedeutet der Kundenauftrag einen Ausgang, die vom Einkäufer für das fehlende Material getätigte Bestellung einen Eingang. Aus beiden Posten ermittelt der Einkäufer automatisch den

verfügbaren Bestand. Ist der verfügbare Bestand null (oder gar negativ) oder unterschreitet er die eiserne Ziffer, die ein vorsichtiger Einkäufer als Mindestbestand hält, dann muß eine Neubestellung herausgegeben werden. Das wird stets geschehen, lange bevor der Lagerverwalter z. B. überhaupt nur ahnt, daß ein neuer Auftrag eingegangen ist. Es ist daher ein grundsätzlicher, schwerer Fehler, wenn man die Tätigkeit des Einkäufers mit der des Lagerverwalters verschmilzt und dem Lagerverwalter auf Einkaufsfragen einen größeren Einfluß einräumt als den etwa eines Notmähners, der sich zu melden hat, wenn die wirklichen Bestände im Lager auf ein vorgeschriebenes Mindestmaß: den eisernen Lagerbestand zusammengeschmolzen sind. Dieses Notsignal aus dem Lager soll man zwar beibehalten, soll es aber wirklich nur als Notsignal wirken lassen, so wie im Kesselhaus die Notpfeife automatisch wirkt, wenn der doch verantwortliche Kesselwärter nicht aufgepaßt hat, oder wenn ihm etwas zugestoßen ist.

Sobald der Einkäufer weiß, was fehlt, wird er sein Quellenregister befragen, um den richtigen Lieferanten zu ermitteln, wird Angebote einholen, Vergleiche anstellen, Bestellvorschläge machen und die von der Direktion genehmigte Bestellung an den festgesetzten Lieferanten weiterleiten. Dann erfolgt die Mahnung, die Prüfung der Lagermeldung über Materialeingänge auf Übereinstimmung mit der Bestellung, die Anweisung der Zahlung. Mit dem Betriebe hat der Einkäufer also grundsätzlich nichts zu tun.

Völlig anders ist die Tätigkeit des Lagers. Dieses empfängt die bestellte Ware, stellt entweder allein oder mit Hilfe des Materialprüfungsamtes oder sonstiger ihm zugänglicher Sachverständiger die vorschriftsmäßige Güte des gelieferten Materials fest, schickt die Mängelrüge an den Einkauf oder bestätigt die Richtigkeit nach Güte, Menge und Art auf dem Rechnungskontrollschein, ordnet ein, pflegt, gibt aus, sendet quitierte Verlangsscheine an die Buchhaltung, macht unter Umständen Eintragungen über Ein- und Ausgänge in einer Bunkerkartei, wenn eine solche als zweckmäßig oder notwendig geführt wird, benachrichtigt das Werkbüro sofort über die Wareneingänge, sperrt Auftragsmaterialien, die ihm als solche Sperrmaterialien vom Werkbüro angegeben werden, versorgt die Transportkolonne mit Rohstoffen und sendet diese laut Werkbürovorschrift an die Arbeitsplätze. Dabei ist es gleichgültig, ob der Transport zum Arbeitsplatz von einem Mann des Lagers (Bringsystem) oder durch einen Mann des Meisters (Holsystem) ausgeführt wird.

Grundsätzlich ist das Bringsystem das richtige, weil es mit weniger Leuten und besserer Ausnutzung des Lagerpersonals erfolgt; es verlangt aber von vornherein eine straffe Organisation des Betriebes mit Festsetzung der Stunden, in denen das Lager offen ist, eine Vorbereitung im Lager und eine termingemäße Absendung der Lagergüter an die

vorbestimmte Stelle. In gut organisierten Fabrikbetrieben wird man heute mit Rücksicht auf Leuteersparnis dem Meister möglichst wenig Hilfspersonal an Boten und Lastträgern zugestehen, er wird sich also die Ware nicht aus dem Lager holen können, es muß daher mehr und mehr zum Bringsystem übergegangen werden. Es ist auch durchaus unstatthaft, daß Meister oder gar Arbeiter dauernd im Lager herumlaufen, weil ihnen die notwendigen Materialstücke nicht rechtzeitig an die Arbeitsplätze gebracht worden sind. Das große Ziel aller dieser Erwägungen ist, mit möglichst wenig Material auszukommen und doch nie wegen Materialmangels in Arbeitsschwierigkeiten zu kommen.

Es sei in diesem Zusammenhange erörtert, welche grundsätzlichen Unterschiede in der Materialwirtschaft durch die Einführung der Fließfertigung in den letzten Jahren gegenüber der normalen Massen-

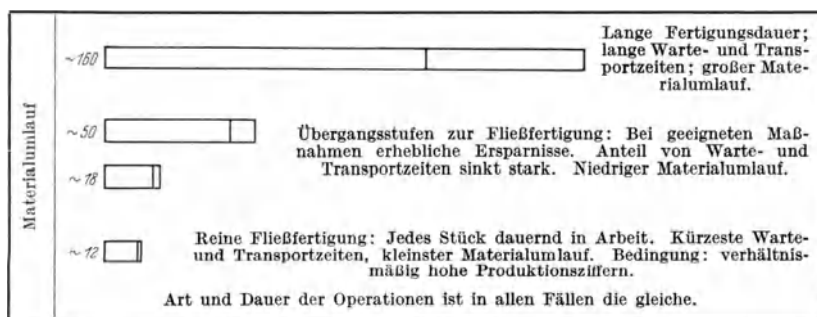


Abb. 47. Verringerter Materialumlauf bei verbesserter Kurbelwellenfertigung. Balken rechts vom Strich bedeuten Zuschläge für alle möglichen Störungen.

fabrikation eingetreten sind. Abb. 47 zeigt eine Gegenüberstellung des Materialumlaufes bei einer Kurbelwellenfertigung von 10 Stück je Tag in einer Automobilfabrik mit kleiner Stückzahl, die von der früheren Reihenfabrikation zur beschränkten Fließarbeit überging, ohne an der gewiß nicht großen täglichen Stückzahl von 10 etwas zu ändern. Das erste Balkenbild zeigt infolge der langen Fertigungsdauer, Warte- und Transportzeiten den großen Materialumlauf von rd. 160 Stück für 10 täglich zu liefernde Wellen. Der Übergang zur Fließfertigung ist im zweiten Balken gezeigt. Hier konnten durch geeignete Maßnahmen die Anteile von Warte- und Transportzeiten bereits vermindert werden. Der Materialumlauf sinkt auf 50 Stück. Nach Verwendung einer Reihe einfacher Hebezeuge zur leichteren Hantierung der immerhin 40 kg schweren Stücke gelang es, den Materialumlauf auf 18 je Tag zu senken. Der theoretisch mögliche Umlauf von 12 Stück (10 Stück Nettoleistung + 2 Stück = 20 % für alle nur möglichen Störungen im Betriebe) war nicht zu erreichen. Heute ist jedes Stück dauernd in Arbeit, die Warte- und Transportzeiten sind auf das Mindestmaß gebracht, und

der Materialumlauf ist auf rd. 18 Stück = $\frac{1}{9}$ der ursprünglich in der Massenfabrikation umlaufenden Teile heruntergedrückt worden. Dieser große Einfluß der Fließfabrikation auf die Materialumlaufverringerung kann in allen Fällen erreicht werden, auch wenn man von großen Einrichtungen durch kostspielige Sondermaschinen und -werkzeuge absieht, die also durchaus nicht die Hauptsache sind, wenn man nur dem Gedanken der Fließfertigung auch in einer älteren Werkstatt zum Durchbruch verhilft. Es ist auch nicht richtig zu glauben, daß Fließfertigung transporttechnisch unter allen Umständen mit der Einführung von Bändern, Ketten und anderen kostspieligen Transportgeräten verknüpft ist. Auch hier heißt es für den sachkundigen Betriebsleiter, alle



Abb. 48. Schiffsbekohlung durch Menschenhand im Hafen von Moji (Japan).

bekannten Einrichtungen gegeneinander abzuwägen und von Fall zu Fall die wirtschaftlichsten herauszusuchen.

Es sei auf ein Beispiel aus dem Auslande verwiesen (Japan), das heute anscheinend ganz veraltete Transporteinrichtungen (tatsächlich aus dem Altertum) mit den fortgeschrittensten automatischen Förderanlagen nebeneinander verwendet, ohne Rücksicht auf den „guten Eindruck“.

Wenn man im Hafen von Moji in Japan mit dem Schiff ankommt und der Bekohlung eines solchen Schiffes im Hafen beiwohnt (Abb. 48), so denkt man an die 3000 oder mehr Jahre zurückliegende Erbauung der Pyramiden. Es wimmelt von Handarbeitern, die als Transportgeräte einen flachen Weidenkorb benutzen, der mit etwa 10—15 kg Ladegewicht auf dem Kopf getragen wird. Eine Schar von etwa 60 Mann verladet in rd. 1 Arbeitstage von 3 Schichten etwa 1800 t Kohle in den Rumpf des Schiffes bei glühender Tagestemperatur und

mit sehr einfachen Einrichtungen, die das langsame Sinken des Schiffes (infolge der zunehmenden Last) und das Steigen des Kohlenprahms (infolge des Ausladens) geschickt ausnutzen.

Gegenüber am Ufer sieht man dann in einer Entfernung von noch nicht 6 km die Schlote der Yawata-Werke ragen (Abb. 49), vor ihnen die Winderhitzer und die Hochöfen dieses größten und ganz zeitgemäß, in der Hauptsache mit deutschen Maschinen, ausgerüsteten Stahlwerkes in Japan, das bei voller Beschäftigung etwa 18—20000 Menschen Arbeit gibt. In beiden Fällen werden dem jeweiligen Zweck entsprechend, ohne Rücksicht auf das Jahr 1929, einmal mit reiner Hand-

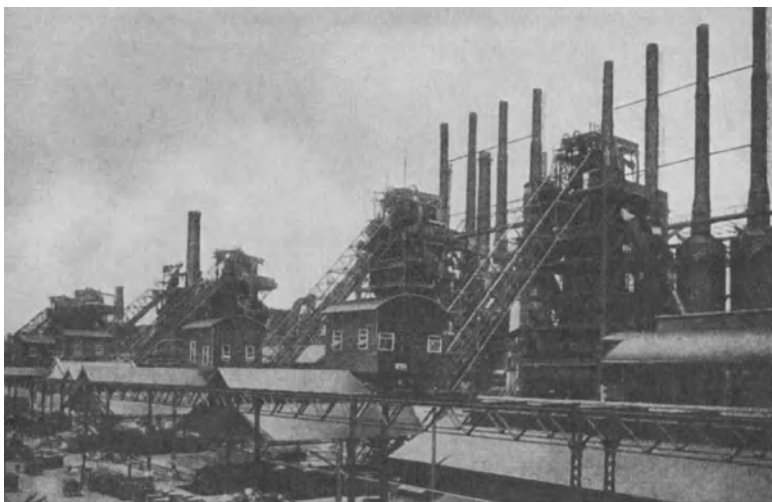


Abb. 49. Selbsttätige Hochofenbeschickung der Yawata-Werke in Moji.

arbeit, das andere Mal mit reiner Automatik Verladearbeiten der gleichen Art, nämlich die Bekohlung oder Erzverladung, vorgenommen, aber stets so, daß der höchste Grad von Wirtschaftlichkeit erreicht wird. Und ebenso sollte man auch bei uns vorgehen. Es ist sinnlos, Einrichtungen zu schaffen, die allein durch ihre fixen Kosten — infolge Amortisation und Verzinsung — schon mehr Geld verbrauchen als die fertige, nur durch Menschenhände erzielbare gleichwertige Arbeit. Es ist sogar heute vom Standpunkt der Notwendigkeit, die vorhandene Überzahl an Menschen zu beschäftigen, vielfach richtiger, die Handarbeit beizubehalten, als sie durch Maschinenarbeit zu ersetzen, wenn der Aufwand an Erwerbslosenfürsorge größer wird als die Ersparnisse durch die Maschineneinrichtungen. Hier spricht auch noch das psychologische Moment, daß dauernd Arbeitslose seelisch zugrunde gehen, eine entscheidende Rolle. Im fernen Osten werden noch heute Last-

und Sänftenträger, Rikschah¹ und Ochsenkarren und ganz zeitgemäße Automobile durcheinander verwendet, je nach der Wirtschaftlichkeit, d. h. je nach dem Geld- und Zeitaufwand, den der Benutzer für ein schnelles oder langsames Transportmittel hergeben will. Der Westeuropäer steht vor der entscheidenden Wende seiner Anschauungen. Der Produktionsapparat ist so groß geworden, daß die Industrievölker offenbar in 5—6 Stunden reichlich alles das leisten können, was die Bevölkerung der Erde zum Leben braucht. Denn wir haben auch heute in einer Zeit schwerster wirtschaftlicher Not — das ist der stärkste Trost — genug zum Essen, Kleiden, Wohnen. Also überall kürzere Arbeitszeit bei Verwendung der Maschine oder zurück zur Rikschah!

In den meisten Fällen handelt es sich bei der Reorganisation einer Fabrik um die Modernisierung alter Anlagen, und gerade bei einem solchen Umbau zeigt sich die Tüchtigkeit des Betriebsleiters. Neue Betriebe mit großen Geldmitteln ideal einzurichten, ist eine wesentlich einfachere Arbeit. Abb. 50 und 51 zeigen Grund- und Aufriß einer alten, vor 50 Jahren erbauten Textilfabrik, die durch den Einbau von Brücken, Aufzügen, Fahr- und Transportgängen und Überführungen unter voller Ausnutzung des schwierigen Grundrisses heute zu einer transporttechnisch gutdurchgebildeten Anlage umgewandelt worden ist. Es handelte sich dabei um eine große Tuchweberei mit 200 Webstühlen, die aus ihrer eine halbe Stunde weit entfernten Spinnerei die Garnkötzer bezieht. Diese kommen auf dem Fabrikhof an, werden durch geeignete schnellfahrende Aufzüge in die Garnlager im obersten Stockwerk gebracht, und nun erfolgt der Transport des Materials von oben nach unten bis zum fertig appretierten Stück im ununterbrochenen Arbeitsflusse; dazu war die Vergrößerung der Fabrik durch eine Aufstockung vorgenommen worden. In dieser Textilfabrik² wurde mir als dem den Umbau und die Reorganisation leitenden Ingenieur nebenbei die Aufgabe gestellt, den Versuch zu machen, eine durchgreifende Materialordnung und -ersparnis durchzuführen. Es handelte sich, wie erwähnt, um zwei Fabrikationsstätten, eine Streichgarnspinnerei und eine Tuchfabrik, die voneinander mehr als eine halbe Stunde weit entfernt lagen, und die in der Woche etwa 15000 kg Wolle verarbeiteten. Die Wolle als Rohmaterial betrug etwa 70 % der Warenkosten, ihre Schonung durch gute Behandlung beim Transport steht daher an erster Stelle, wenn man Ersparnisse erzielen will.

Der alte Weg für das Schußstreichgarn war folgender:

1. Herstellung des Kötzers auf dem Selfaktor, Abziehen und Einpacken in ein Transportgefäß (Holzkisten, Weidenkörbe, Blechkästen),

¹ Von einem Kuli gezogene zweirädrige Droschke.

² Schlesinger: Umstellung eines 50 Jahre alten Textilunternehmens auf fließende, zeitgemäß richtige Fertigung. Z. VDI 1927 S. 1417.

2. Beförderung zur Waage und dann ins Garnlager,
3. Umpacken in das Garnlagerfach oder den Bunker,
4. Umpacken in ein Transportgefäß und Beförderung zum Dämpfapparat,
5. Umschütten in die Dämpfgefäße und Dämpfen,
6. Zurückschütten in ein Transportgefäß,
7. Beförderung an den Webstuhl.

Die Beschädigungen, die das Garn auf diesem Wege erleidet, können sich nach recht zuverlässigen Ermittlungen auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ ‰ Material-

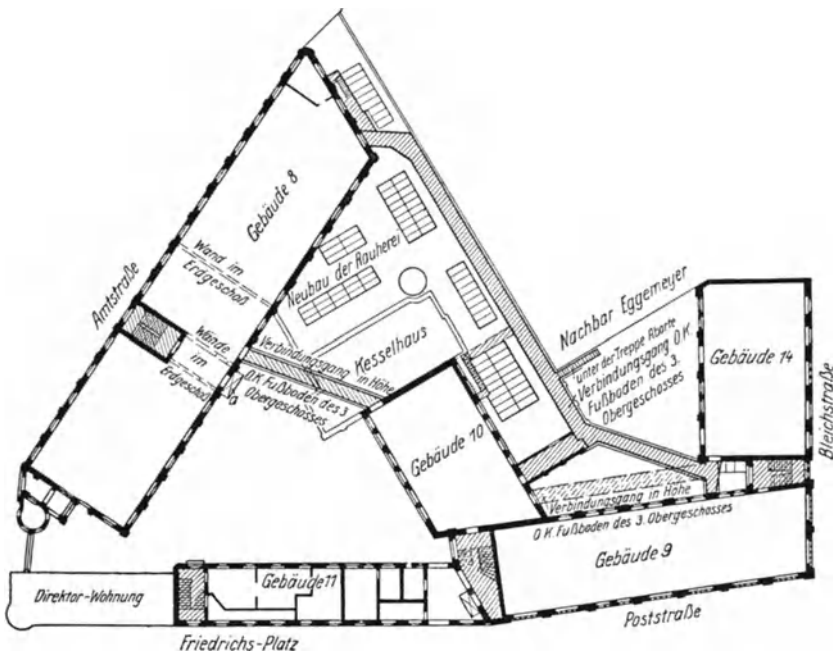


Abb. 50. Einrichtung eines zeitgemäßen fließenden Arbeitsganges durch einfache Transportanlagen in einer alten Tuchfabrik (Grundriß).

verlust belaufen. Das sind z. B. bei Verarbeitung von 15000 kg Garn je Woche bei durchschnittlich 3 RM je Kilogramm sehr erhebliche Geldsummen!

Alle diese Übelstände werden mit einem Schlage behoben, wenn es gelingt, ein Transportgefäß zu schaffen, mit dessen Hilfe man die Kötzer von der Spinnmaschine bis zum Webstuhl ohne jedes Umpacken befördern kann. Wenn dieses Gefäß noch dazu so standfest ist, daß es der verhältnismäßig rohen Behandlung im Betriebe ohne Beeinträchtigung standhält, also dem Daraufsitzen, dem Stoßen mit dem Fuß u. dgl. mehr, wenn es weiter so eingerichtet ist, daß es aus einem feuchtigkeits-

beständigen Material besteht, also das Dämpfen, ohne zu rosten, aushält, wenn es ferner aus einem Stoffe gemacht ist, der sich bei Temperaturänderungen gar nicht und durch Verschleiß unmerklich ändert, dann erleichtert man nicht nur den Transport, die Wägung und die Aufbewahrung, sondern auch die Schonung des kostbaren Korbinhaltes.

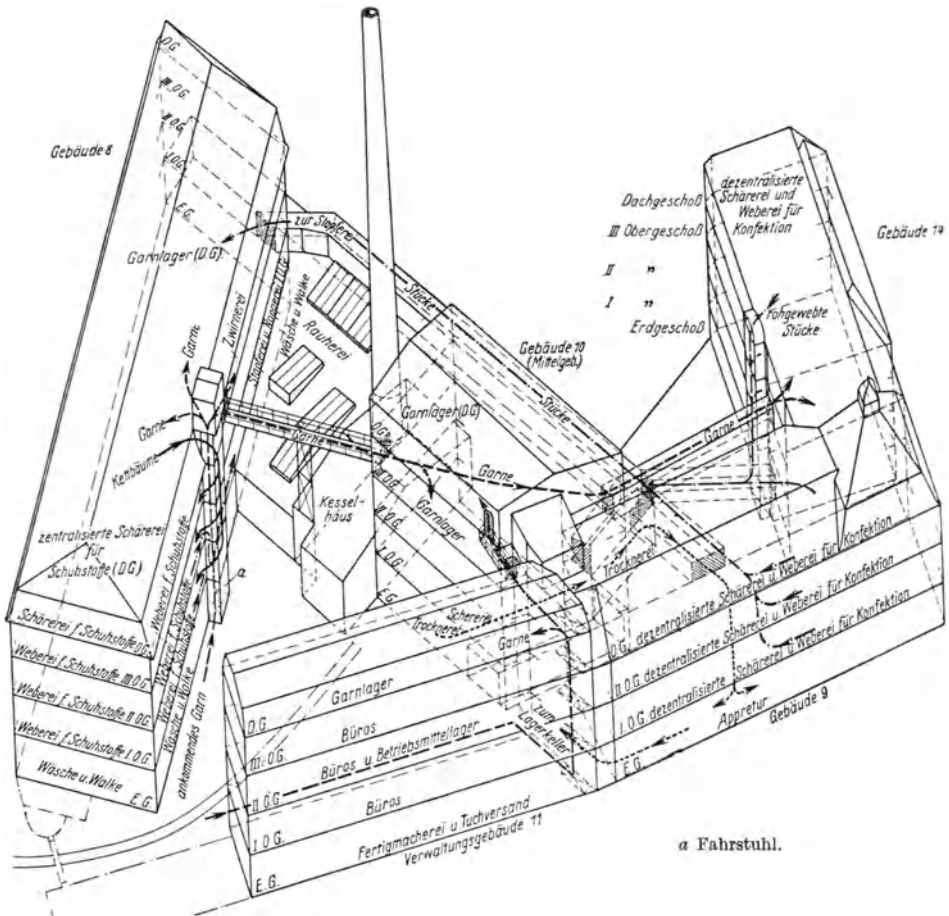


Abb. 51. Einrichtung eines zeitgemäßen fließenden Arbeitsganges durch einfache Transportanlagen in einer alten Tuchfabrik (Aufriß).

Gestaltet man endlich dieses Gefäß noch so, daß es im Garnlager ohne Schwierigkeit das übliche festeingebaute Holz- oder Eisenregal ersetzt, also jede besondere Garnlagereinrichtung überhaupt überflüssig macht unter Wahrung der dauernden Einblicksmöglichkeit in jedes Gefäß (Durchsichtigmachen) und der dadurch selbsttätig eintretenden automatischen Lüftung des Korbinhaltes (Schutzmaßregel gegen Motten-

schäden), so hat man den ganzen Umfang der Aufgabe umrissen: Geringste Handhabung, größte Schonung, kleinste Ausgaben für Packen und Befördern; größte Ersparnis an Materialabfall.

Es ist nach vielfältigen Bemühungen gelungen, einen Sparkorb zu schaffen, der sich bisher in drei großen deutschen Tuchfabriken in mehrjährigem Gebrauch so bewährt hat, daß einer der Fabrikleiter erklärt hat, er würde auf jede andere Neuerung und Verbesserung eher verzichten als auf diesen Korb, trotzdem die Vollausrüstung eines großen Betriebes mit solchen Körben eine gewisse Kapitalanlage bedeutet, die sich — abgesehen von den großen organisatorischen Vorteilen und der Materialschonung — allerdings schon im Laufe von etwa 2 Jahren gegenüber Holz- und Weidengefäßen vollständig bezahlt macht.

Die Abb. 52—55, die aus der Wirklichkeit entnommen sind, zeigen, wie ein im Aufbau begriffenes Garnlager aus der alten, verhältnismäßig wenig ordentlichen Art mit Holzregalen in die neue, ordentliche, übersichtliche und sparsame reibungslos übergeführt werden kann. Sie zeigen, wie ein Garnlager, mit Sparkörben ausgerüstet, schließlich aussieht, wenn es die Einrichtung zur vollen Wirkung gebracht hat.

Besonders bemerkenswert ist die Vereinfachung der Wägetätigkeit, da es möglich ist, alle Sparkörbe, die aus einem festen Eisenrahmen (T-Eisen mit verschweißten Ecken) mit Drahtwänden aus feuerverzinktem Maschengeflecht bestehen, auf ein genau bestimmtes Einheitsgewicht in der ganzen Fabrik zu bringen. Man kann dann die Waage für dieses Taragewicht durch eine unveränderliche Zusatzbelastung auf der Gewichtseite ein für allemal auf das Korbgewicht austarieren und kann nunmehr das reine Garngewicht einfach durch Auflegen der Nettogewichte feststellen, ein Vorteil, der für die schnelle Handhabung der vollen oder halbvollen Sparkörbe in den Fabriken wichtig ist.

Die Zahl der notwendigen Transportmannschaft sinkt auf das Mindestmaß; die Packerinnen im Garnlager fallen ganz fort. Ein Mann bedient bequem ein Lager mit 30000 bis 40000 kg Inhalt.

Die Durchsichtigkeit des Drahtgewebes gestattet Einblick in den Korbinhalt nach Menge und Farbe. Sie hat eine sehr große Übersichtlichkeit im Lager und eine leichte Disposition der Sorten zur Folge. Die Abzüge bleiben bis zum Verbrauch zusammen; das ist für die Güte der gewebten Stoffe bedeutungsvoll. Sie können auch systematisch für den Webstuhl zusammengestellt werden, was bei dem üblichen Durcheinanderwerfen der Kötzer in den Bunkern und Fächern unmöglich ist.

Ein anderes Beispiel für den entscheidenden Einfluß der richtigen Materialführung auf die gesamte Anlage ist dem Metallhüttenwesen¹

¹ Schlesinger: Die Anlage des Neuwerkes der Hirsch, Kupfer- und Messingwerke. Werkst.-Techn. 15. Okt. 1922 S. 605 ff.

(Kupfer- und Messingwalzwerk) entnommen. Bei der Herstellung von Messingfeinblechen aus gegossenen dicken Platten von rd. 1000 kg Rohgewicht muß das Walzgut wiederholt geglüht werden, weil es beim

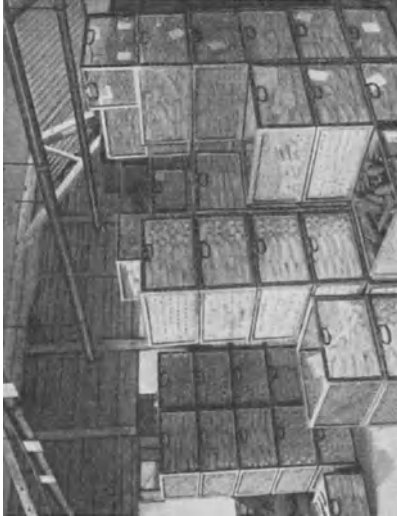


Abb. 53. Der Sparkorb als Lagereinrichtung und Transportgerät.

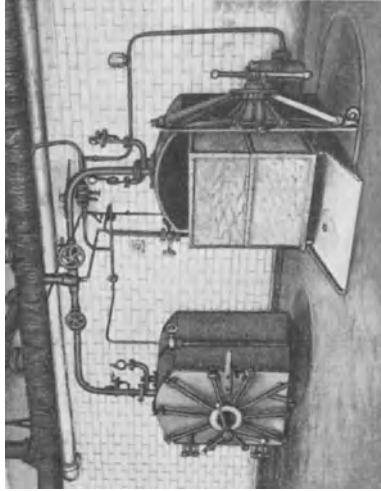


Abb. 55.
2 Sparkörbe im Dämpfapparat.
Lagereinrichtung einer Textilfabrik.



Abb. 52. Altes Garnlager mit Holzgerüsten und Weidenkörben.

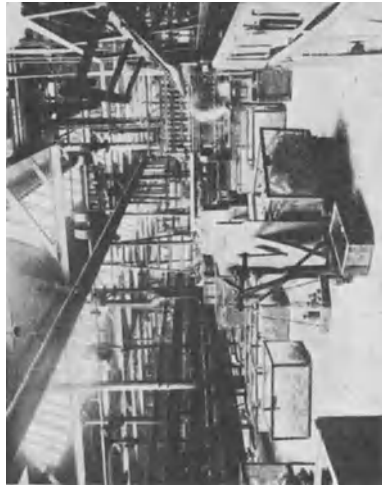


Abb. 54.
Vereinfachung des Wiegens durch einheitlich tarierte Sparkörbe.
Abb. 52—55. Modernisierung der Förder- und Lagereinrichtung einer Textilfabrik.

Kaltwalzen stets nach einer Anzahl von Walzstichen zu hart für die Weiterverarbeitung geworden ist. Das Blech wird ferner bei jedem Durchgang durch die Walzen länger und muß dann auf die Länge des

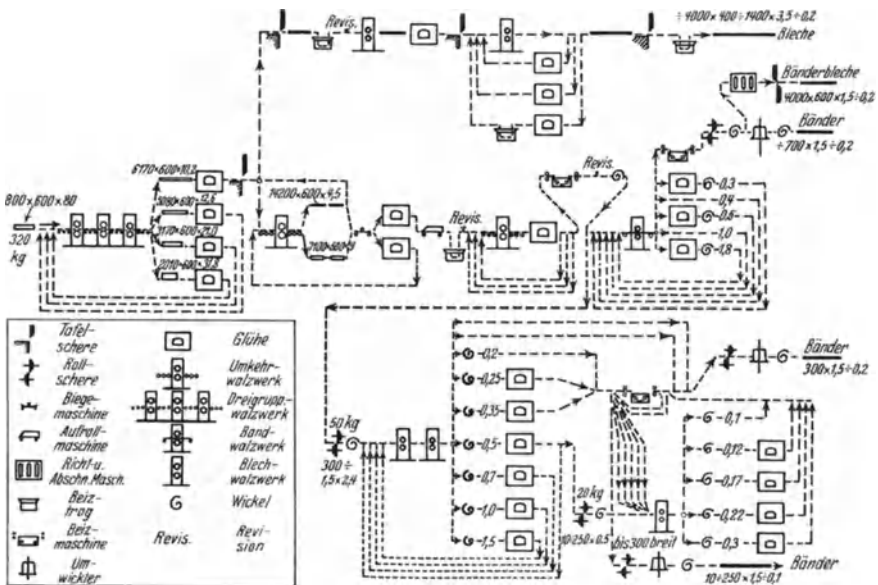


Abb. 56. Fertigungs-gang im Messingwalzwerk.



Abb. 57. Pratzenkran beim Laden der Glühöfen (links) und Absetzen auf Kühlpritschen (rechts).

vorhandenen Glühofens immer wieder gekürzt werden. Der sich mehrfach wiederholende Arbeitsgang zwischen Auswalzen, auf Länge schneiden, Glühen usw. ist in Abb. 56 schematisch dargestellt. Aus naheliegenden Gründen (Gas- oder Stromzufuhr, Wärmeausnutzung,

Bedienung, Reinigung usw.) werden die Glühöfen zu einer geschlossenen Batterie in einem Glüh Schiff vereinigt und durch einen oder mehrere schnellaufende Krane mit schwenkbarer Pratze be- und entladen (Abb. 57). Hier ist der Grundsatz durchgeführt worden, die geschichteten Materialien (Blechkpakete) immer nur einmal anzufassen und sie als Paket zu befördern und zu behandeln, während sie am Walzwerk selbst in Einzelbleche zerlegt werden. Es wird also die einzelne Blechtafel nur am Walzwerk selbst für einen neuen Stich vom Blechstapel genommen. Nach dem Durchgang durch die Walze entsteht dann der Stapel wieder von selbst, aber aus verfeinertem Blech. Der



Abb. 58. Genormte Transportpritschen für Blechkpakete.

Kran nimmt das Paket als Ganzes (Abb. 58), bringt es auf das Zwischenlager vor den Glühöfen, ein zweiter Kran befördert es vom Zwischenlager in den Ofen, holt es glühend aus dem Ofen heraus und setzt es auf die Kühlpritsche ab (Abb. 57). Mittels dieser Pritsche wird es entweder direkt oder unter Einschaltung eines Quertransportwagens zum nächsten Walzwerk gebracht usw. Die Durchführung dieser Beförderung mit einem Mindestmaß von Handgriffen verlangt Transportpritschen (Abb. 58), die einen ganzen Stapel Bleche bis zu 6 m Länge und 4 t Gewicht aufnehmen können, deren Querschnitt gleich der Muffel des Glühofens (Abb. 59) sowie gleich dem Aufnahmeroste des Kühlschliffes, endlich gleich der Plattform des Förderquerwagens ist (Abb. 60), damit der Beschickkran sich das Gut unmittelbar von der Pritsche holen, den Ofen damit be- und entladen und das glühende Gut auf das Kühlschliff bzw. das abgekühlte auf den Förderwagen aufsetzen kann.

Da an den Pritschen seitlich Griffe zum Anbringen von Kette oder Tau oder des Laufkrans vorhanden sind, so kann die volle Pritsche unmittelbar wieder vor das nächste Walzwerk befördert werden. Ein einziger

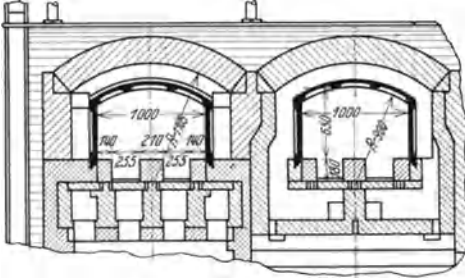


Abb. 59. Querschnitt der Glühöfen in Übereinstimmung mit Kranpratzenanordnung.

Mann bedient eine Ofenbatterie von 30 Muffeln mittels des Pratzekrans. Ein zweiter sorgt für die Regelung der Ofentemperatur und die Reinigung der Öfen. Das mitzuglühende Totgewicht, bestehend in einer eisernen Platte unter dem Blechstapel, ist auf nur 2% der Glühcharge vermindert worden.

Die geschilderte Einrichtung machte bei einer Leistung von rund 3000 t im Monat im ganzen 26 Transportarbeiter nötig gegenüber 256 vor Neugestaltung der Anlage und befreite so viele Menschen von

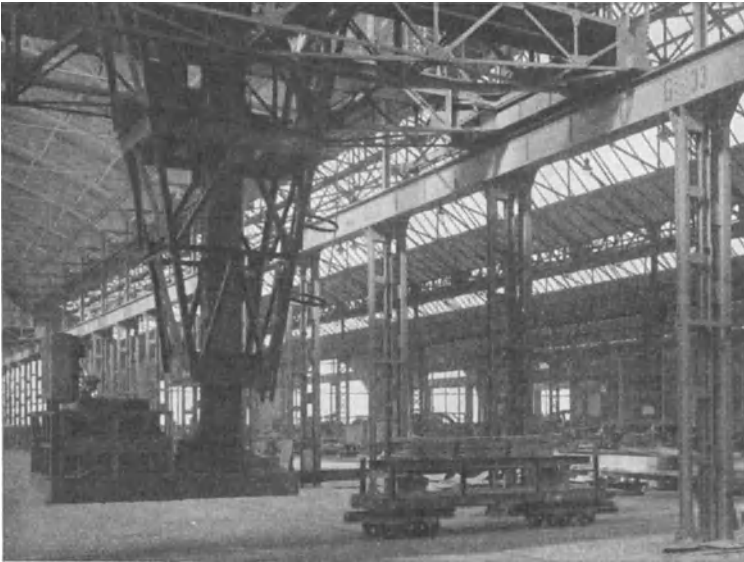


Abb. 60. Pratzekran beim Beladen des Förderquerwagens.

schwerster, gefährlicher, unwürdiger Arbeit beim Lastenschleppen in Hitze und Staub.

Die ausführlich behandelten Beispiele werden manchen anregen, im eigenen Betriebe ähnlich wirtschaftliche Lösungen solcher wohl

überall schlummernden Aufgaben aufzugreifen und durchzuführen. Hier ist noch große und ersprießliche Arbeit möglich und notwendig.

Als letzte Aufgabe ist die Abrechnung des Materials zeitlich mit dem Fortschreiten des Auftrages vorzunehmen und die Materialbewertung so zu machen, daß dieser im Vermögen des Unternehmens meist ausschlaggebende Faktor in richtiger Höhe erscheint. Zwischen der Materialzuführung von Werkplatz zu Werkplatz, deren Leitung dem Werkbüro obliegt, und der Abrechnung des Materials, die nach Empfang des quittierten Verlangsscheins im Lager nur noch die Lagerbuchhaltung angeht, besteht wenig Verbindung. Das Werkbüro druckt gleichzeitig mit den Akkordzetteln den Materialzettel, gewissermaßen als ersten Arbeitsgang, und gibt grundsätzlich nie früher eine Arbeit in Auftrag, als bis es genau weiß, daß das Material für die erste Arbeitsstufe auch wirklich im Lager vorhanden ist. Es ist zweckmäßig, daß die Nachfrage im Lager mittels des bereits ausgeschriebenen Materialscheines nur etwa 1—2 Tage vorher erfolgt, bevor die Arbeit in Auftrag gegeben wird. Durch die Kürze der Zwischenfrist zwischen Nachfrage und Ausgabe wird verhindert, daß der Materialverwalter, der die Eile und Wichtigkeit der Aufträge gemäß Terminplan nicht kennt und auch nicht zu kennen braucht, das als vorhanden angegebene Material für andere Aufträge herausgibt, z. B. für eilige Reparaturaufträge, Werks-einrichtungen u. dgl. mehr, wenn nämlich das Material für Kunden-aufträge und für innere Aufträge zufällig das gleiche ist. Solche Doppelverwendungsmöglichkeiten können unter Umständen Störungen der Arbeitsführung hervorrufen. Das Werkbüro schickt systematisch die Materialzettel für Arbeiten, die in etwa 2 Tagen in Arbeit genommen werden sollen, ans Lager und heftet die mit dem Vermerk „im Lager vorhanden“ versehenen Materialzettel an den Akkordzettel der Arbeitsstufe 1. Nur mit diesen Zetteln, für die sicher Material vorhanden ist, erfolgt dann die Besetzung der Werkstatt. Material- und erster Arbeitszettel gehen entweder zum Meister (Holsystem) oder aber sie trennen sich, der Materialzettel geht allein zum Lager (Bringsystem) und der Arbeitszettel zum Meister. Dieser kann alle diese Arbeitszettel an die Arbeiter verteilen, weil er sicher weiß, daß dann auch das Material beim Arbeiter ist, wenn ihm der Bote des Lagers den Materialzettel frühmorgens zur Quittung vorgelegt hat. Nachdem der quittierte Materialzettel wieder im Lager angelangt ist, wandert er von hier zur Buchhaltung, und die Materialabrechnung beginnt. Diese Abrechnung zerfällt in zwei Teile (Abb. 61 linke Seite):

1. in die Kontrolle der Zettel und ihre Bewertung und
2. in die Entlastung des Lagers und Belastung des Auftrages.

Wer sicher sein will, daß alle vom Werkbüro verausgabten Materialzettel in der Aufschreibung angelangt sind, daß weder zu viel noch

zu wenig da sind, kann als einfaches Kontrollmittel die vom Lagerverwalter abgelieferten quitierten Materialscheine mit einem Abzuge der Werkliste verglichen. Eine solche Werkliste wird aus der Stückliste in der Weise hergestellt, daß man jede in der Stückliste vorhandene einzelne Zeile, die dort stets für ein Stück gilt, in eine Zeile für Materialbedarf und so viel weitere Zeilen, wie

Arbeitsgänge vorhanden sind, auflöst. Die Werkliste wird meist im Werkbüro hergestellt in Form einer Kartei oder eines Buches. Sie macht aus der summarischen Übersicht der Stückliste einzelne, gewissermaßen atomisierte Aufträge, von denen die Materialanforderung der erste ist. Es genügt in der Lagerbuchhaltung eine bloße Augenkontrolle, um die eingehenden Materialzettel durch Vergleich mit der Werkliste auf Vollständigkeit zu untersuchen und durch Abstreichen festzustellen, ob alle, ob zu wenig oder zu viel da sind. Ein Zuviel könnte dadurch entstanden sein, daß entweder durch einen Fehler im Werkbüro oder durch einen zusätzlichen Zettel seitens des Meisters mehr Material oder anderes Material verlangt wurde, als der Konstrukteur vorge-schrieben hatte.

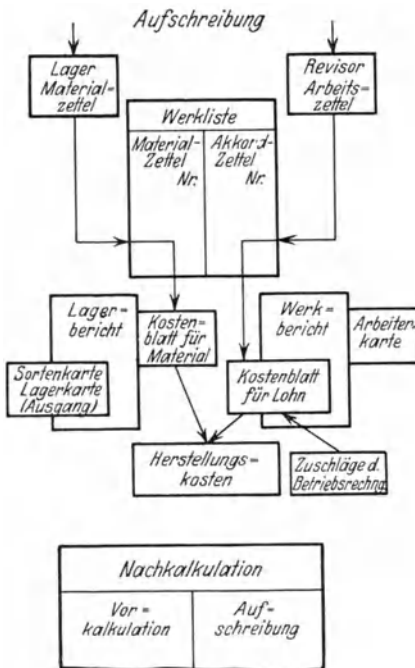


Abb. 61. Schema der zwangsläufigen Aufschreibung von Material und Lohn.

Ein Zuwenig beweist das Vorhandensein überflüssiger Teile in der Werkliste oder die Verwendung von Material, das sich in unzulässiger Weise in der Werkstatt statt im Lager befand.

Nach dieser Vorkontrolle arbeitet die Buchhaltung in folgender Reihenfolge (Abb. 61):

1. Bewertung der Zettel,
2. Abbuchen von der Sortenkarte der Lagerkartei als entlastender Ausgang.

3. Belastung des Auftrages (Materialkostenblatt),

4. Entlastung des betreffenden Lagers als Ganzes (Lagerbericht).

Daß auf der Sortenkarte auch die Eingänge im Lager als Belastungen eingetragen werden müssen, und daß sich ebenso auf dem Lagerbericht

die Eingänge als Belastung des Lagers in einer Summenaufstellung ergeben, ist wohl ohne weiteres klar.

Sortenkarte und Kostenblatt bilden die Bestandteile der doppelten Buchhaltung im Lager.

In kleinen Betrieben kann man durch die sogenannte Dreischrift die drei organisch verbundenen Elemente: Sortenkarte, Lagerbericht und Kostenblatt gleichzeitig mit einer einzigen Niederschrift im Durchschriftverfahren herstellen. Es ist klar, daß es sich hierbei nicht um ein bloßes Durchschreibeverfahren handelt, das drei gleichartige Buchungen herstellt, sondern es wird die Durchschrift nur als Mittel zu dem wichtigen Endzweck benutzt, mit einer einzigen Niederschrift drei an sich ganz verschiedene und sich nach der Niederschrift nach verschiedenen Gesichtspunkten trennende Buchhaltungsbelege zu buchen. Die Posten auf der Sortenkarte sind in ihrer Reihenfolge völlig verschieden von den Posten auf dem Kostenblatt. Nur die Gesamtsummen aller Sortenkarten und Kostenblätter müssen übereinstimmen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sie übereinstimmen müssen, da jede einzelne Doppelbuchung von vornherein aus denselben Ziffern besteht. Man braucht sie also hinterher nicht noch einmal zu kontrollieren, weil man ihre Richtigkeit von vornherein erzwungen hat.

Diese Dreischrift erfordert aber viel Arbeit und Sorgfalt. Nur sehr geübte Bucher sind in der Lage, am Tage bis zu 250 Dreischriftbuchungen zu machen, im Durchschnitt muß man sich mit 180—200 begnügen, weil das Herausnehmen von Kostenblatt und Sortenkarte aus den Karteien, ihr Zusammenstecken mit der richtigen freien Zeile, also in verschiedener Höhenlage, unter den im Dreischriftapparat fest umklammerten Lagerbericht, das Wiedereinsortieren in die Karteien viel Zeit kosten und sehr sorgfältig gemacht werden müssen. Nur wer mit überhaupt etwa 200—600 Buchungen am Tage, also mit wenigen Buchhaltern auskommt, die er ohnedies beschäftigen muß, wird mit diesem grundsätzlich idealen Zwanglaufverfahren durchkommen, sonst wird zu schneller arbeitenden Buchungsmitteln gegriffen werden müssen, die aber auf stets dem gleichen Grundsatz basieren müssen, wenn man ein zuverlässiges Ergebnis haben will.

Das Lochkartenverfahren nach Hollerith oder Powers z. B. arbeitet auf der gleichen Grundlage insofern, als man die gleichen Lochkarten einmal nach Aufträgen, das zweite Mal nach Sorten, das dritte Mal nach Lägern sortiert, tabelliert und stets feststellt, daß die Summen der Einzeltabellierungen nach jedem der drei Gesichtspunkte übereinstimmen. Das Lochkartenverfahren wieder wird sich erst rentieren, wenn eine große Zahl von Buchungen, im Monat etwa 150000 bis 180000, mit mindestens drei Ordnungsgesichtspunkten zu verarbeiten sind.

Aus dem bzw. den Materialkostenblättern sammeln sich die Kosten der für den Auftrag aufgewendeten Materialien, und damit ist dann ein wichtiger Posten für die Nachkalkulation der Herstellungskosten mit Sicherheit bestimmt.

Zum Schluß ist noch auf die Fragen der Bewertungsmöglichkeiten näher einzugehen.

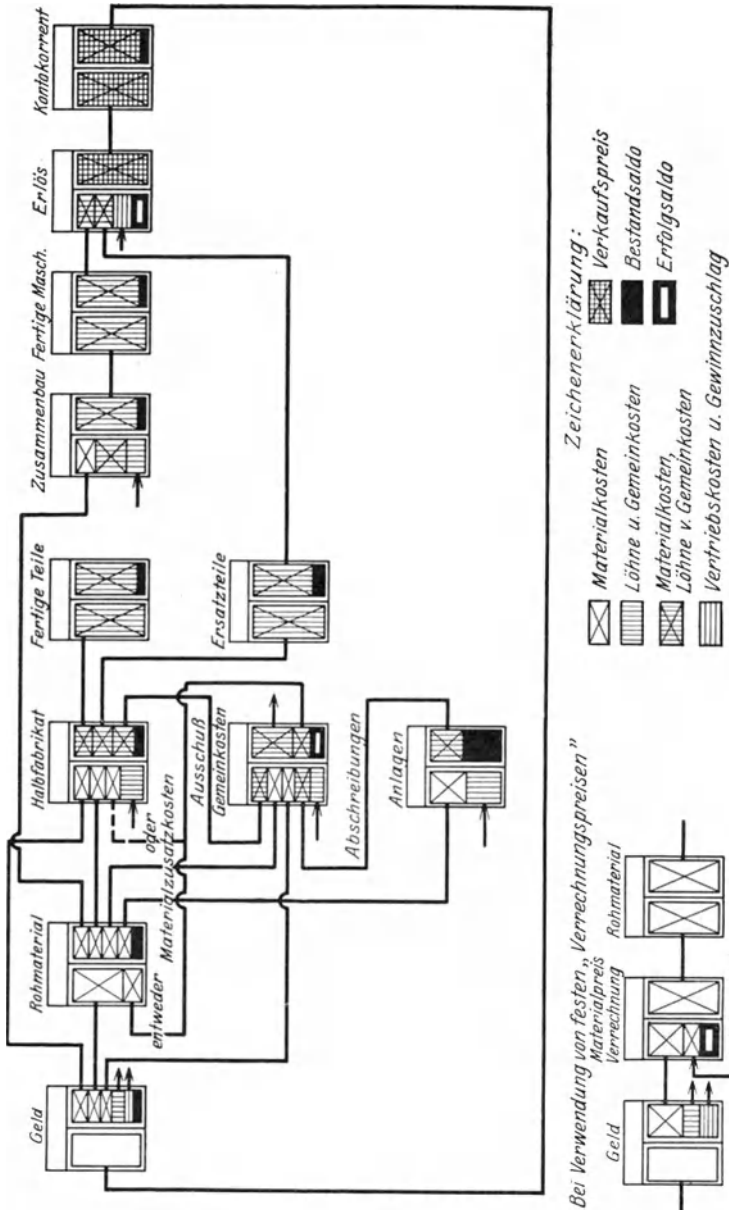
Je nach Ansicht des Leiters der Verwaltung wird bewertet nach:

1. Einstandspreis,
2. Tagespreis des Ausgabetales,
3. Wiederbeschaffungspreis,
4. Verrechnungspreis.

Von diesen Möglichkeiten werden die erste: Einstandspreis und die vierte: Verrechnungspreis am häufigsten verwendet.

Der Einstandspreis setzt sich aus dem Einkaufspreis, vermehrt um die Bezugsspesen, wie Fracht, Rollgeld, Abladen usw., und Verwaltungskostenzuschlag innerhalb der Fabrik (Lagerspesen, Materialbuchhaltung) zusammen. Da die Einkaufspreise wechseln und dann für gleiche Materialien mehrere Einkaufspreise auf einer Sortenkarte vorkommen können, muß man Durchschnittspreise bilden, indem man nach jedem neuen Materialeingang den Gesamtwert durch die Gesamtmenge der Sorte teilt. In dieser Form kann man das Materialkonto als reines Bestandskonto führen, wenn man gleichmäßig die Lagerbelastung beim Materialeingang und die Lagerentlastung beim Materialausgang zu den wirklichen Einstandspreisen vornimmt. Das Vorgehen macht Arbeit und verlangt große Aufmerksamkeit, und wenn man auf Rechnungen säumiger Lieferanten warten muß, verzögert sich der monatliche Abschluß der Auftragsberechnung sowie der Buchhaltung überhaupt.

Bei Einführung fester Verrechnungspreise innerhalb des Unternehmens, zu denen insbesondere große Fabriken immer mehr übergehen, ist man von dem Lieferanten unabhängig. Man kann sofort ohne jeden Zeitverlust bewerten und abrechnen. Da aber der Verrechnungspreis mit dem Einkaufs- bzw. Einstandspreis selten übereinstimmen wird, so bekommt man Differenzen in der Buchhaltung. Sind die Verrechnungspreise höher als die Einkaufspreise, so entsteht auf dem Lagerkonto ein Gewinn, sind sie niedriger, ein Verlust, und wir hätten in der Lagerbuchhaltung keine reinen Bestandskonten, sondern gemischte Konten, die man in einer geordneten Buchhaltung heute grundsätzlich zu vermeiden sucht. Will man die sehr einfache Rechnung mit Verrechnungspreisen mit der Führung reiner Konten verbinden, dann empfiehlt es sich, ein „Erlöskonto“ zwischen die Vermögensbuchhaltung (Geld) und das Lager einzuschalten. Dieses Erlöskonto nimmt die nur durch die Art der Verrechnung entstehenden Gewinne oder



Verluste vorübergehend auf. Es ist dabei gleichgültig, ob es sich um Rohmateriallager oder um Halb- bzw. Fertigfabrikatlager handelt. Auch bei Halbfabrikaten und fertigen Teilen stehen ja schließlich

nur Materialwerte zu Buch, die allerdings durch Löhne und Gemeinkosten (Werkzuschläge) vorher vermehrt werden müssen. Wenn man richtige Verrechnungspreise einsetzt, so kann man es leicht dahin bringen, daß immer ein kleiner Erfolgssaldo für das Lager bleibt, so daß man jedenfalls nicht durch Lagerverluste überrascht wird. Das Schema einer solchen Materialbuchhaltung mit und ohne Verrechnungspreise ist in Abb. 62¹ dargestellt.

B. Das Lohnproblem.

Das zweite Element der Herstellungskosten (Abb. 44) ist der Lohnanteil. Dieser Lohnanteil schwankt in der deutschen mechanischen Industrie gemäß obiger Aufstellung zwischen 10 und 28 %. Man darf jedoch nicht vergessen, daß ein erheblicher Teil der Gemeinkosten ebenfalls Löhne sind, wie alle Hilfslohne: für Transport-, Boten-, Pförtnerdienste usw., Instandhaltungsarbeiten, Reparaturen, für die Revisoren, in manchen Fabriken auch für die Tischler u. a. m. Endlich darf nicht übersehen werden, daß im Material ebenfalls ein erheblicher Lohnanteil liegt, der allerdings meist an einer anderen Stelle aufgewendet wird. Das Fördern von Kohlen und Erzen besteht in einem sehr wesentlichen Teil aus Lohnzahlungen, die nun ihrerseits wieder wie in jeder Fabrik nicht nur für die Bergleute, sondern für Hilfsarbeiten aller Art aufgewendet werden müssen. Daraus folgt die außerordentliche Wichtigkeit des Lohnproblems für sämtliche Industrien und das Bestreben, alle Löhne auf das zulässige Mindestmaß zu senken, um mit den Erzeugnissen auf dem Weltmarkt wettbewerbsfähig zu bleiben. Es ist daher kein Wunder, wenn alle Betriebswirtschaftler sich mit Lohnfragen befassen, und daß einen Hauptteil der Verhandlungen zwischen Unternehmer- und Arbeiterverbänden die Lohnverhandlungen bilden.

Der Lohn ist die Kaufkraft aller arbeitenden Menschen, seine richtige Bemessung ist daher auch von diesem Gesichtspunkt aus von außerordentlicher Bedeutung für die Gesamtheit aller Unternehmungen. Es handelt sich bei der Behandlung der auftauchenden Probleme nicht nur um die starre Geldfrage, auch nicht darum, ob Stundenlohn, Stücklohn oder Prämienlohn gezahlt oder mit welchen Faktoren Zeitminuten in Geld umgewandelt werden, sondern es handelt sich dabei um eine Frage von besonderer Feinheit, von so großer psychologischer Wichtigkeit, daß es der Fachmann wohl versteht, wenn immer wieder an den Lohnsystemen herumgefeilt wird und anscheinend unwichtige Teile abgeändert werden. Aus der großen Zahl der vorhandenen, oft sehr ähnlichen Lohnsysteme geht jedenfalls hervor, daß gerade die erfahrensten Organisatoren immer wieder versuchen, durch Einführung einer Än-

¹ Vgl. Prietsch: Das Materialproblem innerhalb der Organisation. Werkst.-Techn. 1. Juni 1929 S. 325.

derung im Lohnsystem vor allem das Vertrauen der Arbeiterschaft der ihnen anvertrauten Fabrik zu gewinnen.

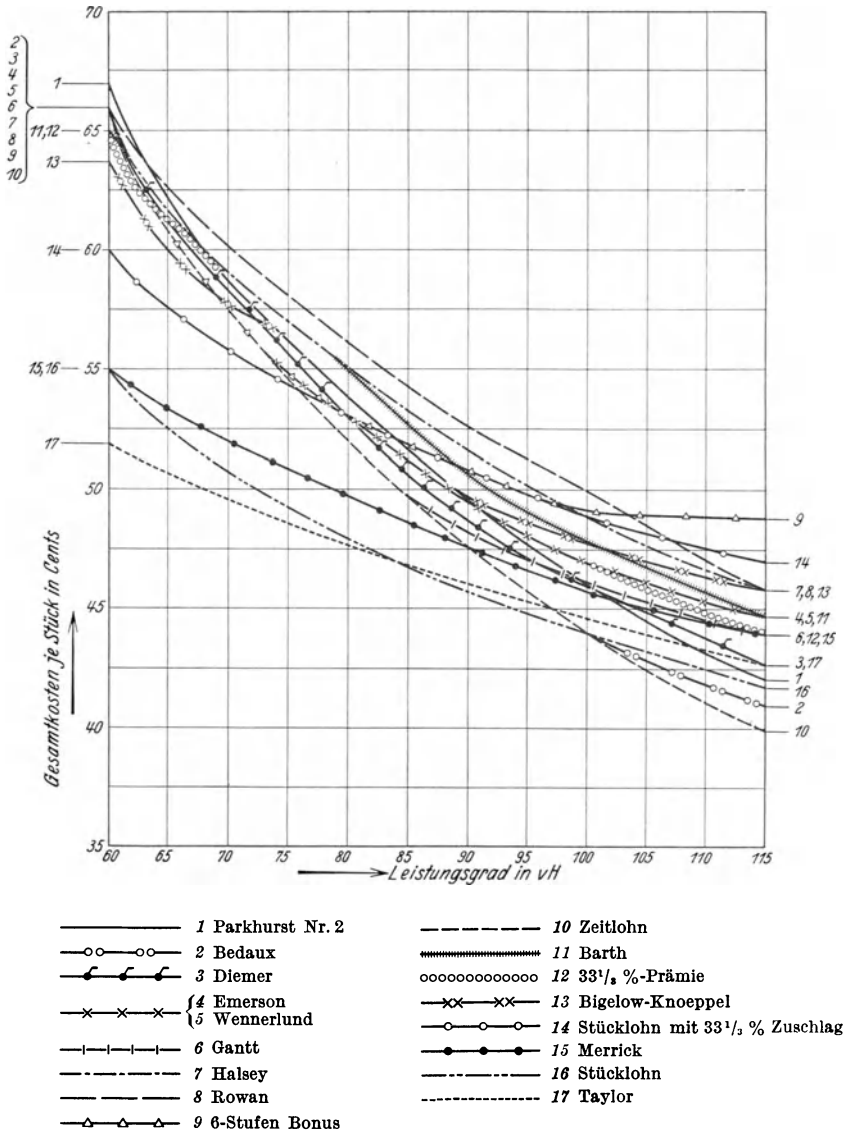


Abb. 63. Amerikanische Lohnsysteme. (Aus Lytle, Wage Incentive Methods.)

Finden sich doch in dem Buch des Amerikaners Lytle über „Wage Incentive Methods“ (Ronald Press 1930) nicht weniger als 25 verschiedene Bonus- und Prämien-systeme, die sich im Prinzip fast gar

nicht, in der Auswirkung nur wenig unterscheiden, und die alle ihren Namen nach dem jeweiligen Erfinder des Systems tragen; von ihnen sind 17 als Linienzüge in Abb. 63 dargestellt. Den Stein der Weisen hat keiner dieser Organisatoren entdeckt. Daß aber gerade in Amerika, dem Lande des Materialismus, diese menschlichen Fragen so eingehend behandelt werden, gibt doch zu denken. Die Beziehung zwischen Arbeiter und Unternehmer wird eben vorwiegend durch den Lohn dargestellt, und es muß daher auf die üblichen Lohnsysteme kurz eingegangen werden.

In den Produktionswerkstätten des europäischen Kontinents herrscht heute wohl vorwiegend der Stücklohn, bei dem der Arbeitgeber von vornherein eine feste Summe für das zu liefernde Stück festsetzt und sich dann um die zeitliche Erledigung durch den dem Arbeiter gegebenen Auftrag nicht weiter kümmert, bis das Stück geliefert wird. Das Lohnsystem selbst gibt den dauernden starken Antrieb zu schneller Lieferung. Es wird dann hinterher aus der Zahl der geleisteten Stücke der durchschnittliche Stundenlohn des Arbeiters errechnet und festgestellt, ob die Leistung mit der vorkalkulierten Zeit übereinstimmt. Daß in Akkordbetrieben fleißiger gearbeitet, insbesondere mehr geschafft wird als in Stundenlohnbetrieben, ist eine nicht zu bestreitende Tatsache.

Beim Stundenlohn ist dem Arbeiter der Lohnsatz gewährleistet, gleichgültig, ob er fleißig oder faul ist. Er bekommt für jede aufgewendete Stunde den verbürgten Lohn, und damit verzichtet der Arbeitgeber darauf, die Leistung seiner Leute durch wachsende Geldzahlung zu beeinflussen. Eine Heruntersetzung des Stundenlohnes ist sehr selten, eine Heraufsetzung erfolgt nur langsam und auch nur bis zu einer bestimmten Grenze. Der durchschnittliche Stundenlohn des Stundenlöhners ist stets höher als der der Akkordlöhnung zugrunde liegende sogenannte Grundlohn, mit dem auch Wartezeiten u. dgl. beglichen werden, weil der tüchtige Lohnarbeiter ebensoviel wie der Akkordarbeiter, d. s. etwa 10—30 % über diesem Grundlohn, verdienen will. Stundenlohnarbeiten sind auch heute noch beschränkt auf Arbeiten entweder hoher Güte oder umgekehrt untergeordneter Art, bei denen der Arbeiter entweder nicht angespornt werden darf, um das hochwertige Stück nicht zu gefährden, oder aber weil die untergeordnete Arbeit vor allem die Anwesenheit eines durchschnittlich fähigen Menschen verlangt, ohne daß jede Minute seiner Zeit ausgefüllt ist. Als Beispiel für die eine Gruppe dienen der Revisor oder der hochstehende Vorarbeiter der Reparaturwerkstatt, für die andere Leute des Hof- und Transportdienstes. Es herrscht heute in allen Fabriken das Bestreben vor, den Stundenlohn soweit wie irgend möglich durch Stücklohn zu ersetzen, aber auch im Stücklohn die Zeit als Berechnungsgrund-

lage zu wählen, um damit zu verdeutlichen, daß jede menschliche Arbeit nur mit der feststehenden Zeiteinheit gemessen werden kann.

Neben diesen beiden Hauptlohnsystemen stehen die Prämien- und Bonussysteme, die sich grundsätzlich dadurch unterscheiden, daß Prämien nur dann gezahlt werden, wenn der Arbeiter schneller arbeitet, als es die auf dem Lohnzettel vorgeschriebene Grundzeit will, während ein Bonus bereits dann bezahlt wird, wenn der Arbeiter in der vorgegebenen Grundzeit oder auch schon vor Erreichung der Grundzeit (Gantt u. a.) fertig wird. Der anscheinend kleine Unterschied ist psychologisch doch wichtig, er bedeutet, daß mit dem Bonussystem etwas früher Prämien erzielt werden, wenn man nämlich davon ausgeht, daß die Grundzeit der Leistung des durchschnittlichen Arbeiters entspricht, daß also der Bonus von jedem in der Werkstatt erreicht werden kann, während bei dem Prämiensystem schon eine gewisse Auslese nach der Leistungsfähigkeit der Arbeiter hin erfolgt. Die Amerikaner bevorzugen heute, wie erwähnt, das Bonussystem; sie müssen dabei voraussetzen, daß die Zeitbestimmung für jeden Arbeitsgang sehr genau erfolgt ist. Das ist in einem Industrielande, das vorwiegend Massen-, ja Fließfabrikation betreibt, erklärlich.

In Deutschland liegen die Verhältnisse wesentlich anders. Prämien- oder Bonussysteme bestehen nur an wenigen Orten, aber das Bestreben, die sichere Zeit als Arbeitsmaßstab an die Stelle des dehnbaren Geldmaßstabes zu setzen, wird immer stärker.

Die Verfahren zur mehr oder weniger genauen Zeitermittlung sind: das Schätzen, das Sammeln von Erfahrungswerten, der Vergleich mit früher ausgeführten ähnlichen Stücken durch statistische Aufzeichnungen und endlich die Zeitaufnahme. Als Geräte für die Zeitaufnahme seien genannt: die Stoppuhren und die Zeitschreiber. Auch heute noch ist die Stoppuhr das wichtigste und meistverwendete Gerät für Zeitaufnahmen. Es wird in der Regel entweder laufend mit Auge-Auge-Ablesung gearbeitet oder unterbrochen mit dem Auge-Hand-Verfahren, indem die Stufen einzeln abgestoppt und niedergeschrieben werden. Die Güte der Aufnahme hängt von der Tüchtigkeit des Zeitnehmers ab, dessen Eignung sorgfältig festzustellen ist, bevor man ihn dauernd in die Werkstatt stellt. Es sind durchaus nicht alle für diese Art sorgfältiger und nervenanstrengender Arbeit geeignet. Der Zeitnehmer hat oft stundenlang in pausenloser Wiederholung bei ständig wechselndem Arbeitsverlauf folgende Verrichtungen auszuführen:

1. scharfe Beobachtung der Arbeitsausführung,
2. ablesen der Stoppuhr,
3. stoppen (3 Griffe: Halt — Zurück — Vorwärts),
4. aufschreiben der abgelesenen Zeit,

5. Bemerkungen über: Arbeitsausführung, Störungen, oft Niederschrift des Arbeitsganges.

Eine Vereinfachung bzw. Verbesserung dieses Verfahrens schlägt Kupke¹ vor, der durch einen Zeitdrucker die gebrauchten Minuten und Sekunden sofort auf ein Papierblatt bringen möchte. Damit schrumpft die Tätigkeit des Zeitnehmers von 4 bzw. 5 auf 2 bzw. 3 Verrichtungen zusammen:

1. Arbeitsausführung beobachten,
2. Drucktaste drücken,
3. gegebenenfalls Bemerkungen machen.

Diese Art Zeitzählstempel sind bereits für andere Zwecke unter dem Namen „Zeitdrucker“ von Prof. N. Ach, Göttingen, ausgearbeitet worden. Verwickelter sind die Zeitschreiber, die mit Rollbändern und Schreibstiften in zwei zueinander senkrechten Richtungen arbeiten, und von

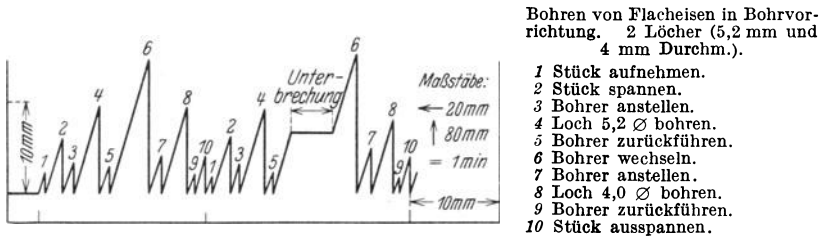


Abb. 64. Arbeitsplan und Zeitaufnahme mit Arbeitsschauuhr. (Kienzle-Poppelreuter.)

denen ich die Arbeitsschauuhr von Poppelreuter und den Diagnostiker von Peiseler nennen will.

Die Zeitschreiber können einen oder mehrere Betriebsvorgänge (bis zu 15) vermerken (Abb. 64). Sie werden entweder mit automatischem Anschluß an die Maschine oder mittels menschlicher Betätigung unter Verwendung eines an einem Schulterband aufgehängten Kastens benutzt. Man kann mit einem Zeitschreiber Schaubilder aufzeichnen, die entweder Zeit-Zeit (Abb. 65) oder Zeit-Menge (Abb. 66) oder Zeit-Weg festhalten. Das Hauptwerk bewegt stets den Papierstreifen gleichmäßig vorwärts und gibt somit die ablaufende Gesamtzeit auf der waagerechten Achse an, das zweite Werk, das senkrecht zur Ablaufrichtung des Papierstreifens arbeitet, kann nun nach Wunsch einen Weg oder die Menge oder auch die Zeit in ihren Einzelstufen festhalten. Wenn man z. B. die Förderwege eines Kranes feststellen will, so kann man eine Zeit-Weg-Aufnahme machen. Wenn man einen Arbeitsvorgang an einer Werkzeugmaschine (Zeit-Zeit) beobachtet, so hat man die Hauptzeit auf der Waagerechten und die Zerlegung in Einzelzeiten auf der Senkrechten. Wenn man die Stückzahl (Zeit-Menge),

¹ Kupke: Bestgestaltung der Arbeitszeitermittlung im Betriebe. Industrielle Psychotechnik Oktober 1931 S. 300.

die z. B. ein Automat in der Minute herstellt, aufzeichnet, so sieht man die für jedes einzelne Stück aufgewendete Zeit waagerecht und die in der Gesamtzeit fallenden Stückzahlen senkrecht.

Die Zeitstudie kann immer erst dann einsetzen, wenn der Arbeitsgang festgelegt ist. Dazu muß der Konstrukteur eine fabriktionsreife Zeichnung liefern und der Vorkalkulator mit dem Vorrichtungs-, Werkzeug- und Lehrenbauer den Arbeitsgang und seine Ausführung festgelegt haben. Der Entschluß, die Arbeitsvorbereitung auf dem Papier in eine wirkliche, bestehend aus Vorrichtungen, aufgebracht auf die Maschinen, Werkzeuge und Lehren, zu verwandeln, muß meist gefaßt werden, bevor das konstruierte Arbeitsstück verwirklicht (Modellabguß) und mit einer geschaffenen Einrichtung als Ausfallmuster wiederholt hergestellt ist. Es ist also heute bei Neueinrichtungen die Zeitaufnahme nur eine Bestätigung oder Berichtigung der Voraussetzungen der Arbeitsvorbereitung, während sie in der Zeit um 1903, in der insbesondere Taylor noch gearbeitet hat, dazu diente, 1. festzustellen, was denn

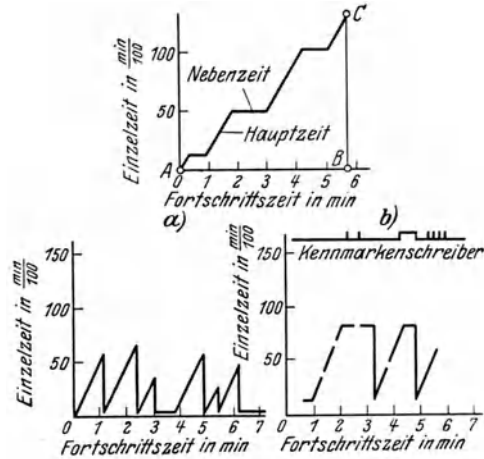


Abb. 65. Zeit-Zeit-Schaubilder.

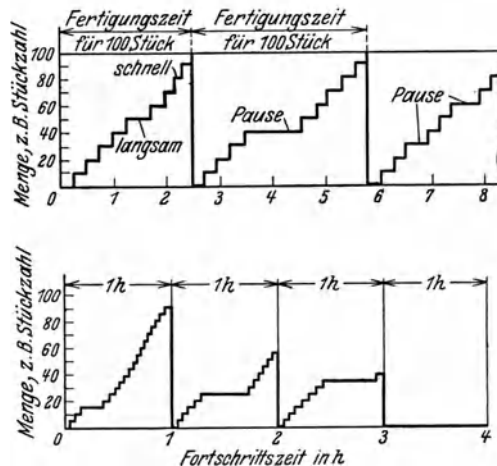


Abb. 66. Zeit-Mengen-Schaubilder.

Abb. 65. u. 66. Arbeits-Schaubilder. (Nach Drescher, ADB.)

in der Werkstatt eigentlich geschah und 2. Verbesserungen des Arbeitsganges anzuordnen, da oft in der Werkstatt nicht zweckmäßig gearbeitet wurde. Daraus ist dann der weitverbreitete Irrtum entstanden, daß der Zeitnehmer auch der beste Kritiker der geschaffenen Arbeitsausführung sei. Das könnte er doch nur dann sein, wenn er ein so her-

vorragender Fabrikationsfachmann wäre, daß er die von den besten Köpfen des Betriebes meist recht wohl durchdachten neuesten Arbeitsverfahren schon verbessern oder Ratschläge zu ihrer Verbesserung geben könnte, während er mit der Stoppuhr in der Hand die Ausführung der Arbeit beobachtet. Dann wäre aber viel Vorbereitungs- aufwand vergeblich gewesen, und man täte besser, den Zeitnehmer als Obergutachter an den Anfang und nicht ans Ende zu stellen.

Daß der Weg Taylors in allen alten Fabriken auch heute noch sehr fruchtbar sein kann, soll nicht bestritten werden, daß er heute oft nicht mehr zutrifft und daher verlassen ist, ist aus den vorangegangenen Erörterungen klar. Es können also bei der Zeitaufnahme in gut eingerichteten Fabriken nur noch Abgleichungen und Glättungen erfolgen, keine grundsätzlichen Änderungen, denn eine grundsätzliche Änderung würde die frisch geschaffenen Geräte: Vorrichtung, Werkzeug und Lehre vernichten. In vielen vorzüglich eingerichteten Fabriken werden daher Zeitaufnahmen während der Arbeit meist nur dann noch gemacht, wenn ein Streit zwischen Vorkalkulator und Arbeiter, der mit dem Zeitakkord nicht zurechtzukommen behauptet, geschlichtet werden muß.

Auch andere Versuche sind gemacht worden, um die tatsächlich zur Ausführung der Arbeit notwendige Zeit hinter getaner Arbeit gewissermaßen in Gemeinschaft mit dem Arbeiter festzustellen. Zu diesen Mitteln gehören die Stempeluhren, die Anfang und Ende einer Arbeit aufschreiben, und bei denen der Versuch gemacht wird, die Tagesarbeit des einzelnen in einer fortlaufenden Kette von Niederschriften festzuhalten in der Weise, daß innerhalb der Schicht sowohl Anfang und Ende jeder Einzelarbeit aufgeschrieben als auch die Gesamtheit dieser Arbeiten zur Summe der Schichtminuten, also bei 8 Stunden auf 480 Minuten, selbsttätig addiert wird. Mit Hilfe dieser Stempeluhren können auch die Stück- und Stundenlohnarbeiten, die sich in den einzelnen Betrieben häufig mischen, säuberlich voneinander geschieden werden. Zweifellos sind Stempeluhren ein ganz gutes Mittel, um die Tageskette der Arbeiten des einzelnen Mannes minutenweise zu belegen, dagegen brauchen sie Anfang und Ende der Einzelarbeit durchaus nicht wirklichkeitsgemäß festzuhalten, weil trotz des Vorhandenseins der Minutenkette der Arbeiter sehr wohl in der Lage ist, das Ende einer angefangenen Arbeit und also auch den Anfang der darauffolgenden trotz der Stempeluhr stark zu verschieben. Es gibt kein Mittel, auch nicht das der schärfsten Aufsicht, das den Arbeiter zwingen kann, die Arbeitskarte wirklich in dem Augenblick mit dem Endstempel zu versehen, wenn eine Arbeit beendet ist, und gleichzeitig mit dem neuen Anfangsstempel zu versehen, wenn die anschließende neue Arbeit beginnt. Auch die Wege zur Stempeluhr oder ein starker Andrang vor ihr

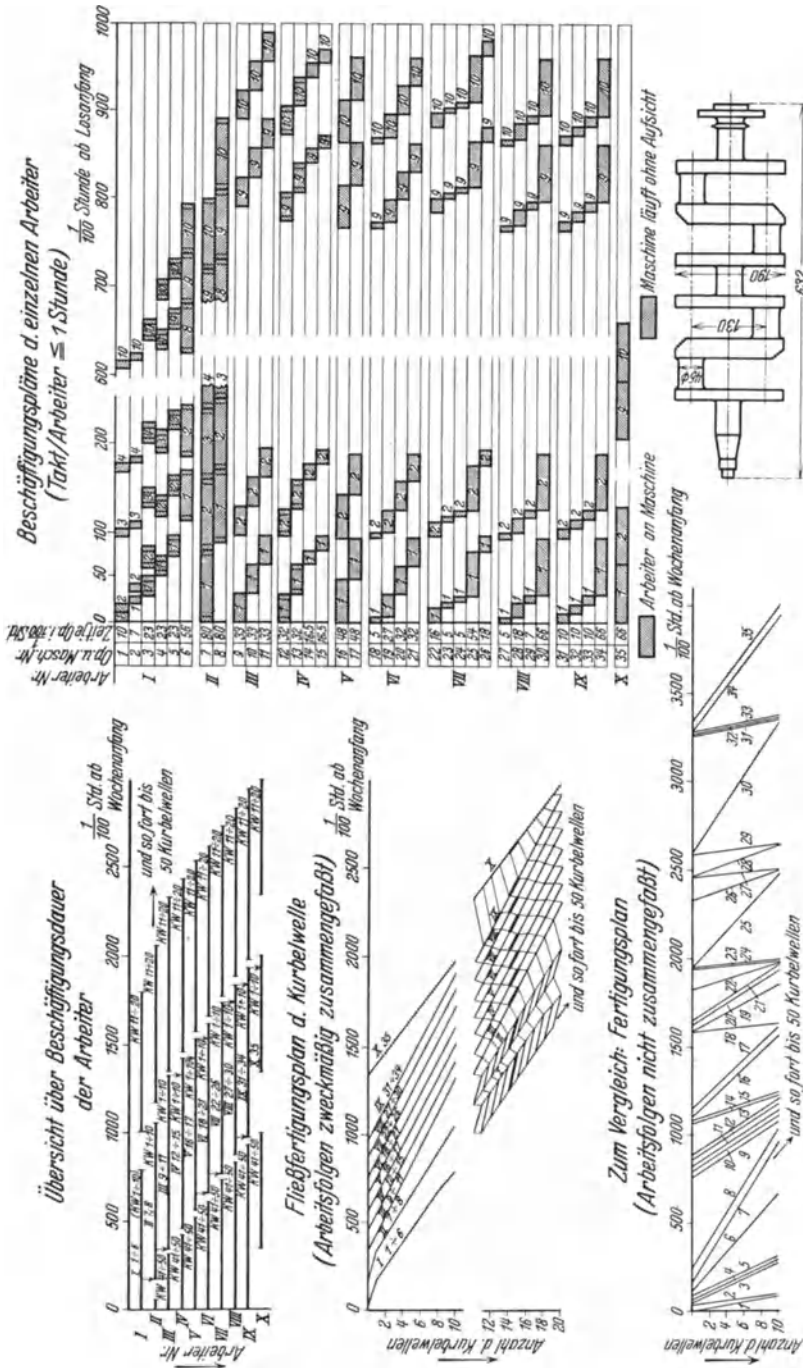


Abb. 67. Fließfertigungsplan für eine Kurbelwelle bei 10 Stück je Tag.

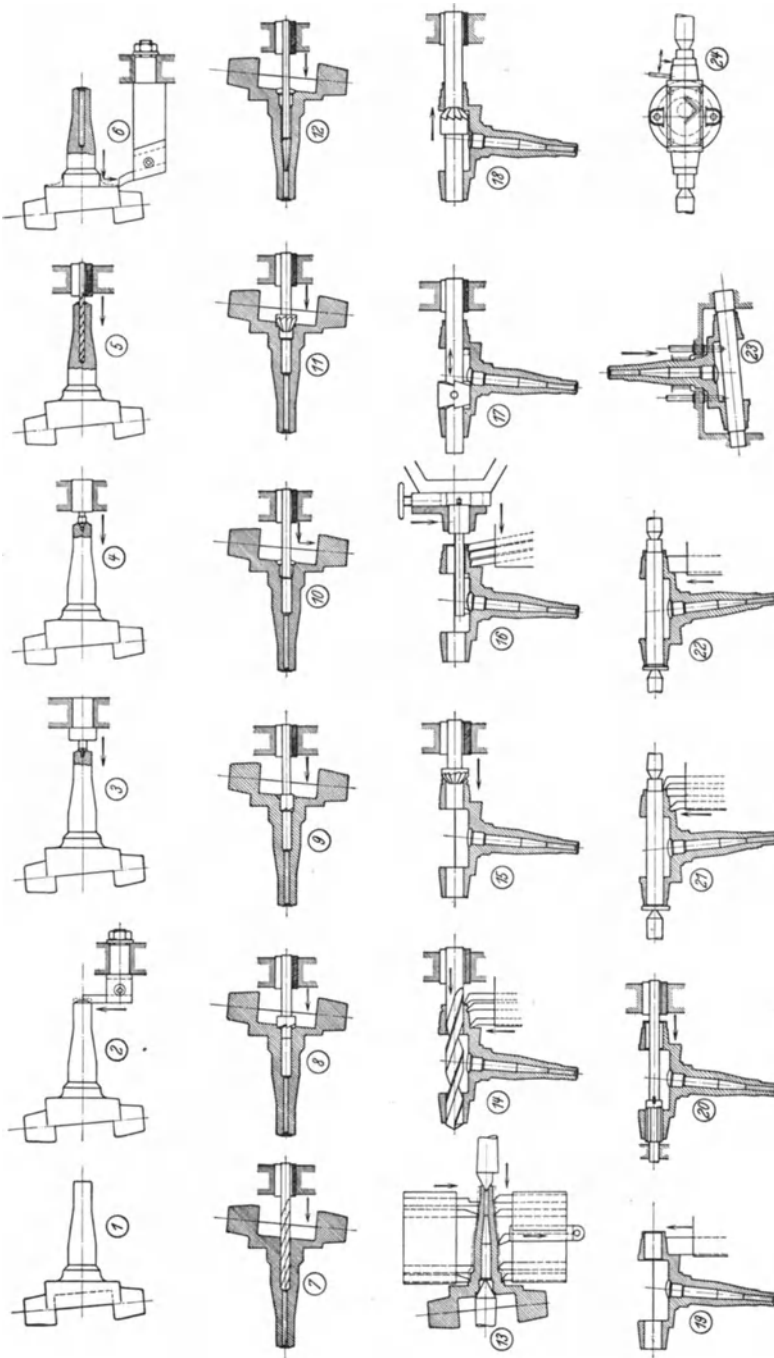


Abb. 68. Die 24 Arbeitsstufen eines Automobil-Vorderachsenkells.

können berechtigten Anlaß zu unerwünschten Stempelzeitverschiebungen geben. Immerhin werden bei der Einführung der Stempeluhren etwa absichtliche Zeitverschiebungen als „dolos“ bezeichnet, dementsprechend behandelt und unter Umständen bestraft werden können.

Die bekannten Verfahren zur richtigen Zeitermittlung¹ sind in hohem Maße abhängig von den bei der Fertigung vorgeschriebenen Stückzahlen. Bei der Einzelfertigung ist für die Anstellung von Zeitstudien in der Regel keine Zeit da; sie sind auch niemals wirtschaftlich. Die Ermittlungskosten sind zu groß, man wird sich in der Mehrheit der Fälle hier mit einer Schätzung begnügen, die nur bei Ermittlung der Maschinenzeit durch eine Rechnung ergänzt werden kann.

Bei der Reihen- und Massenfertigung wird man die Zeitaufnahme auf besonders wichtige und wiederholt vorkommende Teile beschränken. Die untergeordneten und selten vorkommenden Teile wird man wieder schätzen. Die Kalkulationsarbeit wird beschleunigt durch das Herausnehmen von Griffgruppen.

Für die Fließarbeit sind gründliche und ausgedehnte Zeitaufnahmens stets notwendig, unter Umständen sogar Bewegungsstudien, um die gleiche Ausführungszeit, das ist den Takt, für einzelne und für zusammengefaßte Arbeitsstufen zu bekommen. Man muß zu diesem Zweck einen Fertigungsplan haben, in dem die Arbeitsfolgen einzeln und ganz unabhängig voneinander aufgeführt sind. Dann wird man sich eine Übersicht über die mögliche Beschäftigungsdauer der einzelnen Arbeiter durch Einzelarbeitsgänge schaffen, endlich wird man die Arbeitsgänge, wenn sie einzeln nicht lang genug sind, zweckmäßig zusammenfassen oder einen Werkplatz mehrfach besetzen, um eine zu lange Einzelzeit auf den gewählten Takt zu bringen. Damit bekommt man dann den Fließfertigungsplan. Hier ist eine Theorie nicht möglich, sondern man muß am praktischen Beispiel die Leistungen einzeln auszählen, dann die Beschäftigungspläne der einzelnen Arbeiter untereinander zeichnen und so lange verschieben und abgleichen, bis die Vollaussnutzung erreicht ist (Abb. 67). Hat das Arbeitsstück eine verwickelte Form und ist dementsprechend die Arbeitsstufenzahl hoch (Abb. 68), so kann die Einrichtung einer voll abgestimmten Fließstrecke für ein Einzelteil große Schwierigkeiten machen, wenn sie überhaupt gelingt. In der Mehrheit der Fälle ist daher die Fließarbeit auf den Zusammenbau der Einzelteile zu einer Gruppe oder von Gruppen zu ganzen Maschinen beschränkt. So ist sie auch in dem Mutterlande der Fließfabrikation, Amerika, als „fortschreitender Zusammenbau“

¹ Peiseler, G.: Richtige Akkorde. Berlin: Julius Springer 1929. — Gottwein: Schlosserei- und Montage-Arbeitszeitermittlung. Berlin: Julius Springer 1928. — Drescher: Die Zeitkontrolle im Rahmen der Betriebsorganisation. Werkst.-Techn. 15. April und 1. Mai 1929 S. 229, 264.

(progressive assembly) entstanden. Abb. 69 zeigt als Beispiel, wie mit einem Takt von 11 Sekunden der Gruppenzusammenbau und die Gesamtfertigstellung in der Fahrradglockenmontage erfolgt. Grundsatz ist heute, daß man sich bei der Einrichtung von Fließstrecken für mäßige Stückzahlen, die zeitlich womöglich nur auf bestimmte Monate im Jahre beschränkt sind, so einrichtet, daß man sich mit möglichst ein-

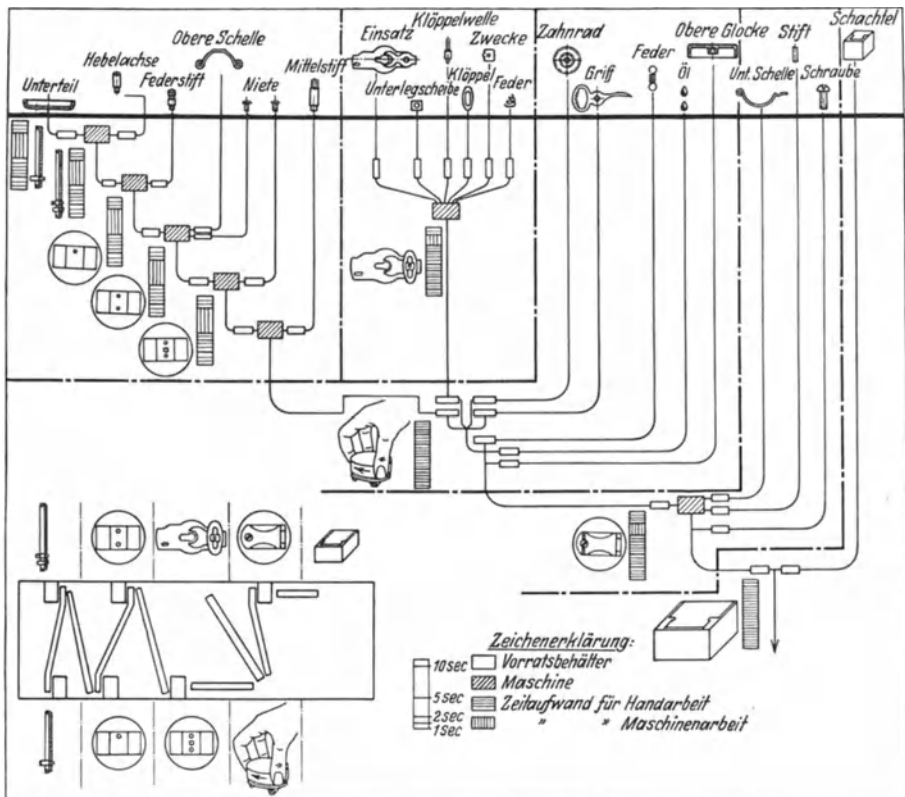


Abb. 69. Fließender Zusammenbau von Fahrradglocken mit 11 Sekunden-Takt.

fachen, schnell zusammengebauten und billigen Fließeinrichtungen (Schiebeleisten, Rundtische, Rutschen, Rollbahnen usw.) behilft, die man dann ohne Gewissensbisse nur kurze Zeit betreibt, wieder auf Zeit beiseitestellt, durch eine andere Einrichtung ersetzt und so den guten Gedanken und den außerordentlichen technischen Fortschritt der Fließfertigung auch für beschränkte Massenfabrikationen mit geringem Kapitalaufwand nutzbar macht.

Der große kulturelle Vorteil dieser fortgeschrittensten Art zu fertigen liegt bei gleichzeitiger Verbilligung des Herstellungsgegenstandes für den

Verbraucher in der Verkürzung der Arbeitszeit für alle Werksangehörigen. Das ganze Ziel der Maschinenvervollkommnung in unserem Zeitalter wäre verfehlt, wenn nicht gleichzeitig Preisverbilligung und Arbeitszeitverkürzung für die gesamte Menschheit dabei herauskäme.

Dort, wo sich kostspielige Zeitstudien nicht lohnen, kann man gute Erfahrungswerte, gesammelt in einer großen Gemeinschaftsarbeit der beteiligten Industrien, benutzen. Da die Laufzeiten je nach dem Werkstoff von Werkzeug und Arbeitsstück zwar stark schwanken, aber stets recht genau errechenbar sind, hat man den Hauptwert auf die Feststellung der in allen guten Fabriken etwa gleich langen Nebenzeiten gelegt und über diese die wertvollen Refa-Tafeln herausgegeben. Die in diesen Tabellen festgelegten Erfahrungswerte gestatten ein schnelles Arbeiten in den Vorkalkulationsbüros. Man muß sich nur hüten, durch unrichtige oder unberechtigte Zuschläge die genaue Ermittlung der Haupt- und Nebenzeiten zu verschleiern. Man darf also niemals ohne sorgfältige Zusatzermittlung von Fall zu Fall etwa einen meist gegriffenen, aber selten berichtigten Verlustzuschlag, gewählt nach den Erfahrungen anderer, daraufschlagen. Nach meinen Erfahrungen braucht in einem gut organisierten und scharf überwachten Betrieb der Verlustzeitzuschlag normalerweise nicht mehr als 5 % zu betragen für körperliche Bedürfnisse, kleine Zusatzarbeiten, wie Stahl schleifen, Stahl holen, Maschinen abölen u. dgl. mehr, die man im einzelnen von Fall zu Fall wegen der damit verbundenen großen Aufsichts- und Schreibearbeit nicht erfassen will oder kann. Bei allen größeren Zeitverlusten aber sollte man zäh daran festhalten, daß sie vom Arbeiter einzeln aufgeschrieben, vom Meister überprüft und gegengezeichnet und vom Lohnbüro gesondert bezahlt werden. Ferner muß der Betriebsleiter veranlaßt werden, von diesen Zeitverlusten und ihrer Vergütung täglich oder wöchentlich durch Gegenzeichnung Kenntnis zu nehmen. Es muß weiter dafür gesorgt werden, daß diese Verluste in der Betriebsrechnung unter den Gemeinkosten ein besonderes Konto bilden, durch das sie mindestens allmonatlich gesammelt, bewertet und der Geschäftsleitung vor Augen geführt werden. Dieser anscheinend große Aufwand lohnt sich schon bei einem Verlustzeitzuschlag von 10 % auf den Produktivlohn, da er ja sehr erhebliche Summen nutzlos ausgegebenen Geldes bedeutet.

Wenn nach richtiger Arbeitsvorbereitung die Zeitaufnahme bei der Herstellung der Ausfallmuster zeigt, daß die Bearbeitungszeit nach entsprechender Einübung der Vorkalkulation entspricht, dann werden die endgültigen Zeiten in die Arbeitsgänge eingesetzt, zerlegt in Einrichtezeit, Maschinenzeit, Griffzeit, Nebenzeit und Verlustzeit.

Der psychologische Anreiz, die akkordierten Zeitminuten zu unterschreiten, erfolgt durch das richtig gewählte Lohnsystem. Überall

da, wo es angeht, soll die Vorkalkulation vor der Ausführung der Arbeit die Zeit festsetzen. Überall dort, wo eine Zeitfeststellung vorher unzweckmäßig oder zu kostspielig ist, muß Stundenlohn gezahlt werden. Das gilt für Instandsetzungsarbeiten, Revisionsarbeiten, Herstellung von Mustern u. dgl. mehr. Dann aber muß die Abrechnung so geleitet werden, daß sofort bei oder unmittelbar nach Ablieferung der Arbeit die Ermittlung erfolgt, wieviel Zeit denn aufgewendet wurde. Aber der Abstand dieser Feststellung von dem Zeitpunkt der Fertigstellung soll sich nur auf wenige Stunden, höchstens einen Tag beschränken.

Es wird heute im allgemeinen durchaus nicht grundsätzlich für das gleiche Stück das gleiche Geld bezahlt, sondern es wird nur die gleiche Zeit für die gleiche Arbeit vorgeschrieben, während die Bezahlung durch Einführung eines „Geldfaktors“ erfolgt, bei dessen Höhe das Alter, Geschlecht und die sozialen Verhältnisse des die Arbeit ausführenden Menschen u. a. m. leicht berücksichtigt werden können. Dabei darf nie übersehen werden, daß die Verteilung der Arbeiten immer so erfolgt, daß diese je nach Schwierigkeit der Ausführung, Schwere des Stückes usw. stets innerhalb der gleichen Arbeiterklasse bleiben. Man läßt z. B. Frauen und Männer, Erwachsene und Jugendliche nie die gleiche Arbeit ausführen.

Wenn man an der Zeitminute als Grundlage der Akkordvorgabe festhalten will, so kann man das verhältnismäßig leicht tun, wenn man mit einem Geldfaktor arbeitet, der alles aufnimmt, was als Zuschlag auftreten kann, damit eben für die gleiche Arbeit auch immer die gleiche Zeit vorgegeben werden kann. Der „wissenschaftlich“ festgesetzte Arbeitszeitwert eines Stückes scheidet dann ein für allemal aus dem Tarifkampf aus.

Wenn Zeitakkorde vorhanden sind, so wird auch die Verständigung zwischen Betriebsbeamten und Arbeitern erleichtert, weil die Minutenberechnung das Feilschen um Geldsummen ausschließt. Die Verhandlungsgrundlage wird sachlicher, der Verhandlungston gemäßiger. Der Geldakkord wiederum erleichtert dem Lohnbüro und der Nachkalkulation die Arbeit, wenn auch bei der Nachrechnung das Abrechnen in Zeitminuten für die ausgeführte Arbeit und in Zuschlagsminuten für die Gemeinkosten ebenfalls keine Schwierigkeiten bietet. Im Falle einer Änderung der Geldtarife für den Durchschnittslohn wird dann beim Zeitakkord durch einfache Multiplikation mit dem erhöhten Geldfaktor die Ausrechnung der Beträge im Lohnbüro sehr erleichtert. Es ist aber zu bedenken, daß bei diesem System alle Akkorde automatisch aufwärts oder abwärts gehen, wenn sich der Geldfaktor mit dem Ernährungsindex ändert. Sind dagegen dem Arbeiter nur die Geldakkorde bekanntgegeben, so steht ihre Richtigkeit bei Tarifentscheidungen ohne Zusammenhang mit der Änderung

des Index bzw. des Geldfaktors. Im Geldsystem braucht man beim Heraufgehen des Index oder bei Tarifierhöhungen also nur die Akkorde zu erhöhen, deren absoluter Wert dann unter die Grenze des Sollverdienstes kommt. Da die meisten Akkorde erfahrungsgemäß wesentlich größere Sicherheitszuschläge (Verlustzeit!), Akkordüberverdienst usw. enthalten, als Auf- oder Abschläge bei einer Tarifveränderung auftreten, so braucht man meistens beim Heraufsetzen der Durchschnittsverdienste nur etwa 10% der Akkorde zu regeln, den Rest kann man bestehen lassen. Der Kampf um die Regelung der Akkorde beruht in der Mehrheit der älteren Werkstätten, deren Akkorde nicht durch gründliche Zeitaufnahmen ermittelt sind, auf der als unantastbar aufgestellten Regel: „Festgesetzte Akkorde dürfen nur umgeändert werden, wenn dies durch Veränderung der Arbeitsmethode, Änderung der Stückzahl und ähnliche wesentliche Abänderungen begründet ist, oder wenn ein offener Irrtum in der Vorkalkulation vorliegt.“ Dieser Grundsatz ist weder sachlich noch wirtschaftlich berechtigt. Er ist entstanden zur Sicherung der Arbeiter gegen ein willkürliches oder ungerechtes Handhaben der Akkordschere. Man muß sich aber andererseits auf den Standpunkt stellen, daß nur gerechte Akkorde aufrechterhalten bleiben dürfen, alle falschen müssen so lange geändert werden, bis sie richtig sind. Die Zeitaufnahmen sind dabei das wichtigste, weil sachlich unangreifbare Mittel zur Aufdeckung von Kalkulationsfehlern.

Die Entscheidung, ob man Einzelakkord, Gruppen- oder Abteilungsakkord einführt, muß von Fall zu Fall getroffen werden. Die stärkste Wirkung des Akkordlohnsystems erreicht man jedenfalls bei Einzelarbeit, denn nur wenn der Mensch ohne Rücksicht auf andere arbeitet, kann er seine Höchstleistung hergeben. Sobald mehrere Arbeiter zusammenarbeiten, wird der Durchschnitt der Gemeinschaftsarbeit niedriger als die Summierung der einzelnen Höchstleistungen. Hier gilt das gleiche wie beim Sport. Beim Mannschaftsrudern, überhaupt bei allen Massenspielen (Fußball, Handball, Hockey usw.), kommt es auf das Zusammenspiel an, bei dem eben der Schwächste den Takt angibt. Es mag sein, daß er selbst durch das stärkere Spiel der anderen mitgerissen wird und in seiner Eigenleistung steigt, alles in allem behindert er aber alle anderen. Nur im Einzelakkord fällt das Warten auf andere fort, können Fehlzeiten durch Beschleunigung wieder ausgeglichen werden, wird die Arbeit bestens eingeteilt.

Läßt sich das Zusammenarbeiten von zwei oder mehr Leuten nicht vermeiden, z. B. an einer Formmaschine, an einer Radsatzbank usw., dann muß eine sorgfältige Auswahl der für Zusammenarbeit geeigneten Leute einsetzen, die sich aufeinander einarbeiten müssen. Die Fest-

setzung eines richtigen Gruppenakkordes und seine gerechte Verteilung sind schwierige Dinge, deren Durchführung vielfach dem Rottenführer überlassen wird. Die Arbeiter unterwerfen sich der Entscheidung ihres anerkannten Häuptlings am willigsten.

Am stärksten machen sich Abgleichungsfehler bei der Fließarbeit geltend. Am laufenden Bande, das stets so hübsch einfach aussieht, müssen sich eine große Zahl verschiedene Handgriffe machender Leute auf dieselbe Taktzeit einspielen, und da das stets große Schwierigkeiten macht, in vielen Fällen überhaupt nicht genau möglich ist, so greift beispielsweise Bedaux zu der Vergütung unverschuldeter Wartezeiten gerade an der Fließstraße durch den Methodenzuschuß, der ausdrücklich dazu geschaffen ist, den schuldlosen Arbeiter mit dem gewährleisteten Stundenlohn schadlos zu halten und die Fehler der Betriebsleitung beim Betreiben einer Fließstraße dauernd aufzudecken. Z. B. sind in einer deutschen Gummiwarenfabrik unrichtig abgestimmte Straßen wieder in voll ausgenutzte Einzelplätze mit nachweisbar starkem Erfolge aufgelöst worden.

Zu den Arbeitszeitwerten, die für die Festsetzung eines Stücklohnes zu ermitteln sind, kommen außer den Verlustzeitzuschlägen noch andere Zuschläge, die dem Arbeiter ermöglichen sollen, mehr als den Akkordgrundlohn zu verdienen, der ja in allen Fällen niedriger liegt als der wirkliche Stundenlohn eines nicht im Akkord tätigen produktiven Arbeiters. Diese „Akkordzuschläge“ schwanken zwischen 15 und 30%. Sie werden in der Regel gestuft

1. nach der Einrichtung des Werkplatzes,
2. nach der Schwierigkeit der auszuführenden Arbeit,
3. nach der wechselnden Losziffer.

Der Zeitausgleich wird immer so erfolgen, daß ein Arbeiter von unterer Fähigkeit mit dem durch die Vorkalkulation festgestellten Arbeitszeitwert plus den von den drei obenerwähnten Punkten abhängigen Zuschlägen auskommen kann. Zeitverschwendung unterscheidet sich von der Materialverschwendung vor allem dadurch, daß sie unwiederbringlich verloren ist, sie muß also mit dem ganzen Rüstzeug an Kenntnis, Erfahrung und Wissenschaft bekämpft werden.

Alle, die sich mit dem Lohnproblem praktisch befaßt haben, haben den Versuch gemacht, den wechselnden Schwierigkeitsgrad der in der Werkstatt vorkommenden Arbeiten durch Zuschläge auf den Normallohn auszugleichen. Peiseler unterstufte z. B. die von ihm benutzten Zuschläge nach:

- | | |
|---------------|-----------------------------|
| 1. normal, | 3. sehr schwierig, |
| 2. schwierig, | 4. ausnahmsweise schwierig, |

eine Stufung, die bei der Anwendung und Auslegung auf Schwierigkeiten stoßen wird. Bedaux legt den von ihm je Beschäftigungszweig

sorgfältig ermittelten Schwierigkeitszuschlag in die bei jeder Arbeit auftretende unvermeidliche Ermüdung und wertet außerdem die Ausführungsgeschwindigkeit der Arbeit im Vergleich zu dem ihm bekannten Arbeitstempo des Normalarbeiters.

Sogar in dem kommunistischen Rußland, in dem eine Benachteiligung der herrschenden Klasse der Arbeiter sicher nicht beabsichtigt sein wird, gilt für die gleiche Arbeiterklasse jetzt wieder der Spruch: Gleicher Lohn für gleiche Arbeit, also auch ungleicher Lohn für ungleiche Arbeit, und damit ist der Grundsatz der nach der Leistung differenzierten Stücklohnvorgabe auch im russischen Arbeitsvertrag in dem gleichen Sinne vorhanden, wie er in den kapitalistischen Industrieländern der Welt herrscht.

Die richtige Auswahl des Lohnsystems schafft eine Vertrauensstimmung zwischen Arbeiter und Betriebsleitung mit dem Ziel der Zusammenarbeit. Herrscht diese Vertrauensstimmung nicht, so tritt an ihre Stelle Gleichgültigkeit oder aber häufig Kampf, mit der Einmischung der offiziellen Vertretungen: für die Arbeitgeber durch die Rechtsbeiräte, für die Arbeitnehmer durch die Gewerkschaften. Damit wird das Verhandeln der beteiligten Menschen durch beamtete Organe ersetzt mit einem Ergebnis, das selten gut tut, das sich daher in der heutigen Zeit der Arbeits- und Lohnkrise auch nicht bewährt hat.

Ein in Amerika stark verbreitetes und erprobtes System, das bereits erwähnt wurde, ist das des amerikanischen Organisators Bedaux, ein anderes, völlig vom kapitalistischen Unternehmer erdachtes, das des Tschechen Bata.

Die Grundlage des Bedaux-Systems¹ sind besonders sorgfältig durchgeführte Zeitstudien mit dem Zusatz einer Schätzung der Ausführungsgeschwindigkeit, Einführung einer zulässigen Anstrengungskomponente, Belohnung der Anstrengung über den Durchschnitt, Zuschuß für schlechte, aber unverschuldete Platzausnützung, Gewährleistung eines ausreichenden Stundenlohnes. Bedaux wertet die gemachten Zeitstudien nach der Häufigkeit graphisch aus. Abb. 70 zeigt z. B. 14 Sekunden als Spitze der Häufigkeitskurve. Die Geschwindigkeitsmessung ist neu, doch verhältnismäßig leicht durch geeignete Zeitnehmer erlernbar. Die richtige Bemessung der Anstrengungskomponente (Erholungszuschlag) innerhalb der Zeitvorgabe kann nur durch eine lange Jahre durchgeführte und überwachte Statistik der

sek	Zahl der Aufnahmen
10	I
11	II
12	III
13	IIII III
14	IIII IIII II
15	IIII IIII I
16	IIII
17	IIII
18	II
19	
20	I

Abb. 70. Auswertung von Zeit-
aufnahmen nach der Häufigkeit.

¹ Schlesinger, Das Bedaux-Verfahren. Werkst.-Techn. 15. Juni 1930 S. 325.
Schlesinger, Fabrikbetriebe.

einzelnen Industriezweige erfolgen. Die Eintragung des Zeitakkordes erfolgt durch Messung der Arbeitsmenge in Punkten (B). Dabei legt Bedaux eine Menge von 60 B für die Stunde zugrunde. Seine Arbeitsmenge von 1 B wird also in 1 Minute geleistet. Wer nur die Hälfte leistet, hat 30 B, wer das Doppelte leistet, 120 B herausgebracht. Bedaux sieht für einen tüchtigen Arbeiter als dauernd ausführbar eine Leistung an, die etwa 30 % über der des gewöhnlichen Durchschnittsarbeiters liegt.

Ein „B“ ist also die Minutenleistung eines Arbeiters ohne Tempo, 1,33 B die Minutenleistung des Menschen mit zulässigem Dauertempo, wie es auch bei dem üblichen Akkordsystem zugrunde gelegt wird. Allen Arbeitern wird ein Mindeststundenverdienst auf der Grundlage von 60 B auch dann zugebilligt, wenn sie weniger als 60 B leisten. Wesentlich ist, daß die Abrechnung über die Leistung der Arbeiter, ausgerechnet für jeden einzelnen, 24 Stunden später in der Werkstatt öffentlich ausgehängt wird. In diesem Aushang sind alle die Leute, die weniger als 60 B verdient haben, sei es verschuldet oder unverschuldet, rot markiert. Bedaux zahlt nur 75 % der Prämie aus, mit dem Rest von 25 % wird die Anteilnahme des Aufsichts- und Hilfspersonals am Prämienverdienst der Arbeiter herbeigeführt.

Die Erholungszuschläge macht nur die Bedaux-Leitung selbst. Dazu benutzt sie ihre jahrzehntelangen statistischen Aufzeichnungen über viele Industriezweige; sie schwanken je nach der Arbeit zwischen 5 und 210 %. Einen Verlustzeitzuschlag kennt Bedaux überhaupt nicht, wohl aber Zeitverluste, die jedesmal besonders belegt und besonders bezahlt werden. Die Güte des Arbeitsplatzes und des Verfahrens mißt Bedaux nicht einmalig und gilt sie dann endgültig durch einen Schwierigkeitszuschlag ab, sondern er kritisiert die Methode dauernd und zerlegt, falls nach seiner Untersuchung der Arbeiter nicht auf den Durchschnitt von 60 Punkten/Stunde kommen kann, wenn er also dauernd unverschuldet benachteiligt wird, die Bezahlung der Arbeit in den verbürgten Stundenbetrag + Methodenzuschuß. Da nun dieser Methodenzuschuß unaufhörlich als Fehler der Einrichtung sichtbar gemacht und sogar vom Prämienverdienst der Betriebsleiter abgezogen wird, so haben alle, vom Arbeiter bis zum Leiter, das Bestreben, ihn zu beseitigen. Wir haben also auch hier wieder den Versuch vor uns, mit psychologisch wertvollen Gedanken an die Lösung des Lohnproblems heranzugehen und gerechterweise nur den zu bestrafen, der an schlechten Leistungen der Werkstatt mittelbar oder unmittelbar schuldig ist. Die Sichtbarmachung in den öffentlichen Aushängen gibt unaufhörlich Anlaß, durch Zeitverluste und Methodenzuschüsse gekennzeichnete Fehler zu verbessern.

Die Klassifizierung der Arbeit erfolgt:

1. gemäß den physischen Anforderungen der Tätigkeit,
2. nach Vorbildung, Geschicklichkeit, Erfahrung,
3. nach Verantwortung und Geistesfähigkeiten,
4. auf ein gewisses Wagnis.

Danach richtet sich dann die Anlernzeit. Das Bedaux-System ist kostspielig durch die mühevollen Zeitaufnahmen und das Personal, das nötig ist, um die täglichen Aushängbogen rechtzeitig fertig zu bekommen. Es hat sich gut bewährt in größeren Betrieben, in denen eine geregelte Dauerarbeit geleistet wird, wie z. B. bei der Fabrikation von Gummireifen, Porzellan, Textilien, Automobilen und anderen Massengütern.

Von einer psychologisch ganz anderen Grundlage geht das Lohnsystem des tschechischen Schuhfabrikanten Bata in Zlin aus. Bata stellt als Haupterfordernis den Grundsatz der „Beteiligung jedes Angestellten und Arbeiters am Erfolg des Unternehmens“ in den Vordergrund. Er nennt es die „Erziehung zu unternehmerischem Denken“. Jeder Arbeiter ist sein Teilhaber; geht es Bata gut, so soll er mitgewinnen, und umgekehrt sinkt auch sein Überverdienst¹.

An dem Erfolg der Einzelwerkstatt nimmt jeder in ihr tätige Arbeiter teil. Über diesen Ansporn hinaus werden etwa 30 % aller Arbeiter durch Prämien an dem Ertrag des ganzen Werkes beteiligt. Dieses System ist eng verknüpft mit dem Charakter der wenig fortgeschrittenen Bevölkerung des Dörfchens Zlin, das in ländlicher Umgebung, abgetrennt von den großen Verkehrsstraßen liegt. Durch die Beteiligung am Ertrag der Sonderwerkstatt bzw. des ganzen Werkes entsteht das Interesse am sparsamen Umgehen mit Werkzeugen und Hilfsstoffen, zur Schonung der Maschinen und Werkzeuge sowie zur Sauberkeit und Ordnung an jeder Stelle. Dadurch wird in dieser Fabrik eine richtige Budgetierung der inneren Ausgaben Voraussetzung, wie wir sie heute zwar für jedes gut eingerichtete und straff organisierte Werk fordern, aber leider meist nicht finden.

In den Fertigwerkstätten von Bata, die ganz gleichartig ausgerüstet sind, herrscht eine Art kollektiver Akkordlohn. Es arbeiten immer zusammen: eine Gruppe Arbeiter am laufenden Band als Monteure mit etwa halb so viel Maschinenstepperinnen außerhalb des Bandes. Durch die offenbar scharf geführte Statistik, die sich bei der großen Zahl der gleichartigen Werkstätten besonders gut durchführen läßt, ist man in der Lage, jedem einzelnen Posten und seinen Abweichungen nachzuspüren und das Instrument der kontrollierenden Abrechnung, insbesondere der Unkosten, besonders scharf auszunutzen.

¹ Vgl. Schriften des Internationalen Arbeitsamtes in Genf. Int. Rdsch. Arb., Zweigamt Berlin 1930 Hefte 2 u. 3.

Der Ausgangspunkt der Akkordfestsetzung ist 1. eine bestimmte Höchstproduktion je Tag und Werkstatt, 2. die Feststellung des Grundlohnes je Arbeiter nach Schwierigkeit der Aufgabe, 3. die Einteilung der Arbeiterschaft in 4 Gruppen nach Alter und Geschlecht und 4. die Festsetzung eines Durchschnittslohnes für jede Gruppe, da die Grundlöhne der einzelnen Arbeiter nicht gleich sind.

Sinkt die Ausbringung auf die Hälfte ab, gleichgültig, ob verschuldet oder unverschuldet (z. B. durch Auftragsverminderung), so sinken auch die Wochenverdienste der Werkstätten entsprechend. Vergleicht man die erarbeitete Wochenlohnsumme mit der Produktionsmenge, so ergibt sich der Lohnanteil auf den Schuh als Produktionseinheit. Dieser Wert gilt auch, wenn die Beschäftigung noch so stark schwankt. Aus dem Einheitspreis der Schuhe ergibt sich der Wert der Wochenproduktion. Nunmehr kann man die Verteilung des gesamten verdienten Geldes auf den einzelnen Arbeiter nach seinem Gruppensatz vornehmen. Die Werksleiter und die Meister sind ebenfalls beteiligt, und zwar durch einen festen Betrag an den Unkosten, der ihnen je Schuh bewilligt wird. Ihre Beteiligung steigt in dem Maße, wie sie den Festbetrag unterschreiten. Nur wenn die Werkstatt unter dem festgesetzten Verrechnungspreis (vgl. S. 48 und 64) bleibt, hat sie einen Gewinn, und nur an diesem Gewinn sind die Meister und Betriebsleiter beteiligt. Da an den inneren Verrechnungspreisen normalerweise nicht gerüttelt wird, entsteht ein Ansporn, trotz gleicher, dauernd kontrollierter Güte die Verrechnungspreise auch dauernd zu unterschreiten, also den Geschäftsgewinn an allen Stellen der Fabrik zu steigern.

Nach Schilderung der beiden für das Gebiet der Großfabrikation besonders durchgearbeiteten Beispiele von Lohnformen als Grundlage für den Ansporn aller am Arbeitsprozeß beteiligten Personen bleibt als letzter wichtiger allgemeiner Gesichtspunkt für die Bemessung der Lohnhöhe in jeder, auch der kleinsten Fabrik der Einfluß der Abnahmebedingungen zu besprechen. Der Lohnansporn treibt zur Erhöhung der Arbeitsschnelle und gefährdet die Güte der Arbeitsausführung, deren Sicherung den Revisoren zufällt. Die Tätigkeit der Abnahmebeamten wird daher stets und natürlich hemmend auf die Leistung der Arbeiter einwirken, wenn nicht die Güte der Erzeugnisse sinken und der Ruf der Fabrik leiden soll. Jedoch stellt sich der Werkstattsarbeiter schnell auf die Eigenart und den Hochstand der Abnahme ein. Die Verfahren und die Toleranzen der Revision sind daher stets maßgebend auch für die Verdienstmöglichkeiten des einzelnen, andererseits für die Kosten, die nach dem Einspielen der Arbeiter auf die vorgeschriebenen Verfahren für das Stück gezahlt werden müssen.

Alle Schwierigkeiten werden aber auf ein Mindestmaß zusammenschrumpfen, wenn Arbeitgeber und Arbeiter ihre Pflichten für die

Arbeitsausführung unter gemeinsamem Gesichtswinkel ansehen. Der Arbeitgeber hat den Arbeitsplatz in bestem Zustand zur Verfügung zu stellen, hat die Werkstücke in geregelter Folge und störungsfrei an die Werkplätze zu bringen, hat die Arbeitsaufgabe klarzustellen, die Aufgabenlösung eindeutig vorzuschreiben, eine sachliche Abnahme einzurichten, eine gerechte Akkordbewertung und eine pünktliche Zahlung der Akkordverdienste vorzunehmen.

Für den Arbeiter gilt: fachmännische und wirtschaftlichste Ausnutzung des Arbeitsplatzes, abnahmegerechte Bearbeitung der Werkstücke unter Einhaltung richtiger Akkordzeiten, Angabe der verbrauchten Zeit je nach Verlangen durch Niederschrift oder Stempelung. Die Abnahmebedingungen und -geräte müssen den Akkordbedingungen entsprechen, die Bezahlung muß ausreichend sein. Dann liegt für den Arbeiter kein Grund vor, nicht dauernd das Beste zu leisten.

Das Lohnproblem mündet schließlich wie alle Werkstattprobleme in der abrechnenden Kontrolle, die nach dem Grundsatz der doppelten Buchführung immer eine Gutschrift und eine Lastschrift verbinden muß (vgl. Abb. 61, rechte Seite). Der Arbeiter wird für seine Tätigkeit in seiner Werkstatt erkannt, die Summe der Gutschriften für die Arbeiter gibt die Gesamtleistung der Werkstatt, die später als Maßstab für die Verrechnung der Gemeinkosten benutzt wird, und dieselben Beträge, nach Auftragsnummern gegliedert, geben die Belastung der Aufträge oder der Konten des inneren Betriebes (Betriebsrechnung). Es kommt nun darauf an, den Betrieb so zu führen, daß das zur Be- und Entlastung notwendige Schreibwerk, dargestellt durch die Zettel, die von einer Zentralstelle (Werkbüro) ausgeschrieben, durch den Betrieb laufen und vom Betrieb wieder an die Buchhaltung gehen, in sparsamster Weise ausgefüllt, die Verfolgung der Arbeitsleistung vom ersten bis zum letzten Arbeitsgang im einzelnen und in der Gesamtheit und den Gegenwert dieser Leistung im wiedererstehenden Stück festzuhalten gestattet. Keine Geldzahlung im Betrieb darf ohne Beleg geschehen, aber es kommt in jeder gut geleiteten Fabrik darauf an, die Zahl dieser Belege auf das Mindestmaß herabzudrücken.

Was brauchen wir nun zur Ingangsetzung, Verfolgung und Bewertung der Arbeiterleistung? Ausgangspunkt ist die Geschäftsstelle des Betriebes, ist das Werkbüro (Abb. 71, Gruppe 1), das Herz der Betriebsleitung. Hier wird die vorbereitete Arbeit in Empfang genommen und nun preis- und termingerecht vom Rohstück bis zum Fertigfabrikat durch die Fabrik geführt. Preisgerecht, d. h. zu dem von der Vorkalkulation festgestellten Geld- oder Zeitakkord, termingerecht, d. h. in abnahmefähigem Zustande und zur rechten Zeit.

Der erste Arbeitsgang ist in allen Fällen der Auftrag an das Lager, das Material an den Arbeitsplatz für die erste Bearbeitungsstufe zu

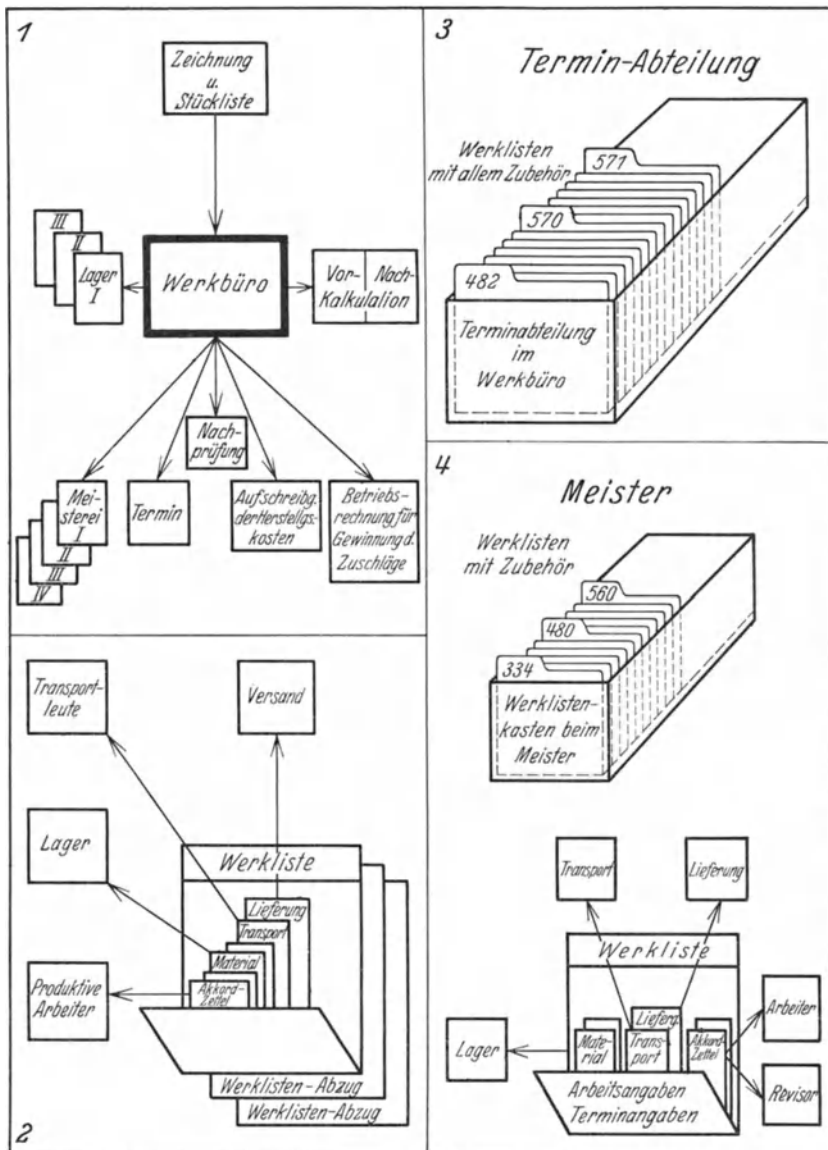


Abb. 71. Zusammenarbeit von Werkbüro und Werkstatt. (Arbeitsführung.)

schaffen. Das Werkbüro schreibt dazu den Materialzettel aus. Der zweite Gang ist, dem Arbeiter über den Meister den Akkordzettel zuzustellen. Der dritte ist, dem Arbeiter die fertiggestellte Arbeit durch eine Güteprüfung abzunehmen, der vierte, den erledigten Akkordzettel

über das Terminbüro ins Lohnbüro zu fördern. Der fünfte bringt die Bewertung im Lohnbüro als Unterlage für die Auszahlung der Wochenbeträge für die Arbeiter, der sechste und letzte die Benutzung des bewerteten Lohnzettels zur Belastung des Auftrages, gleichgültig, ob Kunden- oder Reparaturauftrag, in der kontrollierenden Abrechnung.

Um diese zwangsläufige Kette von Handlungen sicherzustellen, muß das Werkbüro die vom technischen Büro gelieferte Stückliste in eine Werkliste umarbeiten, die eine Aufeinanderfolge der Werksaufträge enthält. Diese werden in Zettel atomisiert, in Einzelaufträge verwandelt, die dem Lager, jedem einzelnen Arbeiter und jedem Transportmann ausgehändigt werden können, ohne daß der erste durch den folgenden gestört wird. Da die Zeit für die Fertigung der Arbeitsstufen jeder Werkstatt vorgeschrieben ist, kann auch noch leicht ein Werklistenabzug für das Terminbüro gemacht werden, in dem sich, nach Auftragsnummern geordnet, der ganze Terminplan zusammenfindet, während auf jedem Meisterplatz nur die Zettel erscheinen, die den einzelnen Meister angehen.

In Abb. 61 ist der Zusammenhang der ganzen Abrechnung klar gemacht; links steht die Material-, rechts die Lohnabrechnung. In Abb. 71, Gruppe 2, ist die Aufgabe der Werkliste in ihrem Zusammenhang zur Produktion, dem Lager, dem Transport, dem Versand verdeutlicht. Jeder Werkmeister bekommt die Werkliste mit den Zetteln, die er zu hantieren hat, und er kann sie sich in einem Kasten (Gruppe 4) abstellen, in den ihm zweckmäßig höchstens für 2—3 Tage Werkstattsaufträge vom Terminmann eingereiht werden. Die Gesamtheit der Meisterkästen hat die Terminabteilung in geeigneter Zusammenfassung (Gruppe 3) vor sich. Sie bringt dem Meister seinen Karteikasten in Ordnung, indem sie ihm die neue Arbeit nach dem von ihr gewollten Plan einstellt, oder sie sistiert bzw. annulliert, indem sie ihm das Schreibwerk für die nicht auszuführenden Aufträge wieder wegnimmt, oder sie erhält endlich die erledigten Schriftstücke für die fertiggestellten Arbeiten von ihm zurück. Jeder Zettel endet über die Terminabteilung entweder im Lohnbüro oder in der Nachkalkulation (vgl. Abb. 61), deren Angliederung an das Werkbüro durchaus möglich ist, wenn man die Aufschreibung der gezahlten Löhne und Materialien (Nachrechnung) durch eine unabhängige Buchhalterei festhält, bevor sie zum Vorkalkulator zurückkehren. Dieser kann dann, trotzdem sich nun Vor- und Nachkalkulation in seiner Person vereinigen, ohne Gefahr für den Betrieb diese buchhalterische Aufschreibung als Unterlage für die zweite Vorkalkulation benutzen.

Da die Aufschreibung der Buchhaltung angehört, die Buchhalter als objektiv arbeitende Zahlenmenschen unbeeinflußt von Gefühl und Fachkenntnis nur das auf die Auftragsnummer verbuchen, was

wirklich bezahlt ist, so ist die Gefahr des Vertuschens oder Schiebens seitens des nunmehr doppelt verantwortlichen Vorkalkulators mit Sicherheit vermieden. Ob man Zettel einfach, zwei- oder mehrfach ausschreibt, ob man sie bunt färbt oder weiß läßt, spielt bei einem richtig eingerichteten Vervielfältigungsapparat im Werkbüro eine untergeordnete Rolle. Die Herstellung eines Zettels mehr oder weniger kostet nur Papier, aber keine Arbeit. Jedoch sollte man sich gerade bei den heute hochentwickelten Vervielfältigungsverfahren merken, daß jeder Zettel mehr als unbedingt notwendig nicht nur eine geistige Mehrbelastung für alle möglichen Leute im Betriebe zur Folge hat, sondern auch verarbeitet werden muß. Daher soll man knauserig sein mit Durchschriften.

Im allgemeinen ist über die Verwaltung des Lohngeldes im Lohnbüro noch folgendes auszuführen. Wir haben stets den Wert der Arbeitsleistung, sei es in Minuten, sei es in Geld, vorzukalkulieren, dem Arbeiter mitzuteilen, abrechnend zu kontrollieren und auszuzahlen. Vorkalkulation und Mitteilung an den Arbeiter sind Aufgaben des Werkbüros, Bewertung die des Lohnbüros, abrechnende Kontrolle durch Belastung des Auftrages Aufgabe der Nachrechnung. Die Reihenfolge entspricht auch der zeitlichen Gliederung. Bei Zeitlohn ist die Anwesenheitszeit maßgebend, die durch die Stechkarte an der Kontrolluhr ermittelt wird. Maße sind Minute, Stunde, Tag, Woche. Für Überstunden, Nacht-, Feiertagstunden und Schmutzarbeit werden häufig Zuschläge bezahlt. Der Leistungserfolg nach Menge und Güte spielt hier für die Lohnverrechnung keine Rolle.

Beim Stücklohn dagegen ist außer Art und Menge vor allem die bescheinigte Güte des Leistungserfolges entscheidend für die Lohnzahlung, während die Anwesenheitszeit ohne Einfluß auf den Leistungsentgelt ist. Die Bezahlung erfolgt nur für abnahmefähige Arbeitselemente, wenn Zeitakkord herrscht, in der Regel in Hundertstel von Minuten und Stunden. Da der Geldwert der Zeiteinheit sogar bei demselben Arbeiter verschieden sein kann, je nach der Stundenart (Über-, Nacht-, Feiertag-, Schmutzstunden) muß die Zahl der höher zu bewertenden Stunden einzeln angegeben werden, und zwar sowohl beim Stück- wie beim Stundenlohn. Die Gliederung dieser verschiedenen zu bewertenden Stunden nach Aufträgen ist aber nur dann erforderlich, wenn die Verrechnung der Sonderstunden nicht, wie meistens mit Recht, über die Unkosten geht. Bei Reparaturarbeiten aber wäre es gerechtfertigt, auch diese Sonderstunden auftragsweise zu verrechnen. Die Feststellung des Überverdienstes im Stücklohn erfolgt durch Vergleich der Zeitvorgabe mit dem wirklichen Zeitverbrauch. Hier treten alle möglichen Erfassungsfehler auf, weil die Arbeiter in der Regel die Kontrolle durch Stempelung oder Selbstaufschreibung entweder ablehnen

oder durch nicht zeitgerechte Angabe verschieben trotz der (theoretischen) Anweisung, daß neue Arbeit erst nach der Ablieferung alter Stücke zugewiesen werden darf. Diese theoretische Anweisung ist eben praktisch oft undurchführbar; sie hindert den glatten Verlauf der Werkstattarbeit, ohne daß sie den Zeitverlauf der Wirklichkeit entsprechend sicher feststellt. Daher haben wohl alle Fabriken eine Akkordstatistik eingeführt, welche die Errechnung, Aufzeichnung und Gegenüberstellung der Normalverdienste und der Über- und Spitzenverdienste ermöglicht. Dadurch werden in einfachster Weise die zu hoch und zu niedrig liegenden Arbeiter festgestellt, ohne daß man allerdings von dieser Art Statistik ernsthafte Aufschlüsse über Fehlvorkalkulationen erwarten darf.

Die Erfassungsmethoden sind folgende: Man ermittelt die Anwesenheitszeit jedes Arbeiters durch die Stechuhr. Die Stechkarten gehen in der Regel über eine Arbeitswoche; sie werden durch den Arbeiter hantiert, der sie beim Kommen und Gehen mittels der Uhr abstempelt. Zwischenzeiten werden heute meist automatisch gekennzeichnet (Siemens-Zeitschreiber). Auf der Stechkarte erscheinen daher auch die Überstunden automatisch. Im übrigen ist die Stechkarte nur eine Unterlage für die Anwesenheit; für irgendwelche anderen Zwecke soll man sie gar nicht zu verwenden suchen.

Die Leistungsaufzeichnung geschieht durch Sammlung der Lohnbelege zur Aufzeichnung der einzelnen Leistungsposten. Jeder Leistungsposten ist außer durch den Namen des Arbeiters entweder durch eine Auftragsnummer oder durch eine Unkostenkonto-Nummer bestimmt, deren Angabe für die Abrechnung unentbehrlich sind. Man hat nun je nach der Organisationsart entweder 1. einen Arbeitszettel mit nur einem Leistungsposten oder 2. Sammelarbeitszettel für a) den Tag, b) die Woche. Die Einzel-Arbeitszettel zu 1. sind für jedes Anwendungsgebiet brauchbar, die zusammengefaßten Zettel zu 2. dagegen nur für Reparaturen oder für Massenarbeit. Wenn z. B. ein Betrieb 1000 Arbeiter beschäftigt und jeder Arbeiter 10 Posten in der Woche erledigt, so würden bei Einzelarbeitszetteln 10000 Stück in der Woche anfallen, während bei Wochenzetteln nur 1000 vorhanden wären. Trotzdem ist die Schreib- und Denkarbeit beim Einzelzettel geringer, weil das Durchschreiben, Vervielfältigen usw. nach den verschiedensten Gesichtspunkten mühelos mechanisch erfolgen kann, während auf dem Wochenzettel der Arbeitsfortschritt von Hand eingetragen werden muß. Der Einzelzettel kann in der Arbeitsvorbereitung zentral von untergeordneten Kräften im voraus aufgeschrieben werden. Er dient gleichzeitig als Material- und Arbeitsanweisung, Terminverfolgungs-, Transport- und Ablieferungszettel, kann verschieden gegliedert, verschieden gefärbt, in verschiedener Festigkeit ausgefertigt werden, als dünner Papierzettel für den Arbeiter, als feste Terminkarte für das

Terminbüro. Vor dem Papier darf man sich in diesem Falle nicht scheuen, wenn man, wie oben dargelegt, die überflüssige Papierflut vermeidet.

Ein Wochenzettel kann nur Lohnbeleg sein, für die Abrechnung der Aufträge muß man ihn schon nach Kontennummern zerlegen. Er enthält trotz seiner Größe immer nur geringen Platz für die Arbeitsanweisung. Außerdem muß er aus festerem Papier als der gewöhnliche Lohnzettel sein, weil er doch meist eine Woche lang in den Händen des Arbeiters für Aufzeichnungen brauchbar bleiben muß.

Nur bei reiner Massenfertigung, bei der ohnedies besondere Arbeitsanweisungen und ein besonderer Besetzungsapparat nötig ist, ist ein **sehr** einfacher Wochenzettel durchführbar, der dann dem Arbeitszettel für Stundenlohn gleicht. Der Hauptvorteil des Wochenzettels ist, daß das arbeiterweise Ordnen der einzelnen Zettel fortfällt und das Lohnbüro stark entlastet wird, weil er die gesammelte Arbeit des Arbeiters für die ganze Woche, also die Arbeiter-Bruttounderlagen auf einmal enthält. Andererseits muß das Lohnbüro warten, bis der ganze Zettel bis zur letzten Arbeitsstunde bei ihm angelangt ist. Irgendeine Vorbereitung der einzelnen erledigten Arbeiten vor Ankunft des Wochenlohnzettels im Lohnbüro ist nicht möglich. Die Auftragsabrechnung kann daher bei Verwendung von Einzelzetteln laufend vorbereitet und wesentlich beschleunigt werden.

Nachdem das Lohnbüro die Zahlung an den Arbeiter durchgeführt hat, kann in der Nachrechnung das Ordnen der Arbeitszettel nach Auftrags- bzw. Kontennummern erfolgen, die die Summe dieser bewerteten Arbeiterzettel auf das Kostenblatt des Auftrags übertragen. Die Lohnsumme nach Arbeitern (Löhnung) und die Lohnsumme nach Auftragsnummern (Nachrechnung) muß je Woche übereinstimmen. Diese summarische Rohkontrolle ist, was die Zuverlässigkeit der Einzelergebnisse betrifft, nicht einwandfrei. Man hat daher versucht, zwischen Gutschrift auf Arbeiter, Gutschrift auf Werkstatt und Lastschrift auf Auftrag einen Zwangslauf herzustellen und hat die Posten auf Arbeiter und auf Auftrag mittels der Zweischrift gleichzeitig hergestellt. Geübte Buchhalter kommen dabei auf 500—600 Doppelbuchungen je Tag. Man ist dann noch einen Schritt weitergegangen und hat gleichzeitig außer der Gutschrift auf den Arbeiter und der Lastschrift auf den Auftrag auch noch eine Sammelgutschrift (Werkbericht) für jede einzelne Werkstatt hergestellt (vgl. Abb. 61 rechts); denn für jede Werkstatt ist ja die Summierung der Leistungsaufzeichnungen je Arbeiter gleich der Gesamtleistung der Einzelwerkstatt. So kam man zur Dreischrift, von der geübte Buchhalter, wie schon erwähnt, 200—250 Buchungen je Tag fertigbringen. Nach meinen Erfahrungen hat es sich jedoch herausgestellt, daß eine Dreischrift nur im kleinen Betrieb durchführbar ist.

In großen Betrieben mit fein unterteilten Arbeitsgängen wird die Schreibarbeit und damit das Personal zu groß. Man kann sich dann entweder durch einfache summarische Vergleiche eine Kontrolle schaffen oder maschinelle Lösungen, z. B. durch Lochkartenverfahren (Hollerith, Powers) anstreben, deren Rentabilität gegeben ist durch eine ausreichende Zahl der Buchungen und die Zahl der Ordnungsgesichtspunkte (vgl. S. 63). Bei diesen Maschinen kostet die Arbeit des Umordnens und des Addierens fast nichts, sobald die Lochkarte je Posten (Atomisierung) geprüft richtig ist. Man läßt dann die Karten z. B. nach den drei Gesichtspunkten: Arbeiter, Werkstatt, Auftrag dreimal hintereinander durch die Sortier- und Tabelliermaschine laufen. Die Endsummen müssen stimmen, da dieselben Karten ja nur in verschiedener Ordnung durch die Maschine gegangen sind. Sind genügend Belege zu verarbeiten, so sind die Lochkartenverfahren ausgezeichnet. Sie basieren auf einer mechanisch vollendeten Verwirklichung des Dreischrittgedankens.

Die Fehler, die bei der Abrechnung vorkommen können, sind folgende:

1. Es werden Lohnposten nicht gebucht; dann beschwert sich der Arbeiter;
2. es werden Lohnposten dem falschen Arbeiter erkannt, dann erhält ein zweiter Arbeiter zu wenig und beschwert sich seinerseits;
3. es werden Lohnposten falsch übertragen bzw. bei der Nachrechnung falsch eingesetzt. Das muß dann der Nachrechner durch Vergleich mit der unveränderten Ausgangsliste finden;
4. es werden Lohnposten zweimal verbucht; das muß die Nachrechnung ebenfalls als Doppelbuchung finden und feststellen, wieder durch Vergleich mit der Werkliste.

Damit hat die Nachrechnung die Möglichkeit, durch Vergleich festzustellen, daß kein Zettel zu viel ausgegeben und kein Zettel zu wenig gebraucht wurde. In der Mehrheit der Fälle genügt es, die Zweischrift mit einer getrennten Augenkontrolle mittels Werkliste zu verbinden, um die Abrechnung zu sichern.

Nun ist der Kreislauf geschlossen. Arbeiter, Werkstatt und Auftrag werden durch übereinstimmende Niederschrift erkannt oder belastet und damit wird die Einheit zwischen Vorbereitung, Führung und kontrollierender Abrechnung der produktiven, durch Lohn bewerteten Arbeit gesichert.

C. Die Werkskosten.

Außer dem Lohn für den Arbeiter und den Kosten für das Material ist als letzter und schwierigst zu ermittelnder Bestandteil der Herstellungskosten der Zuschlag auf die produktiven Löhne zu bestimmen, den man im Schrifttum: Gemeinkosten, Unkosten oder auch Werks-

regie nennt und den ich als Werkskosten bezeichnet habe, weil er den Kostenanteil vorstellt, den das Werk als Ganzes mit Personal und Einrichtungen an der Herstellung nimmt, neben den direkt auf die Aufträge anrechenbaren Löhnen und Baustoffen. Im Gegensatz zu der verhältnismäßig einfachen und eindeutigen Lohn- und Materialkostenermittlung setzt sich der Werkskostenanteil aus sehr vielen, ganz verschiedenartigen Elementen zusammen, deren eindeutige Beziehung zu den einzelnen Aufträgen weder nach Art noch Menge ohne weiteres gegeben ist und die in jedem Betriebe, seiner Eigenart entsprechend, nur durch eine sehr sachkundige und erfahrene Hand dem Auftrage durch eine wirkliche Abrechnung — im Gegensatz zur „verstandesgemäßen Verteilung“ — sicher zugeordnet werden können.

Wer hier Fehler macht, richtet großen, nur schwer wieder gutzumachenden Schaden an. Trotzdem lassen sich die richtunggebenden Gesichtspunkte angeben, die ich aus der eigenen in rd. 70 ganz verschiedenartigen und verschieden großen deutschen und außerdeutschen Betrieben erprobten Praxis schöpfe, und die in manchen grundsätzlichen Dingen vom Landläufigen abweichen.

Bei der Einrichtung der Organisation als Einheit zwischen technischer Einrichtung und Arbeit und kaufmännischer Verwaltung folge ich den von Ernst Just zuerst aufgestellten Richtlinien über die Vermögensbewegung¹ (Abb. 72), mit dem ich gemeinsam viele Jahre hindurch eine ganze Anzahl verschiedenartiger Betriebe für Metallwaren, Waffen, Armaturen, Landmaschinen, Eisenkonstruktionen, Kupfer- und Messingwalzwerke, Gummiwaren und besonders Tuchfabriken und Spinnereien reorganisiert habe. Hiernach zerfällt die Abrechnung in drei Teile:

- a) die Vermögensrechnung für das ruhende Vermögen,
- b) die Betriebsrechnung für das in Wandlung befindliche Vermögen,
- c) die Stückrechnung für das im Herstellungsgegenstand (Stück) wiedererstehende Vermögen.

Eine einfache, klare, mit einem Mindestmaß von Menschen durchgeführte Fabrikenverwaltung nach diesen Grundsätzen ist nunmehr möglich, weil man es so einrichten kann, daß diese drei großen Teile des Abrechnungswesens jeder für sich nach dem für sie zweckmäßigsten Buchungsverfahren hergestellt werden können, während sie von vornherein so aufgezogen sind, daß sie am Bilanztage, gleichgültig ob Monats- oder Jahresbilanz, ohne Zusatzarbeit zusammenfließen. Der Hauptbuchhalter in der Vermögensrechnung, der Nachrechner in der Stückrechnung, der Betriebsbuchhalter in der Betriebs-

¹ Just: Sieben Thesen zur Einführung einer natürlichen Abrechnungspraxis in Fabrikbetrieben. *Werkst.-Techn.* 1. März 1923 S. 130. — Queisser: Beitrag zum Justschen Abrechnungsverfahren. *Ebenda* 15. Sept. 1925 S. 668.

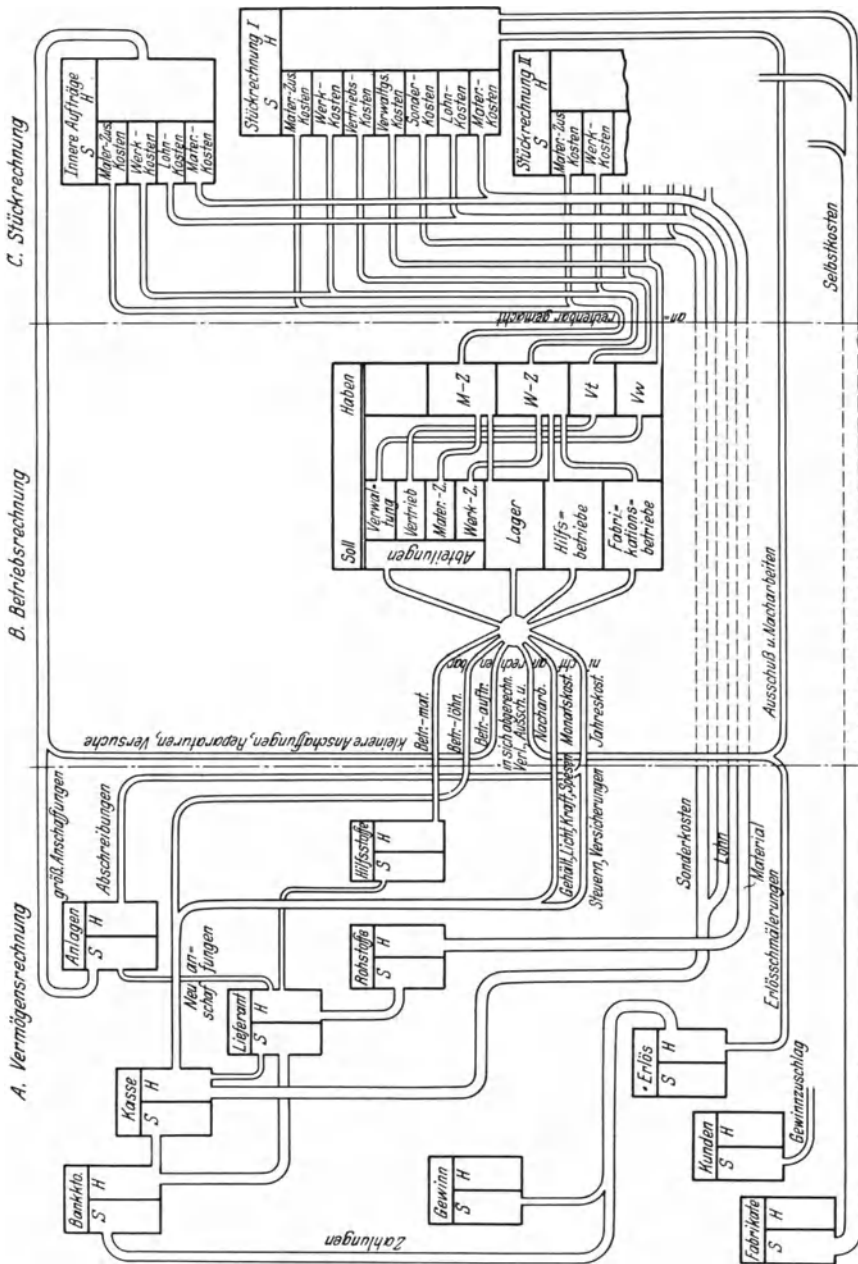


Abb. 72. Zusammenhang von Vermögens-, Betriebs- und Stückrechnung. (J u s t.)

rechnung, jeder arbeitet für sich mit genau angepaßten Abrechnungsverfahren, jeder liefert seinen Anteil zur vorgeschriebenen Zeit und in der

richtigen besten Form, und die an sorgfältigste Zahlenbewertung gewöhnte Hauptbuchhaltung fügt am Bilanztage die drei Teile, die anscheinend so verschiedenartig entstanden sind und aussehen, zu einer Übersicht aus einem Guß mühelos zusammen.

Ein Blick auf Abb. 44 zeigt, daß der Anteil der Werkskosten ausnahmslos ein Vielfaches der Löhne ist. Das geht in einzelnen Fällen schon bei normaler Beschäftigung bis auf 330 % in die Höhe und beweist die Wichtigkeit der Werkskosten bei der Berechnung der Stückpreise.

Der Werkskostenaufbau ist gegliedert nach Art, Zeit, Ort und Zweck. Die Artkosten laufen in einer gewählten Zeit (Monat) nach fester Gliederung (Kontengerüst) als Verbrauch der kostenverschlingenden Orte (Kostenstellen) auf, sie geben in senkrechter Summe die Ortskosten. Der Zweck der Rechnung ist die Ermittlung des Werkskostenzuschlages z. B. auf die produktiven Löhne oder auf die Stückzahl (Automobile), Tonne (Kohlen) usw. als Kostenträger. Die Artkostengliederung¹, das Kontengerüst, geschieht zweckmäßig nach Hauptbegriffen, wie:

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. Hilfsmaterial, | 4. Monatsverrechnungskosten, |
| 2. innere Aufträge, | 5. Jahresverrechnungskosten. |
| 3. nicht anrechenbare Löhne, | |

Zu 1. Hilfsmaterial gehören Brennstoffe, Schmier-, Kühl-, Reinigungsmittel, Reparaturmaterial, Hand- und Maschinenwerkzeuge, Geräte, Leder und Riemen, Elektromaterial, Chemikalien, Büromaterial usw. Je nach Wunsch und Bedarf kann der Posten Hilfsmaterial beliebig vielseitig unterteilt werden. Es ist nicht zweckmäßig, möglichst fein zu unterteilen, sondern es kommt im Gegenteil darauf an, die Unterteilung in großen Gruppen, aber so eindeutig zu wählen, daß eine frisch eingestellte Buchhalterin, die das schwierige Hilfsmateriallager führen soll, in acht Tagen mit unfehlbarer Sicherheit richtig kontiert.

Zu 2. Innere Aufträge. Darunter werden verstanden Daueraufträge für die Instandhaltung von Gebäuden, Maschinen, Vorrichtungen und Geräten, ferner kleine und große Reparaturen, die Einzelaufträge darstellen, wiederum an Gebäuden, Maschinen, Vorrichtungen, Geräten. Es gehören dazu Nacharbeiten, Ersatz von Arbeitsausschuß, Versuche, Umstellungen und Neueinrichtungen von Werkstätten, Arbeiten für Ausstellungen und Messen.

Zu 3. Nicht anrechenbare Löhne umfassen Vorarbeiterdienste, Revisoren, Einrichterylöhne, Hilfsarbeiter aller Art, wie Boten, Mannschaft des Förderdienstes, Pförtner, Reinigungsper-

¹ Vgl. Schlesinger: Die Charakteristik des Betriebes. Werkst.-Techn. 15. Dezember 1930 S. 661.

sonal, Laufjungen, Transmissionsschmierer, Warte- und Urlaubsgelder, Betriebsrat u. a. m.

Zu 4. Die monatlichen Verrechnungskosten setzen sich aus den Posten zusammen, die allmonatlich direkt von der Buchhaltung bezahlt werden, wie Gas-, Wasser-, Stromkosten, Frachten, Porti, Telegramme, Spesen, Fahrgelder, Ferngespräche, Kataloge und Propagandaschriften, Bücher, Zeitschriften, Geschenke u. dgl. mehr.

Zu 5. Die jährlichen Verrechnungskosten bestehen aus Gehältern, Tantiemen, Provisionen, Schuldzinsen, Steuern, Reisen, Abschreibungen, Verzinsung des Betriebskapitals, Versicherungen, Raumkosten (Miete), Gutachten, Gerichts- und Anwaltskosten, Patente und Lizenzen, Verbandsbeiträge, Versicherung der Angestellten usw. Sie bilden zu einem Teil das, was man auch heute noch als feste Kosten ansieht, weil es in der Hauptsache nicht vom Beschäftigungsgrad abhängt.

Es empfiehlt sich unter Punkt 5 möglichst keine anderen Kosten zu verbuchen, als solche, die sich als feste (fixe) bezeichnen lassen und deren Charakter im Gegensatz zu den proportional mit dem Beschäftigungsgrad wachsenden und fallenden Kosten (produktive Löhne und Materialien) so klar wie möglich in die Erscheinung tritt.

Die Artkosten werden von den Orten als Kostenstellen verbraucht. Die Orte lassen sich in vier Hauptabteilungen gliedern:

1. allgemeine Verwaltungsabteilungen,
2. Lager,
3. produktive Teilbetriebe,
4. Hilfs- und Nebenbetriebe.

Eine 5. Gruppe kann unter dem Namen „Ausscheidendes“ geführt werden.

Zu 1. Zu den allgemeinen Verwaltungsabteilungen kann man rechnen: Direktion, Einkauf, Buchhaltung, Kasse, Personalabteilung, Registratur, Briefexpedition, Lohnverrechnung, Nachrechnung, Materialbuchhaltung, Arbeitsvorbereitung, technisches Büro, Betriebsleitung, Materialprüfungsstelle, Revisionsabteilung, Lichtpauserei, Telefonanlage, Pförtner- und Wachdienst, Arbeiterwohlfahrt, Betriebsrat, Lehrlingsabteilung usw.

Zu 2. Unter die Lager rechnen wir: das Hauptlager, das Elektro-, Baumaterial-, Farben- und Lackelager, Sattlerei-, Holz-, Modell-, Werkzeug-, Stahl-, Büro- und Schreibmaterialienlager usw.

Zu 3. Zu den produktiven Teilbetrieben gehören: Gießerei, Schmiede, Absägerei, Bohrererei, Dreherei, Schleiferei, Hobelei, Fräserei, Härterei, Lackiererei, Teil- und Fertigmontage usw.

Zu 4. Unter die Hilfs- und Nebenbetriebe rechnen wir: Sandstrahl-, Preßluft-, Wassererzeugung, Heiz-, Licht- und Kraftzentrale,

Fuhrwerksbetrieb, Transportabteilung mit Aufzügen, Kranen und Gleisen, Spänezerkleinerung, Lehren-, Werkzeug- und Vorrichtungsbau, Galvanik, Modelltischlerei, Sattlerei, Hausbetrieb, Hausdruckerei, Reparaturabteilung, Kantine, Krankenstube, Feuerwehr usw.

Zu 5. Unter „Ausscheidendes“ gehören Arbeiter- und Beamtenwohnungen in eigener Verwaltung, Häuser des Werkes, ferner alle stillgelegten Betriebsabteilungen, die irgendeiner Kosten verursachenden Wartung bedürfen.

Die „Orte“ müssen auf das sorgfältigste durch die Direktion selbst und am besten unter Heranziehung eines sehr erfahrenen Organisators als Fremdberater je nach der Eigenart des Betriebes unterteilt werden. Sie umfassen in Großbetrieben manchmal bis zu 200 Kostenstellen, während das Kontengerüst in der Regel mit nur 40—50 verschiedenen Artkosten auskommen kann. Man hat also gegebenenfalls bei 50 Artkosten und 100 Kostenstellen 5000 Buchungspositionen; das ist eine so feine Gliederung, daß sie für alle, auch die schwierigsten Fälle bequem ausreichen wird. Man kann es nach der Erfahrung als ein Glück bezeichnen, daß es wohl nie vorkommt, daß alle diese 5000 Konten in einem Monat gleichmäßig angerufen werden, sondern daß man meist mit 30 bis 40 % der möglichen Kontierungen auskommt.

Ich habe unter den reorganisierten Fabriken der verschiedensten Art, deren Belegschaft zwischen 60 und 6000 Mann schwankte, auch nicht eine gefunden, auf die das geschilderte Verfahren nicht mit vollem Erfolge anwendbar war. In der Mehrheit der Fälle gelang die endgültige Handhabung der fertigen Organisation mit einer um 10 bis 30 % verminderten Beamtenzahl, in allen Fällen konnten alle nur auftauchenden Betriebsfragen restlos und mit aufbauender Wirkung beantwortet werden.

Die Artkosten kann man mit meist nicht einfacher Überlegung gliedern in:

1. feste (fixe), die unabhängig sind vom Beschäftigungsgrad,
2. abhängig-veränderliche, die mit dem Beschäftigungsgrad schwanken,
3. unregelmäßig-veränderliche, bei denen eine scharfe Trennung nach den unter 1 und 2 gegebenen Gesichtspunkten unmöglich ist.

Zu den festen Kosten rechnet man unter normalen Verhältnissen: Abschreibungen, Schuldzinsen, Miete, Gehälter, Patentgebühren, Pfortner und Wächter, gewisse Steuerposten usw.

Zu den vom Beschäftigungsgrad abhängig-veränderlichen rechnet man: Hilfsmaterialien, Versicherungsbeiträge, Beiträge zur Berufsgenossenschaft, Kraftbedarf usw.

Zu den unregelmäßig-veränderlichen gehören innere Aufträge, wie Reparaturen, mögen sie zur laufenden Instandhaltung oder

zur einmaligen großen Instandsetzung rechnen, ferner die unproduktiven Löhne, die Kosten für Heizung, Beleuchtung, Lüftung, auch Porti- und Propagandakosten usw. Genau wird das Ergebnis der Überlegung niemals sein, besonders sind die „festen“ Kosten unter ungewöhnlichen Verhältnissen nicht fest. Die Gehälter ändert man durch Abbau, die Abschreibungen läßt man (z. B. bei der Preisabgabe) manchmal ganz fallen. Und doch kann man auch unter den schwierigsten Umständen zu praktisch sehr brauchbaren und erprobten Lösungen kommen.

Aus der Übersicht (Abb. 72) sieht man, wie sich die Betriebsrechnung in großen Zügen aufbaut, und wie aus ihr die Zuschläge in die Stückabrechnung übergehen, während Sonderkosten, Löhne und Materialwerte unmittelbar ohne Zwischenrechnung aus der Vermögensrechnung entweder als bares Geld (Lohn, Auslagen) oder als bewertete Werkstoffe (Material) aus den Lagern in die Stückrechnung fließen.

Man ermittelt zunächst stets die Ortskosten. Bei dieser Ermittlung ist es ganz gleichgültig, ob es sich um die Kosten einer allgemeinen Abteilung, z. B. der Buchhaltung oder eines Lagers oder eines produktiven Teilbetriebes, z. B. Schleiferei, oder eines Nebenbetriebes, z. B. Kraftzentrale, handelt. Mit der monatlichen Ortskostenübersicht hat der Betriebsleiter eine Handhabe, die Sparsamkeit der einzelnen Abteilungen zu überwachen und unter Umständen zu budgetieren.

Damit ist die Betriebsrechnung aber noch nicht zu Ende geführt, denn ihr eigentlicher Zweck ist die Ermittlung des Werkkostenzuschlages, z. B. auf die produktiven Löhne. Zur Ermittlung dieses Zuschlages ist ein zweiter Schritt notwendig, der die Kosten der allgemeinen Abteilungen sowie der Hilfs- und Nebenbetriebe auf die Leistung der produktiven Teilbetriebe anrechenbar macht, denn nur die produktiven Teilbetriebe sind als Kostenträger anzusehen.

Zusammenfassend kann man sagen, die Ortskostenübersicht zeigt die Wirtschaft der einzelnen Orte. Die Werkkostenzuschläge zeigen die Wirtschaftlichkeit der einzelnen produktiven Werkstätten sowie der ganzen Fabrik.

Von der Ortsübersicht ausgehend, in der alle Betriebe und Arbeitsstellen, produktive wie unproduktive, gleich behandelt werden, läßt sich je Ort sowie für das ganze Werk eine Charakteristik¹ (Abb. 73) aufstellen, die gewissermaßen selbsttätig die festen und direkt proportionalen Kosten scheidet, und zwar zugeschnitten auf die in einem Betrieb erfahrungsgemäß ermittelten Grenzen der noch vertretbar niedrigsten und größten Beschäftigung. Die Ortsübersicht selbst ist also das beste und einfachste Mittel, um die Betriebsingenieure und gegebenenfalls Meister

¹ a. a. O.: Werkst.-Techn. 15. Dez. 1930 S. 661.

Schlesinger, Fabrikbetriebe.

durch Budgetierung der verschieden beeinflussbaren Artkosten an der größten Sparsamkeit zu interessieren.

Die Summe der Ortskosten gibt den Verbrauch jeder einzelnen Kostenstelle an, und man kann nun mittels eines bestimmten Maßstabes, der zweckmäßig gewählt werden muß, sei es als Sammelmaßstab, sei es als angepaßter Maßstab¹, eine Beteiligung der Betriebsleiter vornehmen, die als Ansporn zu werten ist. Sie greift auf den Gedanken zurück, daß alle Menschen, auch wenn sie ihrem Berufe noch so stark hingegeben

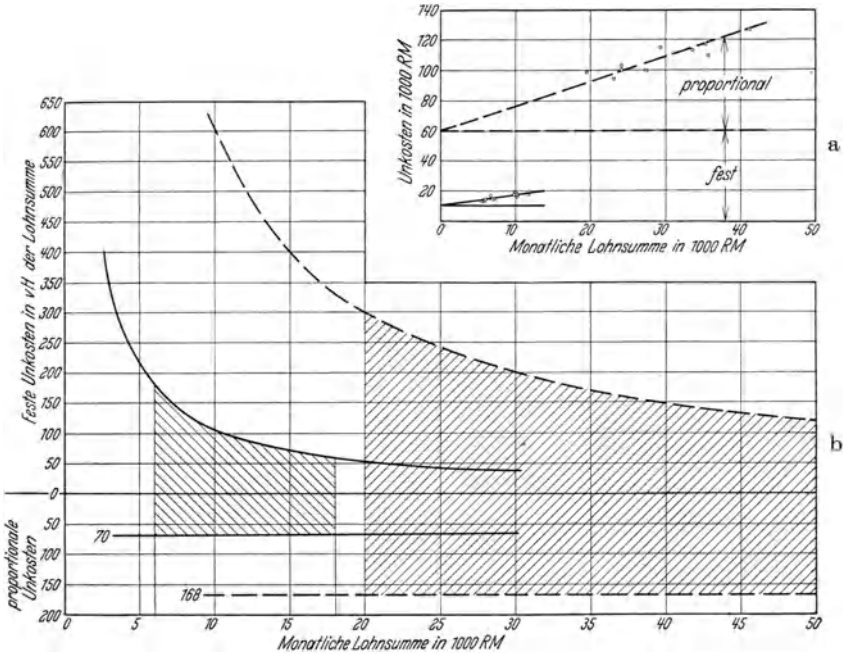


Abb. 73. Betriebscharakteristik zweier Werkzeugmaschinenfabriken².
a Ortskostenlinie. b Unkostenzuschläge, abhängig vom Beschäftigungsgrad.

sind, mehr leisten, wenn in irgendeiner Form ein materieller Ansporn für ihre Tätigkeit zur Auswirkung kommt.

Die zweite Möglichkeit zu budgetieren ist, daß man an Stelle des Anspornes die planmäßige Überwachung setzt. Dazu ist notwendig, daß die Zahlen des Ortskostenblattes 1—2 Jahre statistisch überwacht werden, so daß man für jede Kostenstelle sicher ist, zuverlässige Unterlagen in der Hand zu haben, die in eine gewisse zwangsmäßige Übereinstimmung mit dem Beschäftigungsgrad der betreffenden

¹ Seim: Kostensenkung durch Prämien für Betriebsangestellte. Werkst.-Techn. 1. Aug. 1931 S. 369.

² Die Zukunft des deutschen Werkzeugmaschinenbaus. Z. VDI 29. Nov. 1930 S. 1629.

Werkstatt, mag er nun steigen oder fallen, gebracht werden müssen. Abb. 74 zeigt die Budgetlinie für die Tiefdruckabteilung einer Großdruckerei, deren Belegschaft von 1930 bis 1931 um etwa 40% geschrumpft ist. Zum leichteren Gebrauch für den Betriebsleiter wird die Linie heute in eine Tabelle umgewandelt, die in der einen Spalte die produktiven Löhne in Mark zeigt und in der Gegenspalte die zulässige budgetierte gesamte Betriebsausgabe. Diese ist also nicht mehr nach Hilfslohn und Hilfsmaterial, inneren Aufträgen usw. im einzelnen zerlegt, sondern wird dem Betriebsleiter als eine feste Summe angegeben, die er im Laufe des Monats nicht überschreiten darf, die sich aber aus ganz verschieden hohen Posten des Artkontengerüsts zusammensetzen kann. Er hat also im einzelnen Freiheit, in der Gesamtausgabe ist er gebunden. Die eingezeichneten einzelnen

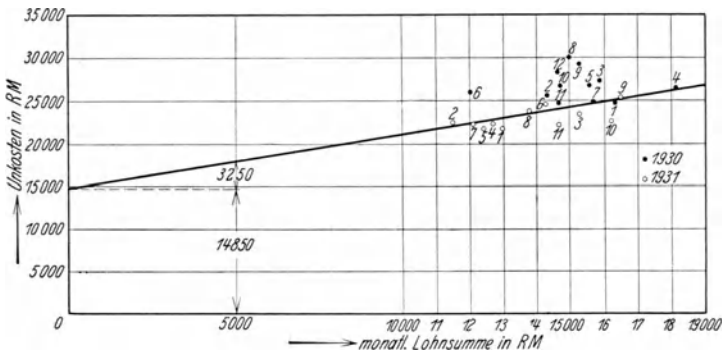


Abb. 74. Budgetierung der Tiefdruckabteilung einer Großdruckerei.

Punkte entsprechen den wirklichen Ziffern der Monate von 1—12 in den 2 Jahren 1930 und 1931. Die Ergebnisse des Jahres 1930 wurden zu hoch befunden und durch die tiefer gelegte Budgetierungslinie bereits herabgesetzt, jedoch durch die Umsicht des Betriebsleiters im Jahre 1931 größtenteils noch unterschritten. Wie man den Betriebsleiter an den Ersparnissen beteiligen will, ist Sache der Werkspolitik.

Man sieht aus dem Beispiel deutlich, daß eine planmäßige Budgetierung der Ausgaben und ihre Kontrolle auch in jeder Unterabteilung eines Unternehmens möglich ist. Sie hat im vorliegenden Falle ganz erhebliche Ersparnisse gezeitigt.

Schließlich ist eine Abschweifung nötig, die das Wesen der festen, proportionalen, degressiven und progressiven Kosten in ihrem Anteil 1. an den Gesamtkosten (Abb. 75), 2. an den Kosten der Fabrikationseinheit (Abb. 76) in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad klärt¹.

¹ Vgl. Schmalenbach: Z. handelswiss. Forschg 13. Jg. IX—XII. — Walter, Zürich: Schweiz. Bauztg. Bd. 81 (1923). — Peiser: Der Einfluß des Beschäftigungsgrades auf die industrielle Kostenentwicklung. Berlin: Julius Springer 1929.

Die oben bereits genannten festen Kosten ergeben sich im wesentlichen aus den unter 5 der Artkostengruppen angeführten Jahresverrechnungskosten. Proportional sind vor allen Dingen die Material- und Lohnanteile in den Herstellungskosten bei einer gleichbleibenden Fabrikationseinrichtung. Aber auch bestimmte Teile des Hilfsmaterials,

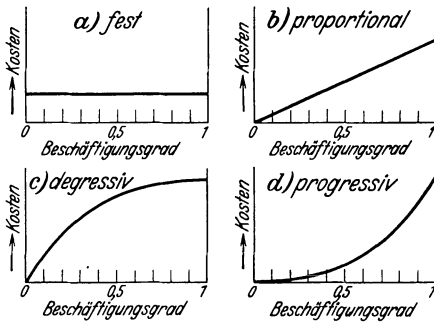


Abb. 75. Gemeinkosten des Unternehmens.
(Nach Peiser.)

der inneren Aufträge und der Monatsausgaben, Gas, Wasser, Stromkosten, steigen und fallen angenähert proportional dem Beschäftigungsgrad. Degressiv sind die meisten Gemeinkosten, insbesondere wenn sie sich auf Anlage und Ausrüstung beziehen, weil die Herstellung von Kraft, die Ausnutzung der Transportanlagen, der Maschinen usw. in dem Maße mehr

als proportional, also degressiv

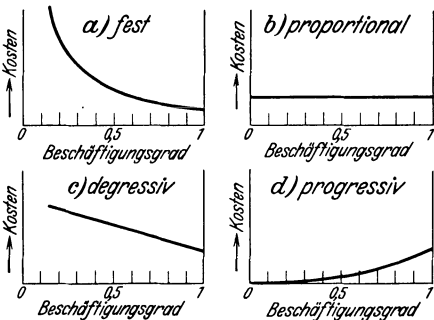


Abb. 76. Gemeinkosten der Erzeugungseinheit.

günstiger wird, als der Beschäftigungsgrad steigt. Mit steigendem Beschäftigungsgrad fällt der Anteil dieser Kosten auf die Einheit ganz erheblich. Nur ein ganz geringer Teil der Werkskosten steigt progressiv und meist nur unter besonderen Verhältnissen, die anormal sind. Zum Beispiel kann der Kraftverbrauch durch Nacht- und Überschichten progressiv ansteigen, oder es können durch eine Überlastung der Transportanlage die Transportkosten durch Notmaßnahmen unverhältnismäßig (progressiv) steigen.

Der Charakter der Kurven ändert sich bei der Verrechnung auf die Erzeugungseinheit ganz grundsätzlich. Die festen Kosten werden, umgerechnet auf

die Einheit, mit wachsendem Beschäftigungsgrad degressiv, die proportionalen werden, auf die Einheit berechnet, konstant. Degressive und progressive ordnen sich je nach dem Gesetz ihres Steigens und Fallens verschieden ein. Es ist ganz außerordentlich schwer, durch gedankliche Überlegung die Trennung überhaupt vorzunehmen, und es ist nach meiner Erfahrung unmöglich, sie zahlenmäßig richtig zu fassen. Dagegen gibt das graphische Schaubild (vgl. Abb. 73 a u. 74) die Möglichkeit einer ausreichend genauen, wenn auch pauschalen Trennung, noch dazu unter dauernder

Kontrolle, ob die einzelnen Betriebsabteilungen die ihnen auferlegten Pflichten dauernd nach dem vorgeschriebenen Budget wirklich erfüllen.

Abb. 77 zeigt die Abhängigkeit aller Werkskosten vom Beschäftigungsgrad unter Berücksichtigung der unabänderlichen starken monatlichen Pendelung des Beschäftigungsgrades und der zugehörigen Unkostensummen für eine Fabrik von Eisenbahnwagen. Abb. 73 zeigte ein ähnliches Bild für zwei verschieden große Werkzeugmaschinenfabriken, von denen die eine zwischen 50 und 125, die zweite zwischen 100 und 350 Leute beschäftigt. In der Ecke rechts oben sind in beiden Fällen die Ortskostensummen, zugeordnet zu dem durch die

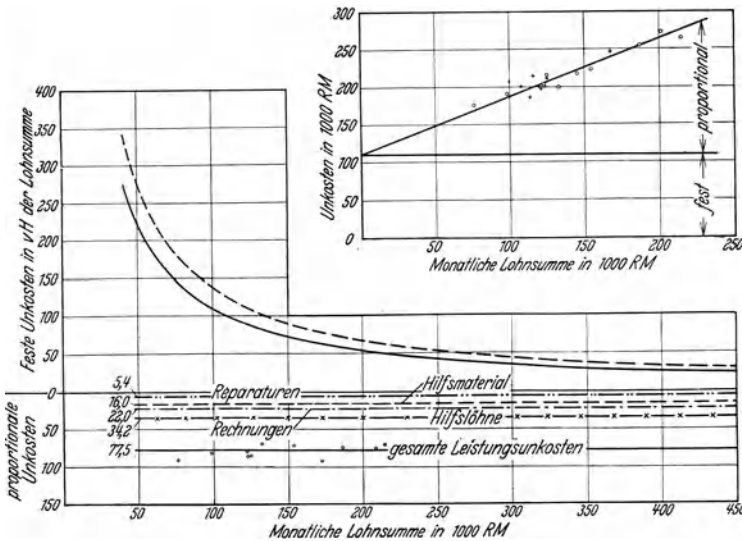


Abb. 77. Betriebscharakteristik in ihrer Anwendung bei Fusionierungen. (Waggonfabrik.)

Lohnsummen gegebenen Beschäftigungsgrad, 1—2 Jahre hindurch aufgetragen. Die Kurven links unten zeigen die Umwandlung der Ortskostenschaubilder auf Trennung in proportionale und feste Unkostenbeträge pauschal und unterteilt (Fig. 77). In allen Fällen, die ich untersucht habe, sind progressive, degressive und proportionale Kosten im wesentlichen zu einer geneigten geraden Linie, die proportional mit dem Beschäftigungsgrad ansteigt, zusammenfaßbar, und damit ist die Möglichkeit gegeben, durch Extrapolation dieser Linie bis zum Schnittpunkt mit der durch die Nulllinie gehenden Senkrechten die Abtrennung der festen von den proportionalen Kosten genau genug zu finden. Damit aber ergibt sich in den Grenzen der zulässigen Beschäftigungsschwankungen (in der Regel zwischen 20 % und 100 %; unter 20 % Beschäftigung wird es besser sein, den Betrieb zu schließen) die Möglich-

keit, die proportionalen Kosten als einen Zuschlag aufzutragen, der parallel zur X-Achse verläuft, also konstant ist, und in Abb. 73 u. 77 unter ihr eingezeichnet ist, und diesen konstanten Zuschlag zu vereinigen mit dem durch die über der Nulllinie aufgetragene Hyperbel dargestellten, die den degressiv fallenden Anteil der festen Kosten zeigt. Das ist z. B. bei der Angebotsabgabe deshalb von außerordentlicher Bedeutung, weil man nicht nur den jetzigen Beschäftigungsgrad, sondern den künftig, eben durch die Auftragsvereinbarung, zu erwartenden verringerten Werkszuschlag richtig in die Offertabgabe einzusetzen vermag. Sofern man es also überhaupt unternehmen will, Prophezeiungen für die Zukunft abzugeben, so ist hier wenigstens eine Unterlage gegeben, die den größtmöglichen Grad der Wahrscheinlichkeit ihrer Richtigkeit in sich birgt. Das Verfahren ist daher von außerordentlicher Tragweite und im Grunde genommen vielleicht der überhaupt einfachste, praktisch durchführbare Weg.

Auch bei der Planung von Zusammenlegungen (Fusion), bei denen meist gewisse neue Kapitalanlagen (Erhöhung der festen Kosten) unvermeidlich sind, zeigt die Eintragung der neuen Hyperbel (in Abb. 77 gestrichelt), verglichen mit dem erhöhten Beschäftigungsgrad, ob die geplante Vereinigung Ersparnisse bringen kann oder nicht.

Mit diesen drei Übersichten: Ortskostenblatt, Werkskostenzuschläge (S. 97), Betriebscharakteristik überwacht die Leitung die Sparsamkeit in den Ausgaben der Werkstätten und die Wettbewerbsfähigkeit des ganzen Werkes. Wer diese Übersichten nicht besitzt, tappt im Dunkeln und darf sich nicht wundern, wenn alle Errungenschaften der technischen Rationalisierung durch die mit ihr verknüpften Mehrausgaben verschlungen werden.

Eine richtige, in sich geprüfte Lohnverrechnung sichert den Lohnanteil, eine zwangsläufige geprüfte Materialverrechnung den Materialanteil und endlich die Betriebsrechnung die richtige Anrechnung der Gemeinkosten auf die Aufträge in Abstimmung mit der Hauptbuchhaltung.

Man kommt zu der Schlußfolgerung: die Betriebsarbeit einer Fabrik nebst ihrer technischen Einrichtung kann nicht zweckentsprechender organisiert werden, als wenn man sie so einrichtet, daß sie mit der Arbeit die Abrechnung liefert. Mit der Anerkennung dieses Satzes tritt die Abrechnung mit einer Wucht neben die Arbeit, deren sich nur wenige bewußt sind, aber sie allein zwingt zu der Erkenntnis, daß die Abrechnung nur dann 1. rechtzeitig, 2. richtig, das ist in sich geprüft, 3. selbsttätig mit dem Herstellungsgegenstand fertig wird, wenn die Fabrikation zweckmäßig, ohne jeden Umweg und störungsfrei geführt worden ist.

Zweckmäßig heißt mit besten Fabrikationseinrichtungen hergestellt. Ohne jeden Umweg bedeutet, daß die Arbeiten in richtig

angeordneten Räumen mit kürzesten Wegen, bei ausreichenden Fördermitteln erfolgen. Störungsfrei verlangt eine bis ins einzelne gehende Arbeitsvorbereitung; das ist Materialbereitstellung sowie Schlagfertigkeit von Maschinen und Menschen.

Ein einfaches Beispiel dafür ist in Abb. 78 dargestellt, die die Herstellung von Schmelztiegeln für Metalle veranschaulicht. Der

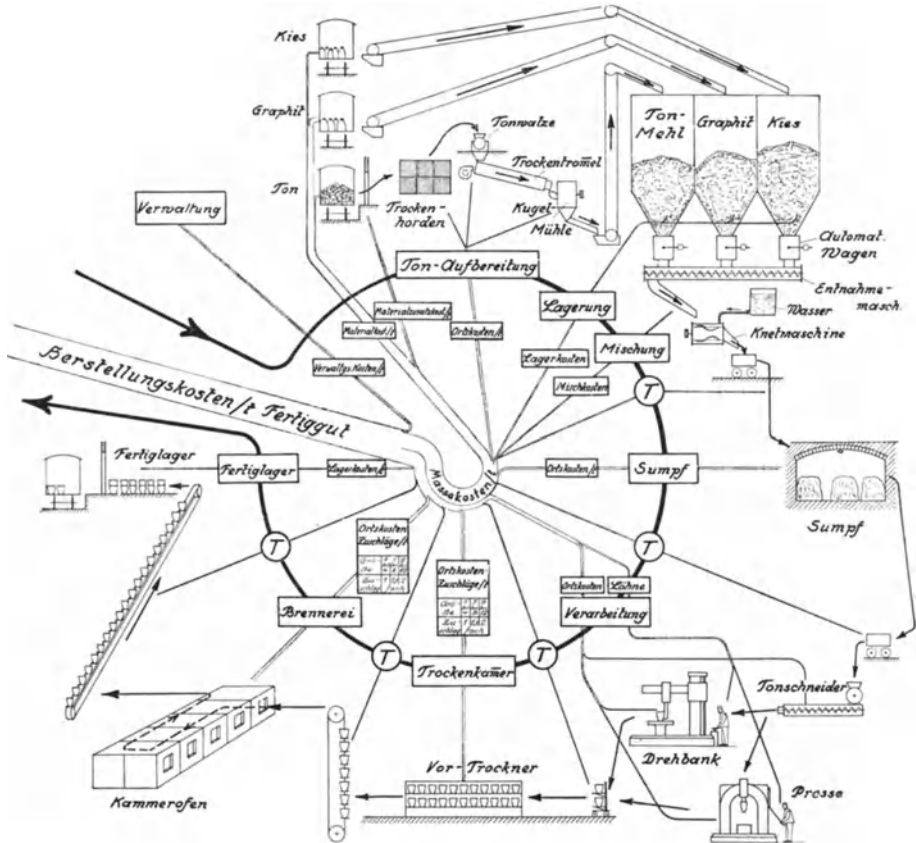


Abb. 78. Herstellungsgang von Schmelztiegeln mit begleitender Abrechnung¹.

(schwarze) Kreis zeigt das tatsächliche Geschehen. Kies, Graphit, Ton kommen mit dem Eisenbahnwagen als Rohmaterial in die Fabrik und werden in Silos, nachdem der Ton getrocknet ist, gelagert. Aus den Silos gelangen die Rohmaterialien nach Vorschrift über automatische Waagen in die Entnahmemaschine, werden von dieser in die Knetmaschine befördert, die sie mit Wasser zum Gemisch

¹ Schlesinger: Brennende Probleme der Betriebsorganisation und ihre natürliche Lösung. Werkst.-Techn. 15. Mai 1924 S. 269.

vorknetet, das in einem Sumpf durch mehrwöchentliche Lagerung gar wird. Vom Sumpf gelangt das vorbereitete Rohmaterial über Tonschneidemaschinen zu Formdrehbänken oder Formpressen, von dort über die Vortrockenhorden zum Kammerofen, wo die Tiegel gebrannt werden und von dort über Transportbänder ins Fertiglager. Diesem Arbeitsgang folgt die Abrechnung, die als innerer Kreislauf mit

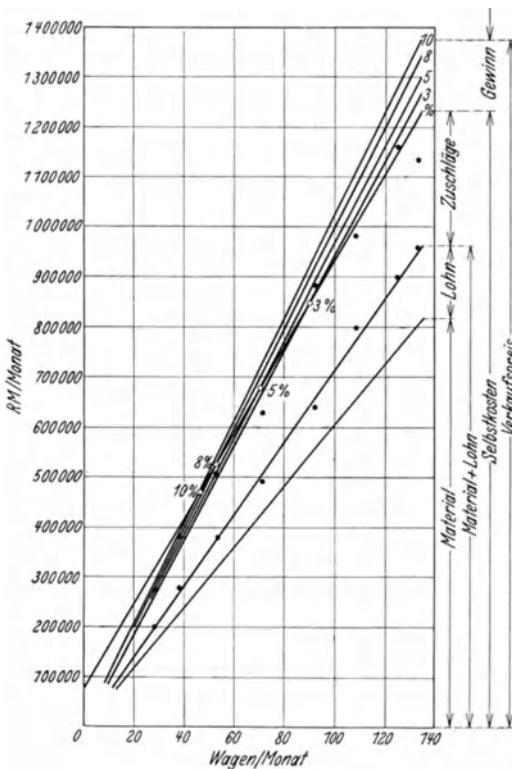


Abb. 79. Der kritische Punkt im Rentabilitätsdiagramm einer Automobilfabrik.

an Breite (Kosten) wachsendem Bande dargestellt ist, indem sie die anrechenbaren Kosten der Arbeit mit den Transportkosten und sonstigen Gemeinkosten, die Arbeit begleitend, zusammenfügt, bis mit dem fertigen Tiegel auch die Herstellungskosten für die Tonne Fertiggut ohne zeitliche Verschiebung und mit völlig richtiger Verteilung im Zwangslauf auf dem Tische liegen.

Setzt man sich aus den proportionalen Anteilen der Herstellungskosten — Material und Lohn sind sicher proportional mit der Stückzahl der herzustellenden Teile — und den aus der Charakteristik ermittelten Werkszuschlägen, die in Abb. 79 dargestellten Herstellungskosten z. B. für

eine Automobilfabrik zusammen, die im vorliegenden Falle höchstens monatlich 140 Wagen liefert, und überlegt, daß je nach der Konjunktur der Gewinnzuschlag je Wagen, im vorliegenden Falle zwischen 3% und 10% schwankt und daß diese Gewinnzuschläge ja auch proportional der verkauften Wagenzahl sind, also geradlinig nach Null hin verlaufen, so zeigt der Schnittpunkt dieser Gewinnlinien (3, 5, 8, 10%) mit der oberen Begrenzungslinie der Herstellungskosten (Material + Lohn + Zuschlag) den kritischen Punkt und damit die Stückzahl in der Fabrik an, mit der diese Fabrik noch arbeiten kann, um ohne Gewinn, aber

gerade noch mit Deckung der Selbstkosten abzuschneiden¹. Die vorliegende Automobilfabrik, die eine sehr scharfe und gut benutzte Betriebsrechnung besitzt, mit der es ihr gelang (vgl. Abb. 79), mit sinkendem Beschäftigungsgrad alle Gemeinkosten sehr stark zu senken, würde bei 10 % Gewinnerzielung noch mit 45 Wagen im Monat ihre Selbstkosten decken, während sie bei gesenkten Preisen, wenn sie nur noch 3 % Gewinn erzielt, rd. 85 Wagen machen müßte, um zu schwimmen. Es gibt also dieses Schaubild die Möglichkeit, den sogenannten kritischen Punkt der Fabrikation zu bestimmen und sich rechtzeitig schlüssig zu werden, ob man dann noch die Fabrikation weiterführen oder einstellen will, bevor die Verluste so groß werden, daß das Unternehmen gezwungen wird, seine Pforten zu schließen.

Der Zwangslauf in der kontrollierenden Abrechnung gleicht einem Uhrwerk, das mit seinen Sekunden-, Minuten- und Stundenzeigern in jedem Augenblick die Zeit mit genügend fein unterteilter Abstufung anzeigt. Im Gegensatz dazu sind in den meisten Fabriken viele zu-

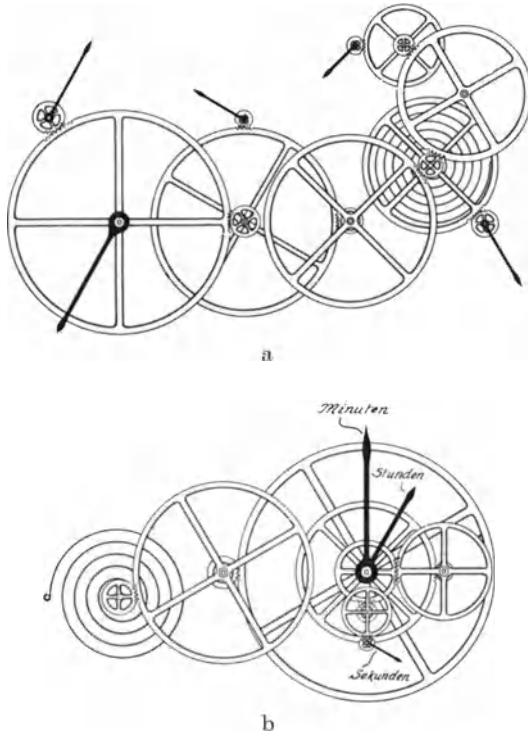


Abb. 80. Schematische Gegenüberstellung von Einzelberichterstattung und zwangsläufiger Arbeitsführung.

sammenhanglose Kontrollstellen eingerichtet (Abb. 80 a), die man im einzelnen überwachen muß, weil sie eben unter sich keinen festen Zusammenhang haben, und weil nicht einmal der völlige Stillstand eines solchen Einzelzeigerwerkes den Lauf des Unternehmens stört, dem es nicht organisch eingefügt, sondern unorganisch angegliedert ist. Erst

¹ Reinhard Hildebrand: Mathematisch-graphische Untersuchungen über die Rentabilitätsverhältnisse des Fabrikbetriebes. Berlin: Julius Springer 1925. — Müller-Bernhardt: Industrielle Selbstkosten bei schwankendem Beschäftigungsgrad. Berlin: Julius Springer 1925.

wenn man die Zeigerwerke des Betriebes zu einem gemeinsamen Anzeigezifferblatt zusammenlegt, kontrolliert von dem unveränderlichen Leistungsstande guter Fabrikarbeit und angetrieben durch die Energie der einheitlichen Leitung als Triebfeder, dann bedeutet das Ausbrechen eines Zahnes an einem einzigen Rädchen irgendwo, daß die Uhr unregelmäßig oder falsch geht, so wie es der dauernde Vergleich mit der tatsächlichen durch den Sonnenstand gegebenen Zeit sofort aufdeckt. Schon ein kleiner Fehler ruft dann organisch empfindliche Störungen hervor, die nie verborgen bleiben können; ernsthafte Schäden aber eines Teiles bringen das ganze Uhrwerk zum Stehen (Abb. 80 b).

Menschen haben bei ihren Einrichtungen oft die Eigentümlichkeit, zunächst umständliche Wege zu gehen, weil das Wesen des organischen Aufbaus nicht verstanden wird. Wo sie aber in der Lage sind, ihre Einrichtungen verständnisvollen Geistes einfach, zwangsläufig und richtig auszuführen, wie es heute im Fabrikbetriebe wie nie zuvor erforderlich ist, da sollte man die höchste Sparsamkeit und die größte Zweckmäßigkeit walten lassen, weil man nur dadurch die natürliche Lösung des brennenden Problems findet: Vorbereitung, Führung und Abrechnung der Arbeit zur Einheit zu verschmelzen.

Kontrollen der Betriebswirtschaft. Bearbeitet von **E. Th. Bickel**, Obering. **P. Brauer**, Dr.-Ing. **B. Buxbaum**, Dipl.-Ing. **W. Eckenberg**, Dr.-Ing. **K. H. Fraenkel**, Dipl.-Ing. **H. Gräßler** †, Prof. Dr.-Ing. **G. Keinath**, Dr.-Ing. **O. Kienzle**, Prof. Dr.-Ing. **E. H. Schulz**, Dr. **F. H. Zschacke**. Herausgegeben von Dr.-Ing. **O. Kienzle**. (Band VIII der „Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure“.) Mit 321 Textabbildungen. VII, 379 Seiten. 1931. Gebunden RM 26.50*

* abzüglich 10 % Notnachlaß.

Selten hat eine so enge Verbundenheit zwischen einer Neuerscheinung auf dem Buchmarkt und den gebieterischen Forderungen der Gegenwart bestanden, wie dies bei dem nunmehr vorliegenden Band VIII der „Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure“ der Fall ist. In Zeiten gedrücktester wirtschaftlicher Lage tritt die Bedeutung der betriebswirtschaftlichen Kontrolle ganz besonders in den Vordergrund. Die Durchführung und Auswertung ihrer Ergebnisse gehört zu den vornehmsten Pflichten aller, die zur Leitung oder verantwortlichen Mitarbeit eines Unternehmens berufen sind In umfassender Weise wird durch diese Neuerscheinung eine Fülle von Fragen, die den Ablauf der betriebswirtschaftlichen Kontrolle zum Gegenstand haben, aufgerollt und behandelt. Die der Gliederung zugrunde liegende Systematik macht das Werk zu einem abschließenden Ganzen, wie es bisher auf dem Gebiet des Kontrollwesens wohl kaum bestanden hat. „Maschinenbau“.

. . . . Dieses Buch ist für die ganze Industrie, für den kleinen wie für den großen Betrieb bestimmt. . . . Es ist außerordentlich verdienstvoll, daß hier endlich einmal die vielen neuen Gedanken der Betriebsverbesserung festgehalten werden. Das erleichtert wesentlich ihre Einführung in die Praxis. Wer also seinen Betrieb wirtschaftlich gestalten will, wird an diesen außerordentlich interessanten Darlegungen nicht vorübergehen können. Das Buch gehört daher zu dem unentbehrlichen Bestandteil jeder Betriebsbibliothek. „Das Industrieblatt“.

Werkstattstechnik

Zeitschrift für Fabrikbetrieb und Herstellungsverfahren

Herausgegeben von

Dr.-Ing. G. Schlesinger

Professor an der Technischen Hochschule Berlin

Erscheint am 1. und 15. jedes Monats — Preis vierteljährlich für das In- und Ausland RM 6.— zuzügl. Porto; Einzelheft RM 1.25 zuzügl. Porto.

Bringt Originalberichte über neue Maschinen und Werkzeuge, neue Konstruktionsmethoden, Fabrikation und Normungsfragen, Materialprüfung und Messung, Wirtschaftlichkeit im Betriebe, Organisation und Berufsfragen, Fortschritte des Auslandes. Klarheit, Zuverlässigkeit und sofortige Verwendbarkeit in der Praxis zeichnen die Arbeiten aus.

Die „Werkstattstechnik“ ist das Blatt modernster Werkstattefahrung.

- *Betriebswirtschaftslehre der Industrie.** Von Professor Dr.-Ing. **Karl Wilhelm Hennig**, Hannover. Mit 57 Textabbildungen und 6 Anlagen. VII, 167 Seiten. 1928. RM 11.—; gebunden RM 12.50

Die Betriebswirtschaftslehre von Hennig ist eins der besten Bücher, die über dieses Gebiet in der letzten Zeit geschrieben worden sind. Ohne Formulare zu bringen, hat Hennig den Stoff durch die Teilung in Grundsätze und Verfahren sehr klar gegliedert und so eine weise Beschränkung geübt. Die gründliche Behandlung der Einzelprobleme deutet auf vielseitige praktische Erfahrung hin.

Das Buch wird der selbstgestellten Aufgabe, den Studenten der Wirtschaftswissenschaften, Technik und Rechtswissenschaften ein zuverlässiger Führer zu sein und die Praktiker bei der Reorganisation ihrer Betriebe zu unterstützen, vollkommen gerecht. Dem vorzüglich geschriebenen Buch ist weiteste Verbreitung zu wünschen. „Werkstattstechnik“.

- *Industriebetriebslehre.** Die wirtschaftlich-technische Organisation des Industriebetriebes mit besonderer Berücksichtigung der Maschinenindustrie. Von Professor Dr.-Ing. **E. Heidebroek**, Darmstadt. Mit 91 Textabbildungen und 3 Tafeln. VI, 285 Seiten. 1923. Gebunden RM 17.50

- *Einführung in die Organisation von Maschinenfabriken** unter besonderer Berücksichtigung der Selbstkostenberechnung. Von Dipl.-Ing. **Friedrich Meyenberg**, Berlin. Dritte, umgearbeitete und stark erweiterte Auflage. XIV, 370 Seiten. 1926. Gebunden RM 10.—

- *Mathematisch - graphische Untersuchungen über die Rentabilitätsverhältnisse des Fabrikbetriebes.** Von Ingenieur **Reinhard Hildebrandt**. Mit 31 Abbildungen im Text und auf 7 Tafeln. VII, 79 Seiten. 1925. RM 5.10; gebunden RM 6.60

- *Lehrbuch der zeitgemäßen Vorkalkulation im Maschinenbau.** Von Ingenieur **Friedrich Kresta**, Beratender Ingenieur, Wien, unter Mitarbeit von Oberingenieur **Theodor Käch**, Betriebsleiter, Ravensburg (Württemberg). Zweite, umgearbeitete Auflage. Mit 132 Abbildungen, 116 Tabellen und 7 logarithmischen Tafeln. IX, 294 Seiten. 1928. Gebunden RM 22.—

- *Richtige Akkorde.** Zugleich ein praktischer Weg zur Rationalisierung der Fertigung besonders im Maschinenbau. Von Dr.-Ing. **G. Peiseler**. Mit 64 Textabbildungen. VII, 157 Seiten. 1929. RM 9.—; gebunden RM 10.50

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

- *Die Platzkostenrechnung im Dienste der Betriebskontrolle und Preiskalkulation.** An Hand eines Beispiels aus der Praxis erläutert von Dr.-Ing. **Gottfried Kritzler**, Marine-Ingenieur a. D. („Betriebswirtschaftliche Zeitfragen“, Heft IX.) Mit zahlreichen Formeln und einem vollständig durchgeführten praktischen Beispiel. IV, 60 Seiten. 1928. RM 4.50