



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294783



HANDBUCH

DER

ELEKTROTECHNISCHEN PRAXIS

HERAUSGEGEBEN VON

ARTHUR WILKE,
OBERINGENIEUR.

ZWEITER BAND

EINRICHTUNG UND BETRIEB ELEKTROTECHNISCHER FABRIKEN.

Bearbeitet von

Prof. Dr. F. Niethammer.

MIT 378 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.



STUTTGART.

VERLAG VON FERDINAND ENKE.

1904.

EINRICHTUNG UND BETRIEB ELEKTROTECHNISCHER FABRIKEN

BEARBEITET VON

Dr. F. NIETHAMMER,
O. PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU BRÜNN.

7/10.

MIT 378 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.

F. Nr. 2542i



STUTT GART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.

1904.

76. 14.

83

xx
553

EINRICHTUNG UND BETRIEB

ELEKTROTECHNISCHES

STARKSTROM



II - 351672

DR. H. NINTHAMMER

~~II 5404~~



Vorwort.

Es ist ein ziemlich schwieriges Unterfangen, eine Abhandlung über Einrichtung und Betrieb elektrotechnischer Fabriken abzufassen. Es gehören dazu ausgedehnte und ins Detail gehende Erfahrungen aus dem Gebiete des elektrischen Berechnungs- und Konstruktionsbureaus, aus der Werkzeug- und Werkzeugmaschinenpraxis, aus der Tischler- und Giessereitechnik, ferner aus der Wickel- und Isolationstechnik, sowie der Maschinenschlosserei, aber auch solche über Baukunde und Fabrikanlagen samt der Transporttechnik. Schliesslich sind heutzutage von Bedeutung die rationelle Fabrikorganisation einschl. Lohn- und Kalkulationswesen, Materialverwaltung, Buchhaltung und Gewerbegesetzgebung. Gründliche Fachkenntnisse auf allen diesen verschiedenartigen Gebieten, die nur in angestrenzter praktischer Arbeit zu erwerben sind, dürften nur wenige Ingenieure in sich vereinigen. Viele der aufgezählten Erfahrungen lassen sich nur an Hand guter Skizzen oder Abbildungen aus den Werkstätten erläutern, welche jedoch in der Regel „als Fabrikgeheimnisse“ nicht leicht zu erlangen sind. Es ist mir auch nicht bekannt, dass über andere Gebiete des Maschinenbaus, z. B. den Dampfmaschinenbau, eingehende Werke existieren, welche die Fabrikationsprozesse und die Fabrikanlagen schildern. Andererseits verdient dieses Gebiet die gründlichste Beachtung, soll eine Firma wirtschaftlich gedeihen und auf dem inländischen und ausländischen Markte erfolgreich in den Wettbewerb treten. Besonders an unseren technischen Hochschulen verdient die Behandlung der Fabrikation und der Fabrikorganisation noch viel mehr Beachtung.

Ich glaube im nachstehenden alle wichtigen Momente in der Fabrik-tätigkeit einer Elektrizitätsfirma besprochen zu haben; ich bin aber anderseits der Ueberzeugung, dass jedes Kapitel, um ganz erschöpfend zu sein, noch eine eingehende Detaillierung erfahren könnte, was für einzelne Spezialisten sicher eine dankbare Aufgabe wäre.

Den zahlreichen Firmen, auch den vielen nicht elektrotechnischen, die mir in überaus reichlicher Weise Material zur Verfügung stellten, ohne dass ich alles aufnehmen konnte, gestatte ich an dieser Stelle bestens zu danken. Die Abbildungen der Deutschen Elektrizitätswerke Aachen zeigen Ausführungen nach Entwürfen der Herren Cl. Adam und F. Decker. Auch Herrn Ingenieur Feigl drücke ich an dieser Stelle für seine Unterstützung meinen Dank aus.

Brünn, im September 1904.

F. Niethammer.

Inhalt.

	Seite
I. Allgemeiner Aufbau einer elektrotechnischen Fabrik	1
1. Finanzierung	1
2. Geschäftseinteilung	3
3. Gang einer Bestellung	5
4. Was fabriziert eine Elektrizitätsgesellschaft?	9
II. Die Fabrikanlage	15
5. Allgemeine Gesichtspunkte für die Fabrikanlage	15
6. Fabrikpläne	19
7. Bauliche Gesichtspunkte	36
8. Fabriktransport- und Hebevorrichtungen	51
III. Die Fabrikeinrichtungen. Die Einzelwerkstätten	61
9. Werkzeugmaschinen	61
10. Dynamoblechstanzen und Zubehör	78
11. Antrieb der Werkzeugmaschinen	98
12. Transportable Werkzeugmaschinen	102
13. Verwendung der Werkzeugmaschinen	109
14. Schlosserarbeiten	115
15. Messwerkzeuge	116
16. Einspanner und Aufspanner	122
17. Werkzeuge und Werkzeugbau	129
18. Allgemeines über die Montagehalle	132
19. Aufbau der Blechkörper	133
20. Die Tischlerei	142
21. Giesserei für Grau-, Stahl- und Gelbguss	147
22. Schmiede	154
23. Die Wickelei	156
a) Allgemeines	156
b) Handwickerei	158
c) Wickelformen	167
d) Einlegen der Spulen	180
e) Feldspulen	188
f) Transformatorens spulen	196
g) Transport und Prüfung von Spulen	200
h) Isolationsmaterialien	203

	Seite
24. Kommutatorbau	206
25. Porzellanherstellung	214
26. Montage in der Fabrik	214
27. Montage raschlaufender Typen	223
28. Fabrikprüffeld	226
29. Das Verputzen der Maschinen und Apparate	237
30. Verpackung	239
31. Montage ausserhalb der Fabrik.	242
32. Kraftzentrale	245
33. Das Verwaltungsgebäude	247
34. Einkaufsabteilung und Materiallager	254
35. Das Versandlager.	263
36. Beispiele für die Fabrikation elektrischer Maschinen	264
37. Apparatenbau	269
IV. Fabrikorganisation	280
38. Allgemeines	280
39. Die Beamten und Arbeiter	282
40. Korrespondenz	286
41. Zeitkontrolle	290
42. Arbeitszeit	295
43. Bezahlung	298
44. Arbeiterverhältnis.	300
45. Das Werkstättenbureau.	305
46. Projektenbureaus	306
47. Bestellungen.	308
48. Berechnungs- und Konstruktionsbureau	313
V. Preise und Löhne	336
49. Ermittlung des Verkaufspreises	336
50. Materialkosten	344
51. Ermittlung der Löhne	347
52. Beamte	353
Zusätze	354
Anhang	357
Literatur	361
Sachregister	363

I. Allgemeiner Aufbau einer elektrotechnischen Fabrik.

1. Finanzierung.

Der Lebensnerv jeder Elektrizitätsgesellschaft ist das zur Gründung und zum Betriebe erforderliche Kapital (Anlage- und Betriebskapital), das von Finanzleuten oder Banken zunächst dem Aufsichts- oder Verwaltungsrat zur Verfügung gestellt bzw. von diesem aufgebracht wird. Dieser Körperschaft gehören zweckmässig sowohl erfahrene und charaktervolle Finanzkräfte und Kaufleute, als auch Juristen und Ingenieure an. Die Aufsichtsräte nehmen am eigentlichen Geschäftsbetrieb nicht als Beamte teil; sie legen in grossen Zügen Art, Umfang und Lage des Geschäftes fest; sie ernennen die Direktoren und haben die Entscheidung und Kontrolle in allen wichtigeren Finanzfragen. Die Direktoren sind dem Aufsichtsrat und damit den Aktionären für das Geschäftsergebnis verantwortlich. Dabei ist stillschweigend als Geschäftsform die Aktiengesellschaft vorausgesetzt. Heutzutage, wo alles zur Konsolidation drängt, fällt es dem Einzelbesitzer äusserst schwer, den Wettbewerb auf die Dauer erfolgreich zu bestehen, wenn auch zuzugestehen ist, dass die riesigen Grossbetriebe sicher auch ihre Schattenseiten haben. Tatsächlich haben sich fast alle elektrischen Fabrikations- und Installationsfirmen als Aktiengesellschaften¹⁾ oder ausnahmsweise als Gesellschaften mit beschränkter Haftung bzw. auch als Kommanditgesellschaft konstituiert, womit das Risiko auf viele Schultern, nur entsprechend der Einlage, verteilt wird.

Ich erwähne hier nur in Kürze, dass die Bücher der Aktiengesellschaften jährlich offiziell revidiert werden und dass Papiere nie über ihren Kaufwert und höchstens mit dem Kurswert am letzten Tag des Geschäftsjahrs bewertet werden dürfen. Die Aktie muss 1000 Mark betragen und in bar oder guten Werten einbezahlt werden (kein „watering“). Für Schäden, die durch Nachlässigkeit der Direktoren hervor-

¹⁾ Ich verweise hier auf eine interessante Studie „Die Entwicklung der deutschen elektrotechnischen Industrie“ von Dr. E. Kreller (Leipzig).

gerufen werden, sind diese haftbar, auch die Aufsichtsräte sind bis zu einer gewissen Grenze haftbar. Ein genauer Einblick in die Lage der Geschäftsverhältnisse und in das finanzielle Geschäftsgebaren der Aktiengesellschaften ist weder der Öffentlichkeit noch den Behörden möglich; es ist aber unverkennbar, dass bei dem allgemeinen Interesse für industrielle Unternehmen und deren Papiere immer mehr Stimmen regelmässige genaue Einsichtnahme in das Geschäftsgetriebe fordern zur zeitigen Konstatierung ungesunder Finanzverhältnisse sowie ungesetzlicher Transaktionen, die unberechenbaren Schaden für Staat und Bürger bedeuten können.

Ein Eingehen auf die moderne Tendenz zur Gründung immer grösserer geschäftlicher Korporationen, als konsolidierte Gesellschaften, Kartelle, Syndikate und Trusts, kann nicht im Rahmen dieses Werkes liegen. Das Kartell verbucht die Bestellungen gemeinsam und reguliert die Produktion teilweise, überlässt aber den Verkauf den Einzelunternehmern, während das Syndikat den In- und Auslandsverkauf zentralisiert und die Produktion der Aufnahmefähigkeit des Marktes anpasst. In Amerika unterscheidet man zwischen Kombinationen, die

1. auf persönlichen, freundschaftlichen Abmachungen beruhen, die jedoch die Einzelgeschäfte völlig in den Händen der Einzeleigentümer belassen;

2. eigentliche Trusts, die ungefähr obigem Syndikatsbegriff entsprechen und wobei jeder entsprechend seinem eingebrachten Anteil am Gewinn partizipiert. Diese Gattung ist in Amerika verboten;

3. grosse Geschäftsvereinigungen oder Konsolidationen, die alle kleineren Gesellschaften soweit als möglich aufkaufen, was die Regel in Amerika ist. Die grosse Gefahr dieser Riesenunternehmungen ist wohl die, dass die Tendenz zu einem toten Monopol und zum Preisdiktieren an Konsumenten und Arbeiter durch Abschaffung der anspornenden Konkurrenz sowie zur Erlangung von Privilegien auf Kosten anderer durch geheime Abmachungen gezeitigt wird. Auch die Gefahr des Ueberkapitalisierens ohne Einzahlung (zur Erhöhung des Gewinns) ist, wie das viele „watering“ in Amerika zeigt, nicht ausgeschlossen, zudem ist die dauernd rationelle Verwaltung solch riesiger Anlagen eine äusserst schwierige Aufgabe.

Es ist deshalb begreiflich, dass eine gewisse staatliche Kontrolle dieser Unternehmungen zur Vermeidung von Ausbeutung und Auswüchsen verlangt wird; bezw. es wird eine energische Koalition der Arbeitnehmer einerseits und der Konsumenten andererseits erforderlich.

Rationell arbeitende Trusts haben aber auch ganz bedeutende Vorteile: sie können im Grossen und billig einkaufen, sie können in grossen Mengen verkaufen, also mit kleineren Unkosten und kleinerem Gewinn; Transport- und Reklamekosten lassen sich reduzieren. Die Werkstätten können aufs beste ausgerüstet werden, mit den neuesten Spezialmaschinen und unter weitgehender Anwendung des Prinzips der präzisen Spezialisierung. Die Trennung der einzelnen Fabriken verhindert Geschäftskatastrophen. Die grossen Kapitalien ermöglichen den Erwerb neuer Erfindungen und Prozesse sowie die wirksame Beschickung des Weltmarktes. Die Geldverhältnisse einschliesslich der Arbeiterlohnverhältnisse würden voraussichtlich stabiler, die Produktion liesse sich mit einiger Sicherheit vorausberechnen, die Fabrikate könnten besser werden, da zwischen den einzelnen Firmen ein Austausch der Erfahrungen möglich wäre. (Siehe Z. V. D. I. 1904, S. 803, Gothein: Ringe, Kartelle und Trusts.)

Aus den einleitenden Sätzen ist ersichtlich, dass die erste Aufgabe des Ingenieurs, nicht zum wenigsten im Interesse einer gedeihlichen technisch-wissenschaftlichen Entwicklung, die ist, wirtschaftlich zu arbeiten, auf dem Weltmarkt anerkannte wirtschaftliche Werte zu schaffen,

so dass die Absicht der Gründer, das investierte Kapital gut, womöglich am besten angelegt zu sehen, erfüllt wird, wo anders diese dasselbe zurückziehen oder verlieren, womit das ganze Unternehmen samt seinen Ingenieuren lahmgelegt ist. An dieser Verkettung ändert auch die Art der Gründung nichts, die darin besteht, dass ein Ingenieur mit Entwürfen oder Erfindungen zweckmässiger Neukonstruktionen an die Finanzwelt herantritt, um sich Geld zu verschaffen. Als Ingenieur oder Direktor des neuen Unternehmens ist er in gleicher Weise wie oben wirtschaftlich und finanziell verpflichtet.

Die Direktion soll aus nicht zu vielen, aber erfahrenen, energischen Kräften mit kaufmännischer, technischer und juridischer Vorbildung bestehen; eines der Direktionsmitglieder ist entweder tatsächlich oder nur nominell (*primus inter pares*) Generaldirektor. Das Alter sollte in keinem Falle allein ausschlaggebend sein, in Amerika findet man zahlreiche Leute mit 22 bis 35 Jahren in leitenden Stellungen, wo sie sich offenbar vollständig bewähren. Den technischen Direktoren obliegen eine Reihe verschiedener Gebiete: Die Projektenbureaus, die eigentlichen Berechnungs- und Konstruktionsarbeiten, die Werkstätten mit den Lagern und namentlich die ganze technische Organisation. Das Arbeitsfeld und die Zahl der Direktoren, von denen namentlich gesundes kaufmännisches und technisches Urteil, Organisationstalent, sowie die Fähigkeit, tüchtige Beamte zu finden und zu halten, zu fordern ist, lässt sich dadurch reduzieren, dass die Direktion eine Reihe je für ihr Gebiet verantwortliche Resortbeamte aufstellt. In Amerika wählt offenbar die Finanzgruppe jeweils einen *president* und verschiedene *vicepresidents* (*first, second . . .*), denen der *general manager*, die *secretaries* und *treasurers*, sowie die *Resortbeamten* unterstehen.

2. Geschäftseinteilung.

Die gesamte Organisation einer Elektrizitätsgesellschaft lässt sich folgendermassen darstellen:

A. Fabrik¹⁾:

1. Fabrikzentralbureau (Bestellbureau, Aufgabebureau der Fabrikbestellungen bzw. Fabrikdirektion).
2. Werkstätten. Werkstättenbureau, Montagehalle mit Grosswerkzeugmaschinen, Dreherei, Fräseerei, Lagerschalenbau, Schleiferei und Poliererei, Stanzerei, Glüherei, Blechaufbau, Wickelei mit Trockeneinrichtungen, Kommutator- und Schleif-

¹⁾ Nicht alle Firmen haben alle aufgezählten Abteilungen, andere aber wieder mehr.

ringbau, Werkzeugbau, Schmiede, Klempnerei, Lackiererei, Werkstätte für Kleinmotoren, Werkstätte für Strassenbahnmotoren, Mechanikerwerkstätten für Kleinzeug, für Anlasser u. ä., für Schalter, für Kontrollerbau, für Bogenlampenbau und zum Bau von Messinstrumenten (Zählerbau), Schaltbrettbau, Modell- und Kistentischlerei, Graugießerei, Stahlgießerei, Gelbgießerei, Isolationsfabrikation, Draht- und Kabelfabrikation, Porzellanabteilung, Werkstätten zum Zusammenbau von Kleinzeug (Schalter, Sicherungen), Meisterbuden, Umkleideräume und Waschräume.

3. Berechnungs- und Konstruktionsbureaus samt Zeichnungsregistratur und Pauserei.
 4. Prüffeld (event. mehrere für grosse und kleine Maschinen, für Apparate und Instrumente), Laboratorium.
 5. Fabrikkraftwerk für Beleuchtung, Kraftverteilung, Heizung und Ventilation.
 6. Lager für Werkstattmaterialien mit Abstechbänken, Gusslager, Modellboden, Lager für Mess- und Hilfsvorrichtungen, von Wickelformen etc. (Magazine).
 7. Einkaufsabteilung.
 8. Lohnbureau, Krankenkasse, Kalkulationsbureau (Vor- und Nachkalkulation).
 9. Fabrikregistratur.
- B. Verkaufsabteilung:
10. Projektenbureau für Zentralen, für Kraftübertragung (Bergwerke und Hüttenwerke, Hebezeuge, Hafen- und Schiffsanlagen, Pumpen, Ventilatoren u. ä., Fabrikanlagen), für Bahnen.
 11. Montagebureaus wie unter 10.
 12. Preisbureau und reines Verkaufsbureau.
 13. Kaufmännische Bureaus (Buchhaltung, Abrechnung, Kasse).
 14. Patentbureau, literarische Abteilung, Bibliothek, Zeitschriften, Photograph.
 15. Registratur der Verkaufsbureaus mit dem Postbureau.
 16. Versandabteilung (Fertigmagazin) mit Kistentischlerei, Packraum, Wägeraum und Lager fertiger Maschinen und Apparate.
 17. Zweigbureaus und Vertretungen.

Nur die Werkstätten sind im wesentlichen eigentlich produktiv, alle anderen Abteilungen sind nicht produktiv. Diese letzteren sind deshalb prozentuell so klein, als irgend das Geschäftsinteresse es ermöglicht zu halten.

3. Gang einer Bestellung.

Die folgende Beschreibung der Entwicklung eines elektrotechnischen Auftrags gibt zugleich einen Ueberblick über das Ineinandergreifen der einzelnen Abteilungen: Die Zweigbureaus oder Projektenbureaus erfahren durch Tages- oder Fachzeitungen bezw. durch Aufforderung oder anderweitigen Verkehr, dass irgendwo eine elektrische Anlage benötigt wird. Sie verschaffen sich zunächst die erforderlichen Unterlagen für die örtlichen Verhältnisse, Zahl und Grösse der Motoren, Lampen etc., wozu unter Umständen auch Betriebsmessungen und Aufnahmen gehören, ferner die Lieferbedingungen bezüglich Lieferzeit, Zahlungsbedingungen und Zahlungsfähigkeit. Für kleinere oder ganz normalisierte Anlagen arbeiten nun die Zweigbureaus selbst, bei schwierigen, grossen Anlagen die Projektenbureaus des Stammhauses ein Projekt, einen Kostenanschlag aus.

Es geschieht dies auf Grund der Preislisten und ausgearbeiteter Projektierungsnormalien. Bei neuen oder speziellen Typen sind Rückfragen beim Berechnungs- und Konstruktionsbureau bezüglich Abmessungen und technischen Eigenschaften erforderlich. Preise und Liefertermine ganz gängiger Sachen sollten im Preisbureau festgelegt sein, sonst ist der Herstellungs- oder Fabrikpreis im Kalkulationsbureau, das sich mit dem Konstruktionsbureau und den Werkstätten ins Benehmen setzt, zu erfahren. Das Werkstättenbureau gibt auf Grund der Angaben des Konstruktionsbureaus und entsprechend dem augenblicklichen Umfang der Bestellungen den Liefertermin. In vielen Fällen sind noch Unterlagen von fremden Firmen, z. B. von Dampfmaschinen-, Pumpen-, Hebezeuglieferanten einzuholen, und dabei ist es eine der lohnendsten Aufgaben der Projektenbureaus, den ganzen Zusammenbau der Anlage, d. h. der Dampfkessel, Rohrleitungen, Dampfmaschinen, Dynamos, Leitungen, Schaltbretter, sowie des ganzen Gebäudes, ferner den organischen Aufbau der Motoren an Kranen, an Pumpen, an Werkzeugmaschinen richtig zu disponieren. Mit den entsprechenden Garantien, die aber möglichst zu beschränken sind und für die der Zulieferant bezw. die Fabrikbureaus einzustehen haben, sowie mit passenden Erläuterungen, Skizzen und photographischen Abbildungen, die grösstenteils vom Konstruktions- und literarischen Bureau geliefert werden, geht das Projekt ab. Die Auftragserteilung erfolgt ebenfalls an das Zweigbureau, das dieselbe an das Projektenbureau weitergibt. In sehr grossen Firmen findet man wohl ein besonderes technisches Ausführungsbureau, das den Auftrag übernimmt, für die richtige Lieferung und Aufstellung (Montage), sowie die einschlägige Korrespondenz sorgt. Der Auftrag

ist erst definitiv zu bestätigen, wenn vom Konstruktionsbureau und den Werkstätten die technischen Bedingungen und die Lieferzeit, vom Montagebureau die Art und Zeit der Montage, von kaufmännischer und eventuell jurisdischer Seite die Form und Zahlungsbedingungen akzeptiert sind, was aber rasch auszuführen ist. Sobald die Buchhaltung den Abschluss und die Zahlungsbedingungen gebucht hat, geht die Bestellung mit allen vom Auftraggeber angegebenen technischen Forderungen an das Haupt- oder Bestellbureau der Fabrik, gleichzeitig mit einer Mitteilung der Bestellung samt Liefertermin und Versandweise an das Versandlager. Ist der Auftrag eine identische Wiederholung früherer Ausführungen, so kann das Bestellbureau gleich nach Erteilung der Fabrikbestellnummer die erforderlichen Einzelbestellungen an das Magazin, sowie die Einkaufs- abteilung zur Beschaffung der Materialien und an das Werkstättenbureau oder die einzelnen Werkstätten zur Inangriffnahme der Arbeit geben, da in diesem Bureau bereits die Zeichenlisten, Stücklisten, Wickelangaben und sonstiges vom Berechnungs- und Konstruktionsbureau erforderliche Material oder wenigstens die diesbezüglichen Nummern für alle normalen Fälle bereit liegen. Die Zeichnungen sind dann bereits in der Registratur der Werkstätten, und zwar die neuestgültigen, da alle Berichtigungen sofort nach Aufdeckung eines Mangels anzubringen sind, nicht erst bei einer Neubestellung.

Bei neuen und anormalen Ausführungen geht die Bestellung vom Bestellbureau in das Berechnungsbureau und von da ins Konstruktionsbureau, wo die Zeichnungen und Wickelangaben, ferner die Zeichnungslisten, sowie die Stück- oder Materiallisten angefertigt werden, auf Grund deren wie zuvor die Materialanweisungen erfolgen. Die spätest zulässigen Liefertermine für Rohmaterialien sind vorzuschreiben. Modelle, Schnitte und Hilfsvorrichtungen werden möglichst zuerst in Arbeit gegeben. Auf einem Exemplar der Stückliste, von der noch eine Reihe Durchschläge anzufertigen sind, werden im voraus Gewichte und Preise der Materialien, sowie deren Liefertermine vom Einkaufs-(oder Zentral-)bureau und ferner die Einzellöhne vom Werkstättenbureau auf einer Lohnliste der betreffenden Bestellnummer eingetragen. Die Stückliste ohne Materialpreise, die Lohnliste und eine Terminliste, welche die Liefertermine für die einzelnen Meister, d. h. für die einzelnen Teile, Welle, Ankerkörper, Wicklung etc., enthält, wird an die Meister weitergegeben; Meister und Magazin müssen eine identische Materialliste in die Hände bekommen, auf Grund welcher der Meister je nach Bedarf die Materialien abholen lässt. Die Tischlerei fertigt nun die Modelle, die an die Giessereien für Grau-, Stahl- und Gelbguss weitergehen; die Werkzeugmacherei fertigt die Hilfswerkzeuge (Schnitte, Aufspanner, Werkzeugstähle etc.). In der Stanzerei, Dreherei, Fräseerei und Schleiferei bearbeitet man die

dem Lager entnommenen Bleche und Gussstücke. Daran schliesst sich der Einbau der Dynamobleche, während gleichzeitig der Kommutator oder die Schleifringe sowie verschiedenes Kleinzeug, sofern es nicht am Lager ist, fertiggestellt wird. Nunmehr folgt die Anker- und Feldspulengewickelung, wobei allerdings in der Regel die Spulen schon zuvor auf Wickelformen hergestellt wurden, oder gar auf Lager waren. Jetzt erfolgt der Zusammenbau, die Montage der einzeln fertiggestellten Teile mit einer Reihe Schlosserarbeiten. Nach einer gründlichen mechanischen Revision, die auch schon an den Einzelteilen vorzunehmen ist, geht die Maschine in das Prüffeld. Normale Maschinen werden nur kurz, neue Typen eingehend untersucht. In jedem Falle sollten die im Auftrag angegebenen Garantien, sowie der betriebsichere Lauf kontrolliert werden. Ist die Maschine noch gespachtelt und lackiert, so wird sie der Versandabteilung übergeben, die sie verpackt und per Bahn oder Schiff versendet. Von dem Versand, ebenso wie von jeder unvorhergesehenen Verzögerung wird die Montageabteilung verständigt, die inzwischen, entsprechend dem Liefertermin, die Baulichkeiten und die Fundamente in Stand gesetzt hat. Von Monteuren und Ingenieuren dieses Bureaus werden die Maschinen ausgepackt, montiert und in Betrieb gesetzt, letzteres wohl auch im Beisein eines Fabrikgenieurs. Die Hauptbuchhaltung wird sowohl von der Ablieferung der Maschinen, wie von der Fertigstellung der Montage und der endgültigen Uebernahme benachrichtigt; sie hat entsprechend den Abmachungen inzwischen die Ausstände eingefordert und der Hauptkasse überwiesen. Nach einer Probezeit und einer Abnahmeprüfung wird die Anlage vom Auftraggeber übernommen, meist läuft allerdings die Garantie 1 bis 2 Jahre. Das Lohnbureau bezahlt auf Grund der Werkstattangaben (Kontrolle durch die Meister und beim Ein- und Ausgang) die Löhne, die es mit der Hauptkasse abrechnet, welche auch die Rechnungen der Einkaufsabteilung bzw. der Materialverwaltung zu erledigen hat. Das Kalkulationsbureau erhält für jede Bestellung von den Werkstätten oder dem Lohnbureau die tatsächlich bezahlten Löhne und von der Einkaufsabteilung die tatsächlichen Materialwerte, so dass es die Gesamtauslagen und den Fabrikpreis ermitteln kann, womit gleichzeitig Unterlagen für die Vorkalkulation und für die Preislisten geschaffen sind. Der Hauptbuchhaltung fällt auch noch alljährlich die Aufstellung der Bilanz und des Inventars zu. Das Patentbureau übernimmt die Ausarbeitung und Anmeldung patentfähiger Konstruktionen aller Bureaus und hat fremde Patente zu studieren.

Die Koordination und Subordination der einzelnen Bureaus bzw. Beamten, sowie der Gang einer Bestellung durch eine Firma ist in Fig. 1 bis 4 schematisch dargestellt.

4. Was fabriziert eine Elektrizitätsgesellschaft?

Die elektrischen Fabrikate lassen sich einteilen in

1. Dynamos, Motoren und Transformatoren,
 - kleine Typen unter 1 bis 5 PS (bis $\frac{1}{80}$ PS herunter) für Massenfabrikation im grossen;
 - mittlere Typen;
 - Grossdynamobau;
 - Strassenbahnmotoren;
2. Apparate wie Anlasser und Regulatoren;
3. Schaltapparate und Sicherungen;
4. Fittings (Kleinzeug);
5. Elektrisches Zubehör für Hebezeuge und Bahnen (Spezialapparate);
6. Bogenlampen¹⁾ und Scheinwerfer;
7. Messinstrumente;
8. Drähte, Kabel und Kabelarmaturteile; Isolatoren;
9. Schalttafeln.

Durchweg sollte auf strikte Normalisierung und Beschränkung der Typenzahl geachtet werden; die Typen sind an Hand der Bedürfnisse des elektrotechnischen Marktes so zu entwerfen, dass sie möglichst vielseitige oder allgemeine Verwendung finden können.

Unter (1) gehören zunächst die Gleichstrommaschinen, die für Generatoren und Motoren beinahe identisch ausfallen und fast ausschliesslich der mehrpoligen Aussenpoltype angehören. Bis gegen 100 PS baut man sie gegenwärtig meist mit Lagerschildern, darüber mit Stehlagern und Grundplatte. Für Leistungen bis gegen 500 KW bildet man die Typen für Riemen- und Seiltrieb, sowie auch mit freiem Wellenstumpf aus. Schon von 5 KW ab bis zu den grössten Leistungen (3000 KW) hat man Typen für direkte Kupplung mit zwei, einem oder gar keinem Lager vorzusehen. Die Spannungen²⁾ und Umdrehungszahlen sind möglichst so zu normalisieren, dass man mit beschränkter Modellzahl alle praktischen Fälle deckt; bei Rientrieb geht man mit der Umdrehungszahl so hoch, als mechanische und elektrische Gründe es rationell erscheinen lassen, bei direkter Kupplung ist man an die Antriebstoren der Dampfmaschinen, Turbinen (für Wasser, Dampf oder Gas) oder Gasmotoren gebunden.

Ganz ähnlich sind auch die Drehstromgeneratoren auszulegen, die fast allgemein der Innenpoltype angehören. Die normale Perioden-

¹⁾ Von Glühlampen und von der ganzen eigentlichen Schwachstromtechnik wird hier abgesehen.

²⁾ Siehe Verbandnormalien.

zahl ist 50, doch sollte man diese Typen ohne nennenswerte Aenderung auch für 40 und 60 Perioden verwenden können. Neuerdings benötigt man häufig auch 25 Perioden und weniger. In Amerika sind 25 und 60 die üblichsten Frequenzen. Die Tourenzahlen sinken absatzweise mit zunehmender Leistung von 3000 auf etwa 75 bei 10 000 PS. Die Drehstromgeneratoren lassen sich nach einfacher Aenderung der Wicklung als Einphasengeneratoren, sowie ohne weiteres als Synchronmotoren verkaufen. Die asynchronen Drehstrommotoren mit Leistungen von $\frac{1}{60}$ bis 2000 PS und Touren von 3000 bis 50 herunter sind im Aufbau fast völlig von den Generatoren verschieden. Anzustreben ist möglichst die Verwendung gleicher Statorgehäuse, ähnlicher Statorbleche und derselben Lagerschilder für Motoren und Generatoren. Bis 3 PS baut man hierzulande Kurzschlussanker (in Amerika bis 1000 PS), darüber Schleifringanker. Beachtenswert sind auch Reihen mit in den Motor eingebauten Widerständen, die von Hand oder automatisch abgeschaltet werden. Motoren mit Polumschaltung¹⁾ oder in Kaskadenschaltung dürften nur in beschränkter Zahl vorkommen. Durch Aenderung der Statorwicklung der Drehstrommotoren erhält man Zweiphasen- und Einphasenmotoren; letztere entwickelt man häufig nur von $\frac{1}{10}$ bis höchstens 100 PS. Mit der Lagerschildkonstruktion geht man bei Drehstrommotoren wesentlich weiter als bei Gleichstrom, in Amerika bis über 1000 PS. Für die Erreger der Generatoren lege man eine vielpolige Gleichstromreihe aus, die zugleich für direkt gekuppelte Dynamos und langsam laufende Motoren ausgenützt wird. Für Kommutatoren und Schleifringe benütze man ausschliesslich Kohlenbürsten.

Alle riemengetriebenen Maschinen versieht man mit Spannschienen, die kleinen Typen bis etwa 10 PS mit Wippen oder Spannrollen. Bis gegen 100 PS sieht man am Gehäuse seitlich oder unterhalb oder an den Schildern Zahnradvorgelege vor. Die Schildertypen liefert man auch mit perforierten oder vollen Deckeln abgeschlossen (gekapselt und ventiliert gekapselt); Stehlagertypen kann man mit einem gebogenen Regendach ausrüsten. Abnormale Wellen- und Gehäuseabmessungen sind zu vermeiden. Verschiebungen in der Tourenzahl und Spannung, die durch einfache Aenderung der Wickelangaben zu erreichen sind, sollte man, wenn begründet, zulassen. Spezialgehäuse und teilweise auch Spezialwellen erfordern die kleinen Ventilatoren mit Fuss, Wandarm oder Mauerring bezw. für Aufhängung, elektrische transportable Werkzeugmaschinen (tragbare und fahrbare), Poliermotoren, Webstuhlmaschinen, ferner Maschinen mit vertikaler Welle, wobei aber Ankerbleche und Wicklungen möglichst normal zu belassen sind. Für 1 bis 50 PS ent-

¹⁾ Oder auch sog. Stufenmotoren.

wickelt man meist spezielle Kapselmotoren, die für Gleichstrom zweckmässig horizontal geteilt und mit Serienwicklung versehen werden. Die normalen Gleichstromnebenschlussmotoren sind auf Verlangen auch mit Serien- und Compounderregung zu versehen. Ferner hat man für Gleichstrom Reihen von Zusatzmaschinen und Lademaschinen, von Typen für elektrolytische und galvanische Zwecke, sowie von Motoren mit variabler Tourenzahl (mit veränderlichem Feld oder Doppelkommutator) und von Mehrleitermaschinen aufzustellen, wobei immer die Verwendung normaler Teile anzuraten ist. Für Wechselstrom werden in Bälde auch Reihen von ein- (und mehr)phasigen kompensierten Kommutatormotoren (Repulsions- oder Serienmotoren) auszulegen sein. Die Asynchronmotoren lassen sich auch als Asynchrongeneratoren¹⁾ verwenden, wobei sie zweckmässig zur Compoundierung und Kompensation mit einem Erregerkommutator auszurüsten sind, was auch für Synchrongeneratoren angängig ist. Schliesslich sind noch die anormalen Maschinentypen für hohe Tourenzahlen (Dampfturbinen²⁾, Zentrifugalpumpen), bei Gleichstrom eventuell kompensierte Typen, und wasserdicht gekapselte, sowie künstlich gekühlte Typen zu erwähnen.

An Transformatoren kommen ein- und dreiphasige Typen in Frage. Bis 100 oder 200 KW baut man sie als Trockentype oder als Oeltype ohne Zirkulation; darüber entweder mit künstlichem Luftzug oder in Oel mit Wasserkühlschlangen oder mit Oelzirkulation. Um die Kosten zu reduzieren, verwende man für Ein- und Mehrphasentypen möglichst dieselben Bleche und benütze für hohe Spannungen die Gestelle der nächst grösseren Niederspannungstypen. Hieher gehört auch noch der Bau von Messtransformatoren, Drosselspulen, Potentialregulatoren etc.

Die Typen von Bahnmotoren spalten sich in Strassenbahnmotoren für 10 bis 100 PS und 200 bis 600 Touren je mit einem Vorgelege, in Vorort- und Vollbahnmotoren mit Leistungen bis 500 PS und den eben erwähnten Touren, häufig ganz ohne Vorgelege, ferner in Lokomotivmotoren speziell für Gruben- und Fabrikslokomotiven und schliesslich in Automobilmotoren mit wenigen PS Leistung, öfters als Doppelmotoren ausgebildet. Die Gleichstrombahnmotoren werden für (220) 500 bis 1000 Volt und entweder mit horizontal geteiltem Gehäuse oder aber mit beiderseitigem Schild gebaut. Drehstrombahnmotoren mit Seitenschildern und betriebsicheren Maximalspannungen von 3000 bis 5000 Volt empfehlen sich am meisten für Fern- und Bergbahnen. Für Vorort-

¹⁾ Asynchrongeneratoren und compoundierte Drehstromgeneratoren haben bis jetzt noch keine grössere praktische Bedeutung erlangt.

²⁾ Für Gleichstrom dürften nur Turbodynamos bis 1500 KW in Frage kommen, während für Drehstrom schon jetzt Typen bis 10000 PS gebaut werden. Beide Höchstleistungen hat die Firma Brown, Boveri & Cie., Baden, erreicht.

und Fernbahnen dürften allerdings zweckmässig einphasige Kommutatormotoren entwickelt werden.

An rotierenden Umformern kommen in Frage:

a) reine Gleichstromumformer zur Umwandlung der Spannung z. B. für elektrolytische Zwecke, entweder als Einankermaschinen mit Doppelkollektor oder als Doppelmaschinen, hierher gehören auch die Ausgleichsmaschinen für Mehrleiternetze;

b) Drehstrom-Gleichstromumformer als Einankerumformer und als Motorgeneratoren. Erstere sollte man im wesentlichen nur für 25 Per. normalisieren und für letztere sind die normalen raschlaufenden Gleich- und Drehstrommaschinen zu verwenden und zwar entweder Synchron- oder Asynchronmotoren. Einphasen-Gleichstromumformer werden ebenso behandelt. Zur gegenseitigen Umwandlung von Mehrphasenströmen verschiedener Phase, was seltener vorkommt, dienen die gewöhnlichen Transformatoren in bestimmten Schaltungen, während Einphasen- in Mehrphasenströme zweckmässig nur in rotierenden Maschinen umgeformt werden. — Ziemlich übereinstimmend mit den Einankerumformern sind im Bau die Doppelstromgeneratoren, sie haben aber meist kleinere Umlaufzahlen.

Unter die Nummer (2) fallen die Feldregler für Gleich- und Drehstromgeneratoren, deren Typenzahl mässig zu halten ist und die auch mit automatischer Schaltvorrichtung eingerichtet werden; ferner die einfachen Anlasser für Gleich- und Drehstrommotoren. Seltener braucht man die Einphasenanlasser und die primären Drehstromanlasser, die besser durch Kompensatoren (aus den Transformatoren zu entwickeln) zu ersetzen sind. Zu Reversiermotoren gehören Wendeanlasser, deren Umschalter bei Hochspannung unter Oel gelegt wird. Für empfindliche Netze empfehlen sich Langsamanlasser mit Schnecken- oder Sperrradantrieben. Die Tourenregler sind entweder Hauptstrom- oder Feldregulierwiderstände. Für Aufzüge, Pumpen etc. sind automatische Anlasser mit Steuerung durch Solenoide, Hilfsmotoren oder Hemmwerke zu entwickeln, wozu auch die Druckknopfsteuerungen gehören. Für Walzwerke, Hebezeuge und andere schwierige Betriebe benötigt man Kontroller (Schaltwalzen) oder Kohlenanlasser. Namentlich die erste Art, die für Bahnen ausschliesslich verwendet wird, gestattet die verschiedensten Schaltungen, z. B. auch die Umschaltung für Mehrleiternetze zur Tourenregelung. Für sehr grosse Leistungen werden Anlasser, die aus einer Serie automatischer Schalter bestehen, oder auch Anlasedynamomaschinen (Gegenschaltung) gebaut. Zu allen genannten Apparaten gehören Widerstände, die aus Nickel in oder Kruppin in Spiralen oder in Röhren- oder Paketform bestehen; auch Eisenblech- und Guss-eisenspiralen, sowie für billige Zwecke Flüssigkeitswiderstände kommen

in Anwendung. Zur Reduktion der Abmessungen legt man das Widerstandsmaterial unter Oel oder kühlt es anderweitig.

In der Gruppe (3) sind zu erwähnen einfache Hebel- oder Drehschalter, meist Schnappschalter; einfache Umschalter für Stromstärken bis gegen 10 000 Amp. und bis 1000 Volt, Feldausschalter, Hochspannungsschalter — von den verschiedenen Typen, den offenen Hebel-, Hörner-, Rollen-, Röhren- und Oelschaltern wird sich wohl nur die letzte allgemein einbürgern —, Maximalausschalter für Gleich- und Drehstrom, Minimal- und Rückstromausschalter, Zeitschalter, Fernschalter, Zellschalter mit Bedienung von Hand oder mit Hilfsmotor, automatische Schalter zum Abschalten von Transformatorspulen. Die Sicherungen teilen sich in Niederspannungs- und Hochspannungssicherungen oder in Streifen-, Patronen-, Röhren- und Oelsicherungen mit den verschiedensten Vorrichtungen zur Funkenlöschung. Hieran schliessen sich die Sicherungen gegen Ueberspannung und Erdschlüsse, sowie gegen Uebergang der Hoch- in die Niederspannung. Die Blitzableiter werden als Hörner- oder Rollentype mit entsprechend geschalteten Drosselspulen, Kondensatoren und Graphit- oder Wasserwiderständen hergestellt. Auch Spitzen- und Plattenblitzableiter mit Abreissspulen kommen vor. Neuerdings verwendet man mit Erfolg reine Wasserblitzableiter.

Zu den Fittings (Nr. 4) rechnet man all das in grosser Masse fabrizierte Kleinzeug, wie kleine Drehschalter, Abzweigdosen, Kabelschuhe, Klemmen, Glühlampenfassungen, Patronensicherungen und andere Installationsgegenstände.

Das Zubehör für Hebezeuge und Bahnen (Nr. 5), sofern es nicht schon erwähnt ist, besteht aus Bremsmagneten, Endausschaltern, Stromabnehmern für Krane und Fahrzeuge, Leitungsausrüstung, Wirbelstrom- und Schienenbremsen, Leitungskupplungen u. ä.

Die Gleich- und Wechselstrombogenlampen (Nr. 6) werden mit offenem und eingeschlossenem Lichtbogen gebaut; die Dauerbrandlampen sind in Amerika die Regel. Dort findet man auch noch zahllose Lampen für Serienschaltung, während hiezulande die Nebenschluss- und hauptsächlich die Differentiallampe in Zweier-, Dreier- oder Viererschaltung (die letztere Lampe häufig bis zu sechs in Serie) oder auch in Einzelschaltung (Dauerbrandlampe) die Regel ist. Neuerdings werden noch gebaut: Effektlampen und Quecksilberlampen. Das Zubehör zu Bogenlampen besteht aus Beruhigungs- und Anlasswiderständen oder Drosselspulen, Minimalausschaltern, Nebenschliessern und Ersatzwiderständen, Einzel- oder Spartransformatoren, Reflektoren, Aufhänge- und Aufziehvorrichtungen ¹⁾.

¹⁾ Auf die Fabrikation gewöhnlicher Glühlampen, Vakuumglühlampen, Nernstlampen, Osmiumlampen kann hier nicht eingegangen werden.

An Messinstrumenten (Nr. 7) kommen ausser den Laboratoriumsinstrumenten¹⁾, die sich mehr durch sehr grosse Typenzahl als durch Fabrikation in Masse auszuzeichnen pflegen, hauptsächlich Zähler für Gleich-, Wechsel- und Drehstrom, sowie Schaltbrettinstrumente in Frage (Volt-, Ampère- und Wattmeter für Gleich-, Wechsel- und Drehstrom, Leistungsfaktor- und Frequenzmesser, Apparate zum Parallelschalten, Schaltrelais und Isolationsprüfer).

Zu den Kabelarmaturteilen²⁾ (Nr. 8) gehören Kabelanschlüsse, Abzweigkästen, Verteilungskästen, Hausanschlüsse, Ueberführungen von Kabel in Freileitungen.

Im Schalttafelbau sind ausser den grossen Niederspannungs- und Hochspannungsschaltanlagen, die aus Winkeleisengerüsten oder Säulen mit Marmortafeln, zahlreichen Instrument-, Schalt- und Regulierapparaten, Sammelschienen und Leitungen bestehen, namentlich die kleinen Schalttafeln und Schaltkästen für Krane, Bergwerks- und Fabrikmotoren zu erwähnen. In dieses Gebiet fällt auch der Bau von Verteilungs- und Transformatorenhäuschen, eisernem Leitungsgestänge u. ä., die Normalisierung des gesamten Leitungszubehörs (Isolatoren, Durchführungen).

Für den eigenen Bedarf werden in der Regel angefertigt: Schnitte, Modelle, Aufspannvorrichtungen, Werkzeuge wie Bohrer, Fräser, Stähle, Spezialwerkzeugmaschinen, Messwerkzeuge, Messinstrumente, Möbel, Kisten u. ä.

Es gibt eine Reihe elektrischer Firmen, die sich spezialisieren und nur einen Teil der verzeichneten Waren bauen, z. B. nur Dynamos, Motoren und Transformatoren, oder nur Messinstrumente, oder nur Apparate und Fittings. Andererseits haben auch verschiedene dem allgemeinen Maschinenbau angehörige Firmen den Bau elektrischer Maschinen mit gutem Erfolg aufgenommen (Vickers in England, Schwarzkopff u. a.), während wiederum grosse Elektrizitätsgesellschaften den Bau nicht elektrischer Maschinen, an denen aber die Elektrotechnik ein grosses Interesse hat, aufgenommen haben (Westinghouse, Brown, Boveri & Cie. u. a.). Ich erwähne nur Dampf- und Wasserturbinen³⁾, Gasmotoren, Dampfdynamos, Strassen- und Eisenbahnwagen, Lokomotiven, Krane und Aufzüge, Werkzeugmaschinen, Gesteinsbohrmaschinen u. a.

¹⁾ Siehe Niethammer, Elektrotechn. Praktikum.

²⁾ Die Draht- und Kabelfabrikation soll hier nicht erörtert werden, siehe Baur, Das elektrische Kabel.

³⁾ Die Aufnahme des Baues von Dampfturbinen durch die elektrischen Firmen hat allerdings in Amerika zu einem erbitterten Konkurrenzkampf geführt; die grösste Dampfmaschinenfabrik Amerikas, die Allis-Chalmers Co., hat nämlich nunmehr zur Abwehr auch die Fabrikation elektrischer Maschinen aufgenommen und hat sich zu diesem Zweck mit der Bullock Co., Cincinnati, vereinigt.

Die Projektenbureau haben je nach dem Umfang der Eigenfabrikation auch mehr oder weniger fremde Erzeugnisse zu veranschlagen und zu verkaufen, sofern die Elektrizitätsgesellschaft die Ausführung ganzer Anlagen übernimmt. Es handelt sich dabei um Akkumulatoren, Dampfmaschinen, Dampfkessel, Dampfturbinen, Rohrleitungen, Gas- und Oelmaschinen samt Gaserzeugungsanlage, Wasserturbinen, Pumpen, Krane und Aufzüge, Werkzeug- und Transportmaschinen, Strassen- und Eisenbahnwagen, Lokomotivgestelle, Riemen, Seil- und Riemenscheiben, verschiedene Leitungs- und Installationsmaterialien (Maste aus Holz und Eisen, Drähte, Kabel, Isolatoren, Röhren), ferner ganze Fabrikgebäude mit allem Zubehör. Bei diesen Zulieferungen, die selten mit grossem Gewinn verknüpft sind, ist sehr vorsichtig vorzugehen, um nicht den ganzen Auftrag zu schädigen. Bei schlechten Teillieferungen hat selbst bei scharfen Einzelgarantien in der Regel der Generalunternehmer den grössten Verlust zu erleiden. Man wähle deshalb möglichst sorgfältig die zuverlässigsten Lieferanten der einzelnen Branchen aus und bilde mit denselben einheitliche Gesamtkonstruktionen aus, z. B. Krane samt elektrischer Ausrüstung, ohne sich allerdings ganz sklavisch an eine mechanische Konstruktion festzulegen. Auf einen Auswuchs des elektrotechnischen Unternehmertums muss hier bei Erwähnung der Uebernahme ganzer Anlagen nachdrücklich hingewiesen werden, auf die Finanzierung zu vieler, namentlich fraglicher Neuanlagen oder auf das System des Ansichtselbstverkaufens zur Erhöhung des Umsatzes. In der Regel sind die Erstehungskosten der zur Elektrisierung bestimmten Anlagen (Strassenbahnen, Ueberlandzentralen, Wasserkräfte etc.) durch Fremde unverhältnismässig hoch; häufig entstehen örtliche Konkurrenzunternehmungen und namentlich wird dem Stammhaus und dem Fabrikbetrieb unnötig viel Kapital entzogen und lahmgelegt. Es sollte mit allen Mitteln erstrebt werden, die Firma als reines Verkaufsgeschäft auszubilden.

II. Die Fabrikanlage ¹⁾.

5. Allgemeine Gesichtspunkte für die Fabrikanlage.

Die Wahl des Fabrikbauplatzes wird im wesentlichen durch folgende Gesichtspunkte beeinflusst:

¹⁾ In Z. V. D. I. 1904, S. 522 gibt P. Möller einen sehr beachtenswerten Bericht über Anlage und Einrichtung von amerikanischen Werkstätten, der aber hier nicht mehr berücksichtigt werden konnte.

1. den Preis von Grund und Boden, der auf dem Lande viel geringer ist als innerhalb der Stadt und der zwischen 1 und 500 Mark und samt Gebäude meist zwischen 30 und 50 Mark pro Quadratmeter bebaute Grundfläche und zwischen 5 bis 10 Mark pro Kubikmeter umbauten Raumes schwankt¹⁾. Auch die Beschaffenheit des Untergrunds ist von Bedeutung, sumpfiger Boden verlangt z. B. oft eine recht kostspielige Gründung. Der Bauplatz muss hochwasserfrei sein;

2. die Möglichkeit, jederzeit leicht gute, nicht zu teure Arbeiter und Beamte zu finden, was in der Stadt oder deren Nähe in der Regel viel eher der Fall ist als auf dem Lande;

3. die bequeme Ausführung eines direkten Eisenbahn- oder Schiffsanschlusses, womöglich an eine oder mehrere Haupttrouten, sowohl zur Anfuhr von Baumaterial und Rohstoffen wie zur Abfuhr der Waren;

4. die Wohnungsverhältnisse für Beamte und Arbeiter bezw. die Art und die Kosten der Fahrtverbindungen nach einer grösseren Stadt²⁾.

Weiter kommen in Frage die Preise der erforderlichen Rohmaterialien bezw. deren Transportkosten, wozu auch der Preis der Kohle, des Wassers (Möglichkeit eines Brunnens) u. ä. zu rechnen ist. Auch das Vorhandensein einer billigen Wasserkraft kann vorteilhaft, aber nicht ausschlaggebend sein. Ferner sollte begründete Aussicht auf eine grössere Kundschaft in der nächsten oder nicht allzuferner Umgebung vorhanden sein, d. h. das betreffende Gebiet sollte für elektrische Waren aufnahmefähig und noch nicht mit leistungsfähigen Konkurrenzunternehmen überfüllt sein.

Die gesamten Anlage- und Einrichtungskosten richten sich nach dem zu erwartenden Jahresumsatz, der keinesfalls kleiner als die Hälfte des aufgewendeten Aktienkapitals einschliesslich Obligationen, am besten gleich diesem oder grösser sein sollte. Die existierenden Elektrizitätsgesellschaften arbeiten mit Kapitalien von einigen wenigen Millionen Mark bis hinauf auf über 100 Millionen, die aber häufig nur zum geringen Teil in der eigentlichen Fabrikation festgelegt sind. Weitere Anhaltspunkte bieten die Tatsachen, dass pro 1 Million Mark Kapital etwa 2000 bis 5000 qm bebaute Fabrikfläche und 50 bis 200 Arbeiter sowie Beamte anzutreffen sind, oder auch, anders ausgedrückt, pro Arbeiter (einschliesslich Beamte) 10 bis 50 qm Fabrikgrundfläche. (Die Arbeitsbodenfläche ist 10 bis 100 % grösser.) Auf 100 000 PS jährlich abgelieferter Maschinen samt Zubehör kommen wohl etwa 25 Millionen Mark Kapital, 30 000 bis 80 000 qm Grundfläche, sowie etwa 2000 bis

¹⁾ Für das Verwaltungsgebäude sind die Zahlen mehr als doppelt so hoch.

²⁾ Tatsächlich liegen die meisten Fabriken an der Peripherie grosser Städte, obwohl mit Recht eine gewisse Bewegung zur industriellen Dezentralisation, z. B. auch in England, unverkennbar ist.

5000 Arbeiter und Beamte¹⁾. Auf jeden Arbeiter sind 5 cbm oder mehr Luftraum zu rechnen. Es sollte nicht mehr als 1 Beamter auf 5 bis 10 Arbeiter kommen. Die Firma Schuckert hatte im Jahre 1899/1900 bei 42 Millionen Kapital 77 Millionen Umsatz. Der erzielte Reingewinn betrug 9 Millionen, die Abschreibungen ca. 2 Millionen, die Dividende 15 %, die Beamtenzahl ca. 1000, die Arbeiterzahl ca. 7500, die gelieferte KW-Zahl ca. 200 000 (etwa 270 000 PS). — Grosse Kapitalien sind für die heutigen Grossbetriebe und zur Ausführung der grossen technischen Probleme unerlässlich, aber vor der Anlage zu grosser und luxuriöser Fabrikanlagen und vor Ueberkapitalisierung muss trotzdem nachdrücklich gewarnt werden. Auch die Ausschüttung unverhältnismässig hoher Dividenden während der fetten Jahre kann verhängnisvoll werden, man sorgt besser für reichliche Abschreibungen und einen Reservefonds von 30 bis 50 % des Kapitals.

Manche Grossfirmen trennen ihre gesamte Verkaufsabteilung, d. h. die Projekten- und kaufmännischen Bureaus räumlich von der Fabrik, zu der nur die Berechnungs- und Konstruktionsbureaus, sowie die Lohn-, Kalkulations- und Werkstättenbureaus geschlagen werden. Letztere mit der Fabrik liegen vor der Stadt, erstere möglichst im Zentrum, im Geschäftsviertel der Stadt. Für den bequemen Verkehr mit der Kundschaft hat das sicherlich Vorteile, aber die unbedingt erforderliche Verständigung und der Verkehr zwischen Verkaufsbureau und Fabrik wird dadurch schleppend, unzuverlässig und zeitraubend. Es dürfte sich empfehlen, alle technischen und kaufmännischen Bureaus samt der Direktion und der Fabrik zentral beisammen zu haben (ausserhalb der Stadt), jedoch im Zentrum der benachbarten Grossstadt gegebenenfalls eine grosse Verkaufsabteilung mit ausführlichem Informationsmaterial und mit in der Fabrik herangezogenen Beamten zu errichten, zu denen sich an bestimmten Tagen oder nach Vereinbarung die leitenden Beamten der Zentralstelle einfinden könnten.

Die Räume für die Giesserei, die Schmiede, die Grossmontage, für grosse Werkzeugmaschinen u. s. f. werden wohl allgemein einstockig als grosse Hallen angelegt, in der Regel mit ein- oder beider- oder allseitiger Galerie für leichtere Werkzeugmaschinen, die Wickelei und den Apparatenbau. Die Gebäude für Kleinmotoren, Fittings, Apparate, Bogenlampen, sowie die Bureaus baut man mit umso mehr Stockwerken, je teurer Grund und Boden ist, meist mit drei oder vier, Parterre eingerechnet. Grosse zusammenhängende Fabrikhallen verlangen eine kleinere Grundfläche und weniger Transport als viele einzelne Gebäude, aber wegen Feuersgefahr erstellt man fast allgemein für die Tischlerei, die

¹⁾ Diese Zahlen sind allerdings noch ergänzungsbedürftig.

Giesserei, das Oellager u. ä. besondere Gebäude. So verschiedenartig auch der Bauplan einer elektrotechnischen Fabrik sein mag, so lassen sich doch folgende allgemeine Gesichtspunkte festlegen: möglichst gegen die Strasse, aber nicht durch Lärm und Russ belästigt, steht das Verwaltungsgebäude¹⁾ mit den Werkstättenbureaus im Parterre, in der ersten Etage die kaufmännische Abteilung, daneben oder darüber die projektierenden Bureaus und schliesslich in dem obersten Stockwerk die Berechnungs- und Konstruktionsbureaus und der Zeichensaal, sowie die mit Oberlicht bedachte Pauserei und Photographie. Eng an dieses Verwaltungsgebäude schliesst sich die Hauptmaschinenhalle, entweder direkt angebaut oder mit überdeckten Gängen verbunden. Oefters ist auch der vordere Abschluss der Maschinenhalle mehrstöckig ausgeführt, das Parterre als Materiallager und die oberen Etagen als Werkstättenbureaus, sowie als Konstruktions- und Berechnungsbureaus ausgebildet. Die Verkaufsabteilung hat dann ihr eigenes Gebäude. Wichtig ist jedenfalls, dass die Werkstättenbureaus und in zweiter Linie auch die Konstruktionsbureaus direkt an die Werkstätten stossen. In der Maschinenhalle oder in den verschiedenen einzelnen, aber zweckmässig dicht nebeneinander fortlaufend gebauten Maschinenhallen stehen alle schweren Werkzeugmaschinen; daselbst werden alle grossen Maschinen bearbeitet und zusammengebaut. An den Seitenwänden sind für die Schlosser Werkbänke mit Zubehör vorgesehen. Ein Teil der Hallen ist für die Grosswickerei, die Stanzerei, den Dynamoblechaufbau, die Lackiererei und den Kommutatorbau bestimmt. An geeigneten Stellen sind freie Plätze zur Aufstapelung halbfertiger Waren auszusparen. Wünschenswert ist es, die Haupthalle in ein Gebiet für Metallbearbeitung und eines für die verschiedenen empfindlicheren Wickelarbeiten zu trennen. Einen Teil der Maschinenhalle grenzt man für das Maschinenprüffeld ab, womöglich so, dass es an die Fertigmontage, an die Räume der technischen Bureaus und an das Versandlager grenzt. Ausserdem legt man noch kleinere Spezialprüffelder in alle Räume, wo Maschinen und Apparate versandbereit werden. Nicht selten dient auch ein Teil der Haupthallen als Materiallager und Werkzeugausgabe, ferner als Lager fertiger Maschinen, als Packraum und schliesslich als Kraftstation (ausschliesslich Dampfkessel), besonders wenn es sich nur um eine Umformung übertragener Energie handelt. Entsprechend der Grösse der Halle sind eine Reihe Meisterbuden zur leichteren Uebersicht erhöht anzuordnen und in diesen das für den betreffenden Meister erforderliche Zwischenlager einzurichten. Bei der Disposition der Haupthalle wie bei derjenigen der ganzen Anlage ist darauf zu achten, dass sich die einzelnen Abteilungen, einschliesslich

¹⁾ Es lassen sich auch gute Gründe dafür angeben, das Verwaltungsgebäude möglichst in den Mittelpunkt der Werkstätten zu legen.

der Materiallager, sachlich so aneinanderreihen, wie die Arbeitsprozesse aufeinander folgen, um allen zeit- und geldraubenden Transport zu vermeiden. Die Rohmaterialien sollten an einem Ende in die Fabrik hineinkommen und stetig weiter bearbeitet am anderen Ende oder nach einem Kreislauf neben dem Anfang als fertige Maschinen herauskommen. Man achte allerdings auch darauf, dass alle grossen und schweren Stücke, ebenso wie alle Kleinware je für sich behandelt werden. Unter diesen Gesichtspunkt fällt auch die Forderung, dass die Fuhrwerks- und Waggonwage ohne Umweg zu erreichen ist. Auf den Galerien und in Anbauten, die in der Regel mehrstöckig sind, werden alle übrigen schon mehrfach erwähnten Werkstätten für leichtere Erzeugnisse (Spulenwickerei, Kleinmotoren, Apparate, Instrumente, Werkzeuge) untergebracht, je die schwereren Sachen in den tiefer liegenden Etagen. Den einzelnen Fabrikabteilungen gibt man vorteilhafterweise ihre eigenen Spezialprüffelder, um an Transport zu sparen, z. B. ein Prüffeld für Kleinmotoren, für Anlasser und Regulatoren, für Kontroller, für Zähler und Messinstrumente, für Bogenlampen etc. Getrennt von diesem Komplex ist meist die Modelltischlerei und der Modellboden, die öfters wieder voneinander wegverlegt werden. Des weiteren besitzen eigene Gebäude: die Schmiede und die Glüherei, die Graugießerei mit Trockenkammern, die Gelbgießerei, die sich wohl auch an erstere anschliesst, und dann die Stahlgießerei. Dazu gehören verschiedene Schuppen für Sand, Koks und Roheisen. Das Gusslager läuft häufig im Freien längs der Haupthalle; kleinere Gussstücke sind im Magazin oder in Schuppen neben den zugehörigen Werkstätten untergebracht. Grössere Kraftzentralen haben ihr eigenes Maschinen- und Kesselhaus, manchmal auch als Anbau an die Haupthalle. Die Fabrikation von Isolationsmaterialien, ebenso die Porzellan-, Kabel- und Drahtfabrikation ist für sich unterzubringen. Schliesslich finden sich als Gebäude für sich das Versandlager, ein erschütterungsfreies Laboratorium für genaue Messungen und für Zählerzeichnungen, ferner Magazine für feuergefährliche Stoffe wie Oele und geölte Stoffe und manchmal ein Kasino mit Arbeiterspeisesaal, sofern er nicht im Souterrain des Verwaltungsgebäudes untergebracht ist. In den Fabriksouterrainräumen werden zweckmässig Kleiderablegekästen, Wasch- und Badeeinrichtungen, sowie die Zentrale für Dampf- oder Luftheizung und zur Ventilation vorgesehen.

6. Fabrikpläne.

In den Fig. 5 bis 34 sind eine Reihe mehr oder minder ausführliche Fabrikpläne wiedergegeben, die im wesentlichen tatsächlichen Ausführungen entsprechen. Die Fig. 5 zeigt eine Dynamomaschinenfabrik ohne eigene Kraftstation und ohne Giesserei. Die Zahlen stellen folgende Räume dar:

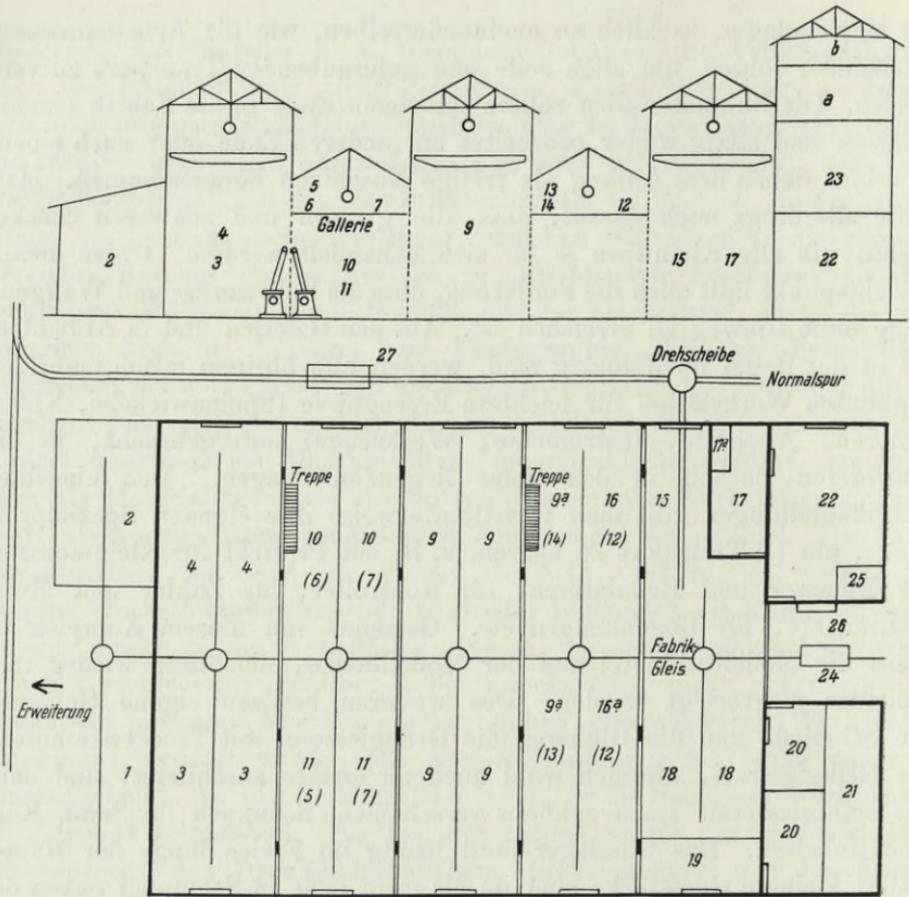


Fig. 5.

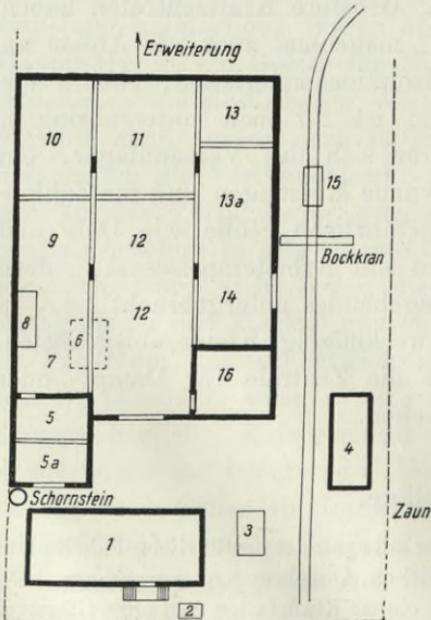


Fig. 6.

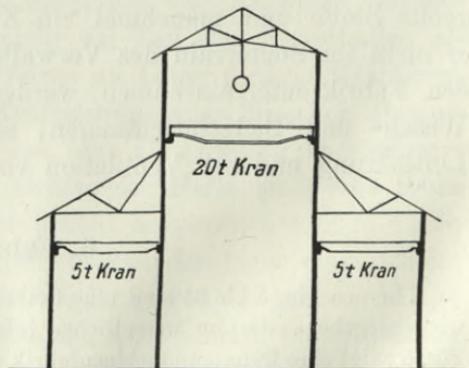


Fig. 7. Aufriss zu Fig. 6.

1 Gussplatz, 2 Lagerschuppen, 3 grosse Werkzeugmaschinen, 4 Stanzerei, Dynamoblechaufbau, 5 Kleindreherei (Galerie), 6 Schleiferei (Galerie), 7 Werkzeugbau (Galerie) und Werkzeuglager (Galerie), 9 Montage und Schlosserei, 10 Grosswickerei, 11 Kommutatorbau, 12 Spulen- und Kleinwickerei (Galerie), 13 Zubereitung der Isolationsmaterialien (Galerie), 14 Materialausgabe für Wickerei (Galerie), 15 Packraum, 16 Lager fertiger Maschinen, 17 Materiallager, 17a Versandtbureau, 18 Prüffeld, 19 Hochspannungsraum, 20 Prüffeldbureau, 21 Berechnungsbureau, 22 Werkstatt- und Lohnbureau, 23 Konstruktionsbureau, 24 Fuhrwerkswage, 25 Portier, 27 Waggonwage, 9a und 16a Montage kleiner und mittlerer Maschinen; in 23, sowie in a und b sind noch kaufmännische Bureaus, der Zeichensaal und die Pauserei untergebracht. Die kaufmännische Verwaltung und die Verkaufsbureaus sind ganz separat.

Es handelt sich in Fig. 5 um drei grosse Maschinenhallen mit zwei Zwischenhallen, die mit Galerien versehen sind, sowie einen mehrstöckigen Bureauanbau.

In Fig. 6 und 7 ist für denselben Zweck eine grosse Halle mit besonderem Verwaltungsgebäude entworfen. Die Haupthalle hat ein Hauptfeld und zwei Seitenfelder, aber keine Galerie. Die Verwendung der Räumlichkeiten zeigt folgende Tabelle:

1 Souterrain: Heizung, Akkumulatorenbatterie, Magazine, Aborte; erster Stock: kaufmännische Bureaus; zweiter Stock: technische Bureaus; 2 Portier, 3 Fuhrwerkswage, 4 Schmiede, 5 Dampfmaschinen, 5a Kessel, 6 Prüffeldgrube, 7 Prüffeld, 8 Prüffeldbureau, 9 Kleinmontage, 10 kleinere Werkzeugmaschinen, 11 Grosswickerei, 12 grosse Werkzeugmaschinen, Grossmontage, Montagegruben, 13 Spulenwickerei, 13a Kleinwickerei und Kommutatorbau, 14 Packraum, 15 Waggonwage, 16 Materiallager.

Eine ganz zweckmässige Fabrikanlage besteht in der Verwendung zweier grosser Hallen (Fig. 8), die durch einen Querbau miteinander verbunden sind. Die Rohmaterialien kommen dann in eine Halle herein und daneben verlassen die fertigen Maschinen die andere Halle.

Die Fig. 9 bis 13 geben den Lageplan einer grösseren elektrotechnischen Fabrik¹⁾ mit einer grossen Maschinenhalle, an die drei mehrstöckige Fabrik- und ein Bureaugebäude angebaut sind, sowie einer grösseren Zahl Einzelgebäude. In Fig. 9 ist: 1 die Portierbude für den Betrieb, 2 eine grosse Uhr, 3 ein Fahrradschuppen, 4 der Portierraum für das Verwaltungsgebäude, 5 Wartezimmer, 6 Projektenbureau (Zentralen), im Souterrain ist ein grosser Arbeiteresssaal, 7 Kantine, 8 Schmiedeeisenlagerplatz, 9 Materiallager, 10 Materialausgabe, 11 Bureau der Materialverwaltung und der Einkaufsabteilung, 12 Stapelplatz, 13 Fräsmaschinen, Drehbänke, 14 grosse Drehwerke, 15 Drehwerke, Drehbänke, 16 Kommutatorbau, 17 Ankerblechaufbau, 18 Grosswickerei, 19 Ankeraufpressen, Drehbänke, 20 Hobelmaschinen, 21 Drehbänke, Drehwerke, 22 grosse transportable Werkzeugmaschinen, 23 Richtplatte, 24 Meisterbude, darunter Revision und Lager von Messwerkzeugen, 25 Werkbänke, 26 Montage mittelgrosser Gleichstrommaschinen, 27 Drehkrane, 28 Montagegrube, 29 Grossmontage, 30 Montage mittlerer Drehstrommaschinen, 31 Lackiererei, 32 Montage, 33 Packraum, 34 Umformer fürs Prüffeld, 35 Prüffeldgruben, 36 Gleichstromprüf-

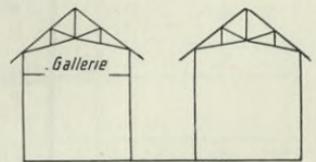
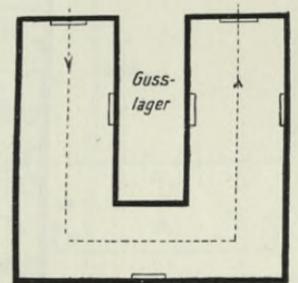


Fig. 8.

¹⁾ Fig. 9 bis 13 entsprechen ungefähr der früheren Fabrik der Union E.-G. Berlin.

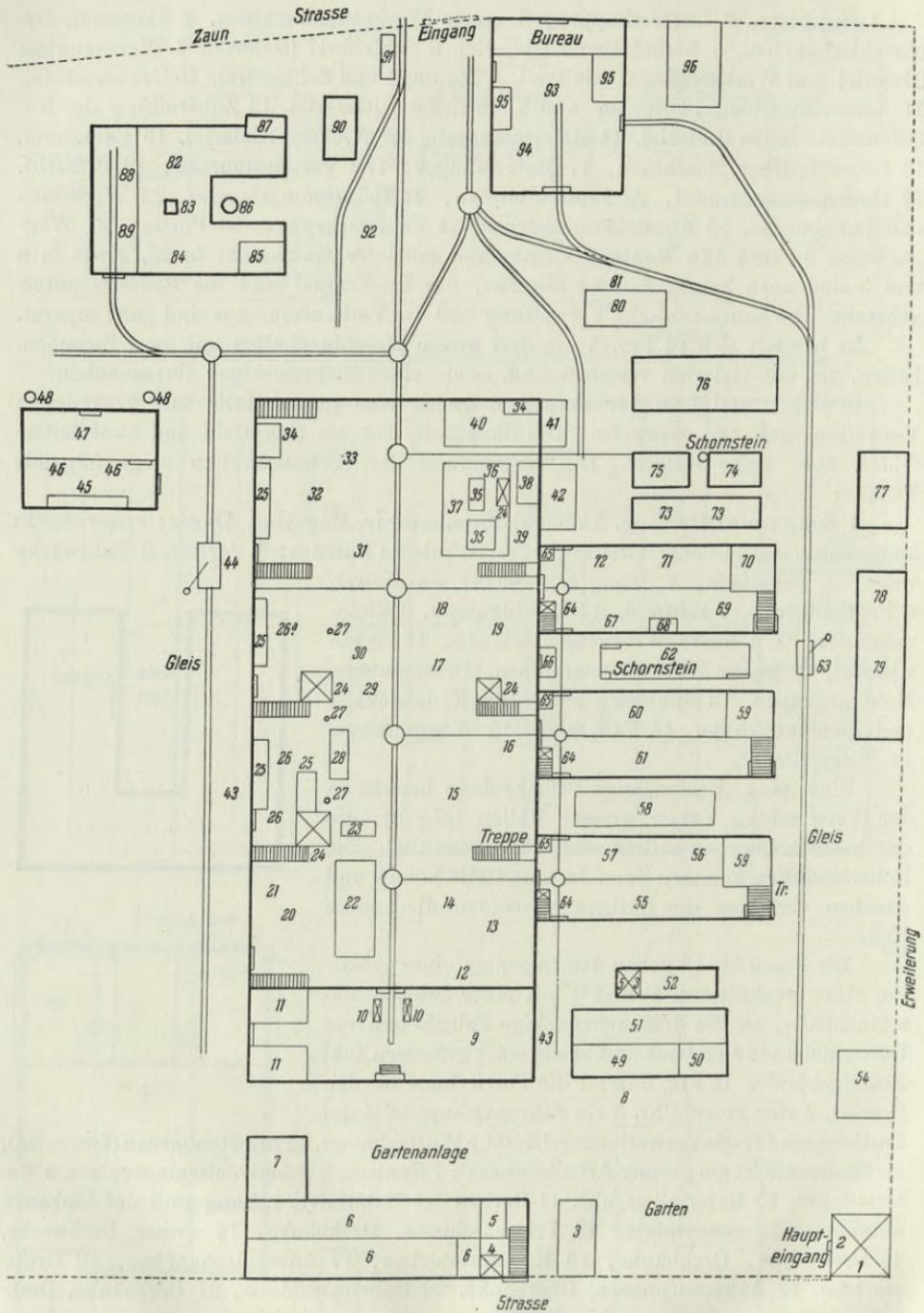


Fig. 9.

feld, 37 Prüfung grosser Maschinen, 38 Transformatorenprüffeld, 39 Transformatorenmontage, 40 Drehstromprüffeld, 41 Spezialprüffeld, 42 Belastungswiderstände, 43 Gusslager, 44 Kranwagen, 45—48 elektrische Zentrale (45 Schalttafel, 46 Dampfmaschinen, 47 Dampfkessel, 48 Schornsteine mit Wasserbehälter), 49 Lagerschalenherstellung,

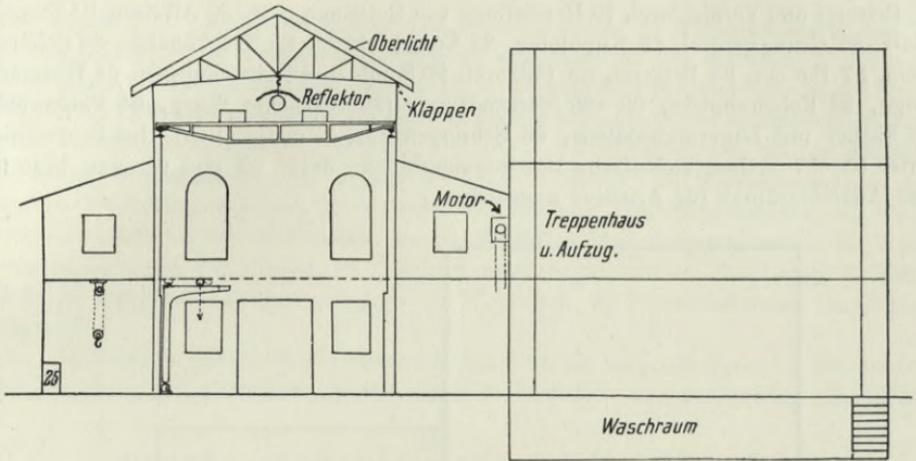


Fig. 10. Aufriss zu Fig. 9 nach der Linie 26—28—16—60—59.

50 Weissmetall- und Bleigiesserei, 51 Stangenlager und Abstecherei, 52 Zählereichraum, 53 Bureau zu 52, 54 Magazin feuergefährlicher Materialien, 55—57 Strassenbahnmotoren (55 Drehbänke, Hobel- und Bohrmaschinen, 56 Montage, 57 Spezialbohrwerke), 58 Gusschuppen, 59 Strassenbahnmotorenprüffeld und darüber die Meisterbude, 60 Montage der Kleinmotoren, 61 Drehwerke und Drehbänke etc. für Kleinmotoren, 62 Schmiede, 63 elektrische Lokomotive, 64 Aufzug, 65 Aborte,

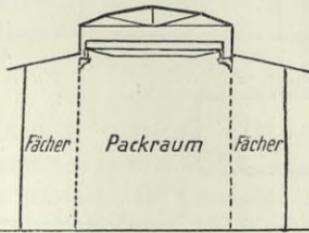
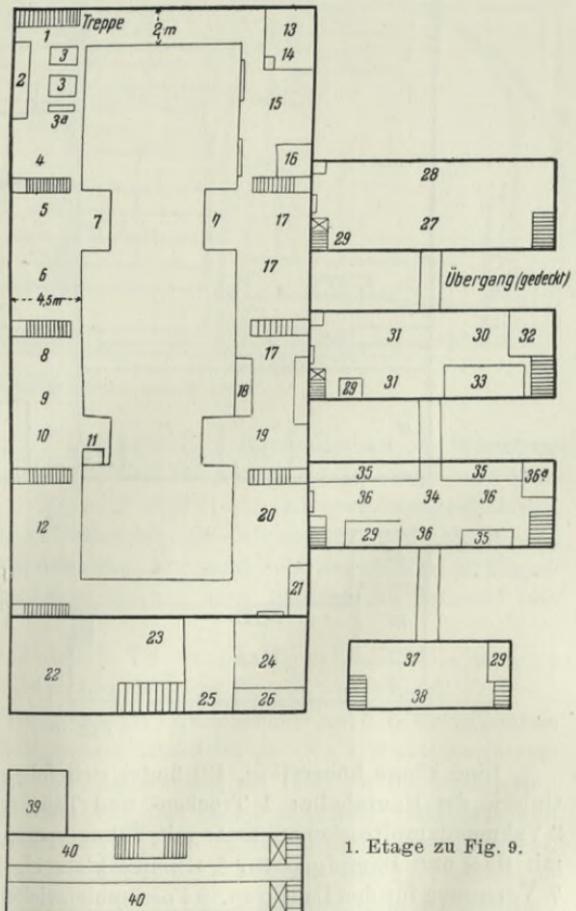


Fig. 11. Aufriss des Versandtellers 93 bis 95 in Fig. 9.

66 Versuchswinde, 67—72 Stanzeri (67 Blechlackieren, 68 Trockenofen, 69 Blechscheren, 70 Lager von Schnitten, darüber Meisterbude, 71 Stanzen für Einzelschnitte, 72 Stanzen für Komplettschnitte), 73 Gelbgiesserei, 74 Dampfheizung, 75 Glüherei (Blech, Kupfer), 76 Laboratorium, im Souterrain Batterien etc., 77 Schuppen mit Sand, Kohlen etc.,



1. Etage zu Fig. 9.

Fig. 12.

78 Beizerei und Vernicklerei, 79 Herstellung von Oelleinen u. a., 80 Alteisen, 81 Stapelplatz, 82 Graugießerei, 83 Kupolofen, 84 Kernmacherei, 85 Trockenofen, 86 Schornstein, 87 Bureau, 88 Beizerei, 89 Putzerei, 90 Sand- und Koksschuppen, 91 Waggonwage, 92 Roheisenplatz, 93—96 Versandtlager (93 verpackte Ware, 94 Packraum, 95 Fächer mit Lagermaterialien, 96 Schuppen für Altmaterialien). Im Souterrain unter 55—57 stehen elektrische Betriebsmaschinen, unter 60 und 61 sind Wasch- und Ankleideräume für Arbeiter angeordnet.

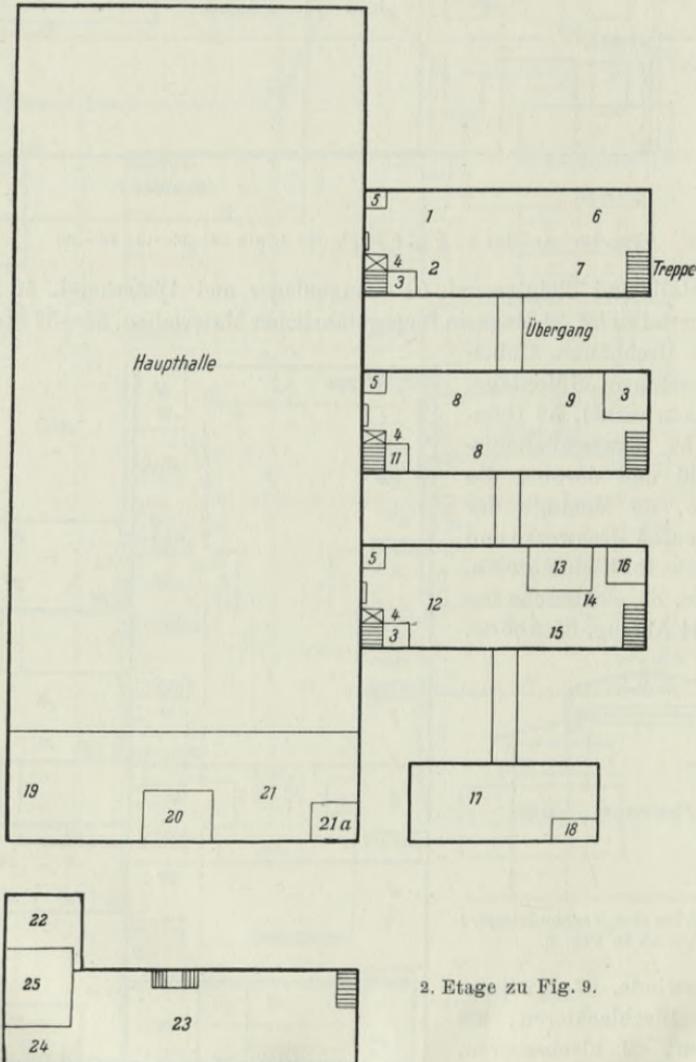


Fig. 13.

Eine Etage höher (Fig. 12) findet sich folgende Anordnung, zunächst auf der Galerie der Haupthalle: 1 Trocken- und Tauchraum für Spulen, 2 Spulenpressen, 3 Vakuumdampftrockenapparate mit Vakuumpumpe 3a, 4 Glimmerpressvorrichtungen mit Gas- und Dampfpressen, 5 Glimmerkleberei, 6 Kleinwickerei (Spulenumwickeln), 7 Vorsprung für den Laufkran, 8 Formspulenwickerei, 9 Feldspulenwickerei, 10 Transformatorenspulen, 11 Widerstandsmessung, 12 Dreherei und Hobei für Spezial-

gegenstände, 13 Lager von Spulen und Wickelformen, 14 Materialausgabe von 13, 15 Ankerwickerei, 16 Prüfraum (Hochspannungsraum) für die Wickerei, 17 Kommutatorlötere, Wickerei, Bandagierbänke, kleine Pressen und Biegemaschinen, 18 Werkzeuglager, 19 Schalter, Zubehör für Bahnen und Hebezeuge, 20 Schaltbrettbau, 21 Ausgabe von Messwerkzeugen, 22 Werkstättenbureau, 23 Bestellbureau, 24 Buchhalterei, 25 Kasse, 26 Registratur, 27 Dynamoblechzusammenbau, 28 Wellendrehbänke und andere Werkzeugmaschinen, 29 Meister, 30 Montage von Kleinmotoren, 31 Werkzeugmaschinen zu 30, 32 Prüffeld zu 30, 33 Schleiferei (abgeschlossen), 34 Werkzeugmacherei, 35 Werkbänke, 36 Präzisionswerkzeugmaschinen, 36a Lager, 37 Tischlerei, 38 Holzbearbeitungsmaschinen, 39 Wohnung, 40 Projektenbureau (Kraftübertragung).

Schliesslich gelten für die oberste Etage (Fig. 13) folgende Daten: 1 Mechaniker für Kleinzeug (Bürstenhalter, Klemmen), 2 Widerstands- und Anlasserbau, 3 Meister,

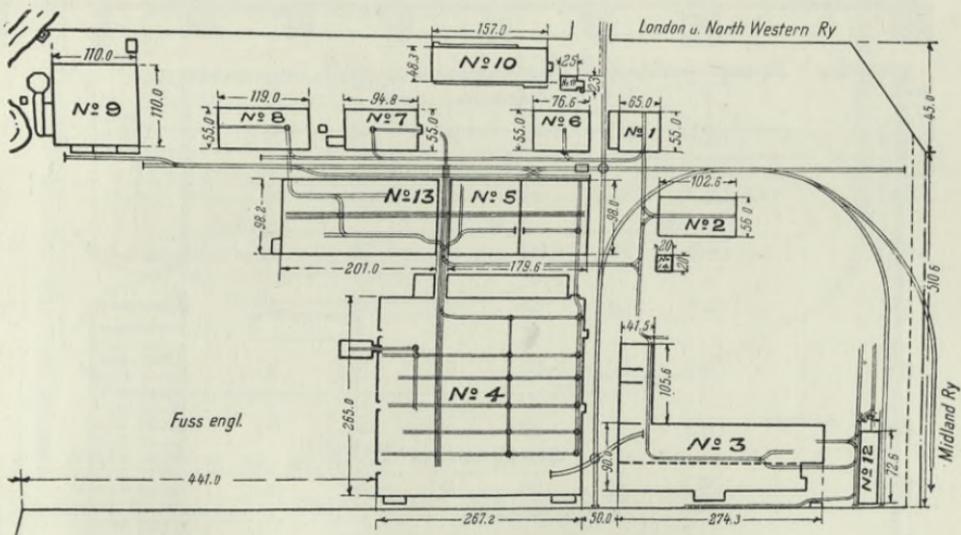


Fig. 14. British Thomson-Houston Co.

4 Aufzug, 5 Aborte, 6 Klempnerei, 7 Lackiererei, 8 Kontrollerbau, 9 Werkzeugmaschinen zu 8, sowie Werkzeuglager, 11 Prüffeld für Kontroller, 12 Zähler- und Messinstrumente, 13 Uhrmacherei, 14 Wickerei zu 12, 15 Kleinwerkzeugmaschinen, 16 Werkzeuglager, 17 Modellboden, 18 Dachwinde, 19 Kalkulations- und Lohnbureau, 20 Berechnungsbureau, 21 Konstruktionsbureau, 21a technische Registratur, 22 Einzelbureaus, 23 Zeichensaal, 24 Zeichnungsregistratur; über 19 liegt die Pauserei und der Photogaphenraum.

Der neue Fabrikkomplex der British Thomson-Houston Co. in Rugby ist samt den Hauptmassen in engl. Fuss und Zoll aus Fig. 14 ersichtlich.

No. 1 Holz- und Modelllager mit 250 qm Grundfläche, No. 2 Glühlampenbau mit 420 qm, No. 3 Gusseisen- und Gelbgießerei mit 2400 qm, No. 4 Hauptmaschinenhalle mit 7 Feldern und 6500 qm, No. 5 Lagerräume mit 1700 qm für fertige und rohe Waren, No. 6 Modelltischlerei mit 300 qm, No. 7 Stanzerei, Glüherei und Schmiede mit 370 qm, No. 8 Zählerbau mit 500 qm (Zählerprüffeld, Laboratorien), No. 9 Kraftstation mit 2100 qm, No. 10 Bureaus mit 1400 qm, No. 11 Portierbude (50 qm) mit Kontrolluhren und Wächterstube, No. 12 Sand- und Koksschuppen (120 qm), No. 13 Lager fertiger Maschinen und Apparate, Versandtabteilung (5 und 13 haben

durchgehende Laufkrane), 3000 qm mit 3 Hallen und Galerien für Kleinwickerei, No. 14 Oel-, Lack- und Farblager (Wellblechschuppen). Die Haupthalle No. 4 ist in Fig. 15 gesondert wiedergegeben:

Feld A der Halle No. 4 (Fig. 15 u. 14) enthält die schweren Werkzeugmaschinen, auch die transportablen, und die Grossmontage; Feld B dient zur Herstellung und Montage von kleineren Maschinen und Strassenbahnmotoren; Feld C

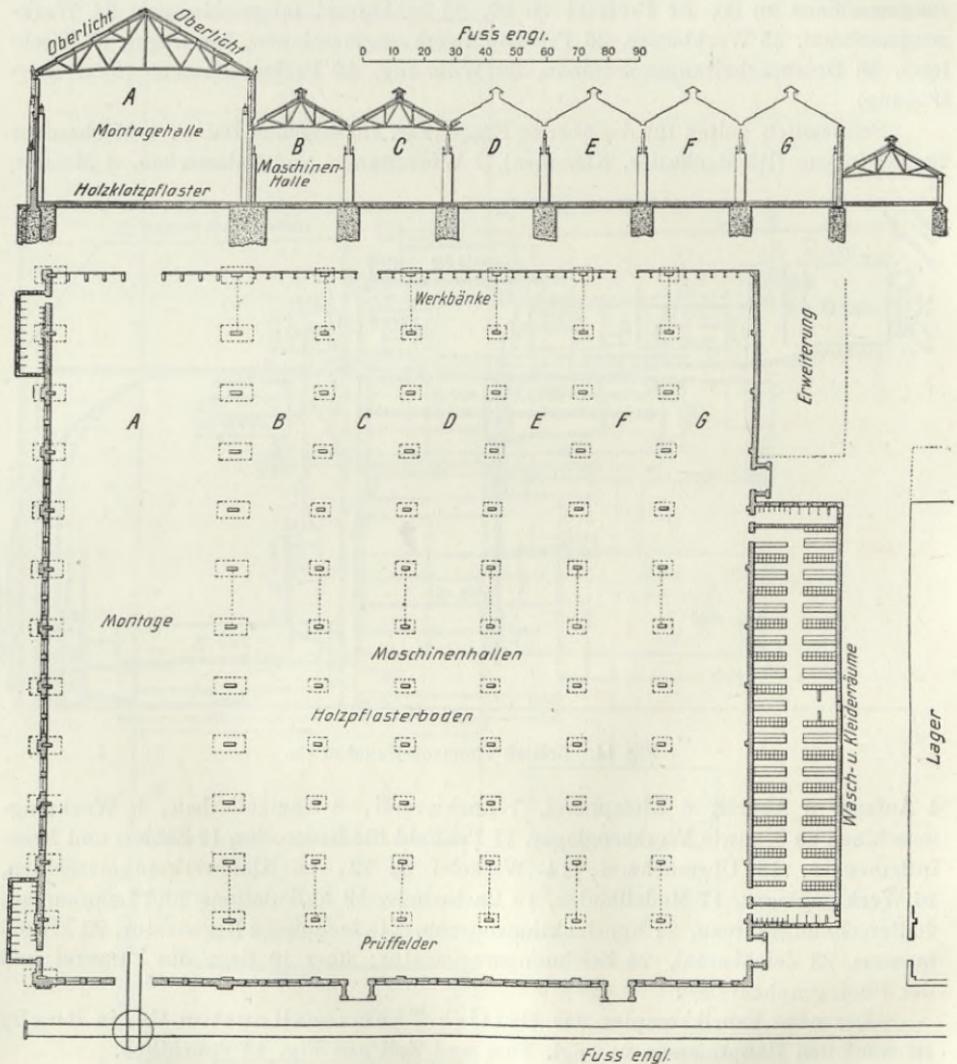


Fig. 15. British Thomson-Houston Co.

enthält Werkzeugmaschinen und Stanzpressen; Feld D enthält ebenfalls Werkzeugmaschinen und den Kommutatorbau; Feld E nimmt den Werkzeugbau, das Werkzeuglager sowie Werkzeugmaschinen auf; Feld F dient zur Herstellung von Kleinzeug und Kontrollern; Feld G ist für den Schaltbrettbau bestimmt; in E, F und G ist auch die Wickerei, in dem Anbau rechts von G der Polier-, Elektroplatin- und Härterraum; am Ende von A, B und C liegt das Prüffeld.

Die neuen Werke der British Westinghouse Co. in Manchester zeigen den Lageplan Fig. 16 und den Aufriss Fig. 17: 1 Graugießerei, 2 Gelbgießerei, 3 Giessereizubehör, 4 Modelltischlerei, 5 Modelllager, 6 Schmiede, 7 Stahlgiesserei, 8 Oellager, 9 Transformerbau, 10 Kesselhaus und Schornstein (A), 11 Kraftzentrale, 12 Treppen, 13 Verwaltungsbau, 14 Kistenfabrik, 15 Lokomotivschuppen, 16 Wasserturm.

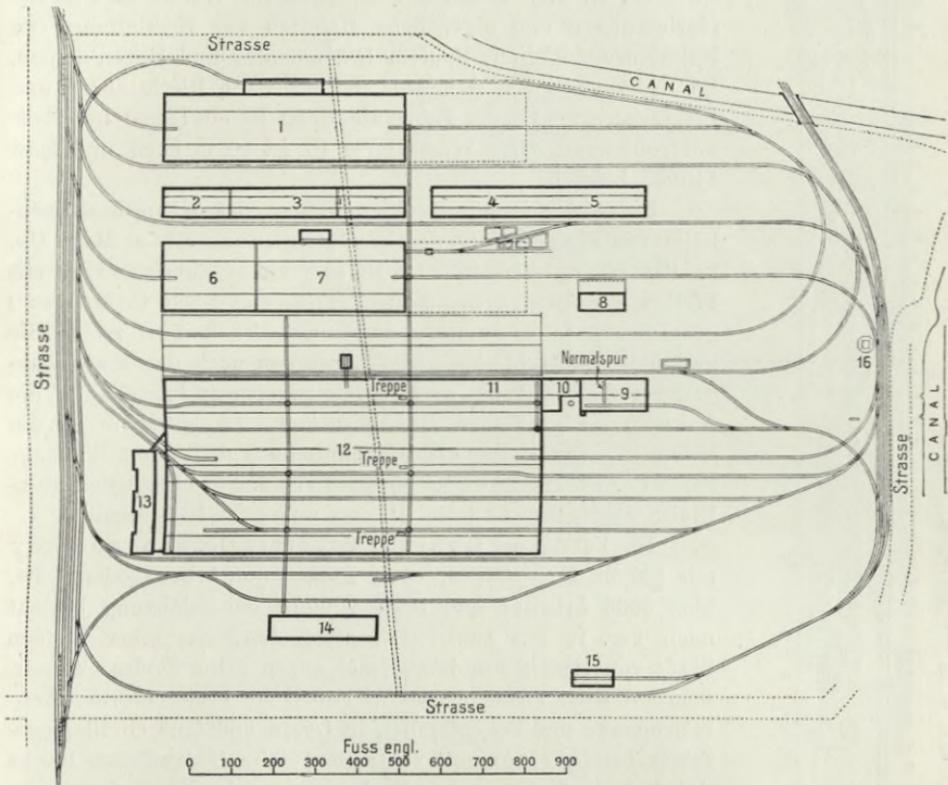


Fig. 16. British Westinghouse Co.

12 grosse Maschinenhalle mit 2 Hauptfeldern abwechselnd mit 3 kleineren Feldern und Galerien, 13 Verwaltungsgebäude mit 6 Etagen, 14 Kistenfabrik, 15 Lokomotivschuppen, 16 Wasserturm. Das Grundstück liegt unweit zweier Kanäle, umfasst

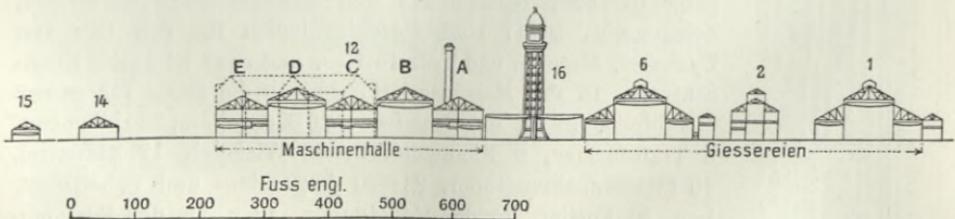


Fig. 17. British Westinghouse Co.

mehr als $\frac{1}{2}$ km² und hat 32 km Normalspurgleis. Ganz in der Nähe ist eine Stadt von 600 Arbeiterhäusern.

In diesen Werkstätten sind 15000 t Stahl, 3 Millionen Meter Bauholz und 30000 qm Glasdachung verbaut. Ueber 3000 Arbeiter waren für ein Jahr an den

Bauten beschäftigt. Zwischen Gebäude 2 und 3 ist eine Brandmauer eingelegt. Auf der Galerie des Baues No. 3 ist die Druckerei und Buchbinderei sowie ein chemisches Laboratorium untergebracht. Zwei der Haupthallen (B und D) haben keine Galerien, A, C, E haben ein Mezzanin für Wasch- und Aborteinrichtungen und eigentliche Galerien zur Herstellung von Isolationsmaterialien, Spulen, Instrumenten und Bogenlampen. Im Erdgeschoss von A stehen Dutzende von Blechstanzen und Blechscheren. In jeder Fabrikabteilung ist ein Lager- und Zeitkontrollbureau. Der Wasserturm 16 ist 65 m hoch und fasst 140000 Liter¹⁾.

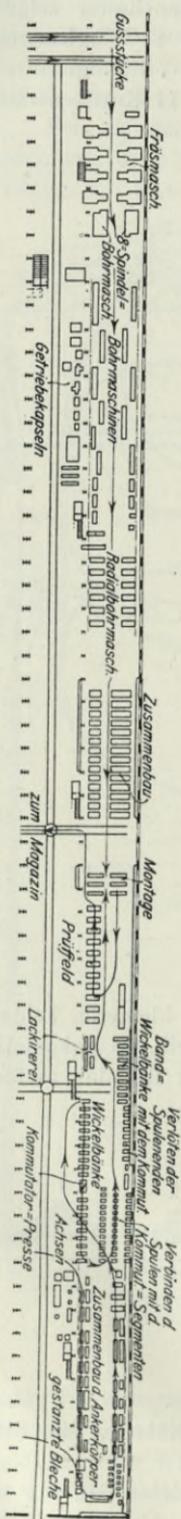
Eines der langgestreckten Felder der Hauptmaschinenhalle des Stammhauses der Westinghouse El. u. Mfg. Co. in Pittsburgh ist in Fig. 18 mit allem Zubehör und mit Pfeilen zur Angabe der Transportrichtung nach P. Möller²⁾ gezeichnet. Links kommen die Gusstücke herein, rechts die gestanzten Ankerbleche. Erstere werden nach der Mitte wandernd gefräst, gebohrt und zusammengepasst; letztere auf die Ankerkörper geschoben und bewickelt. In der Mitte ist die Montage. Die ganze elektrotechnische Fabrik der Westinghouse Co. ist in einer Riesenhalle von 350 m Länge und 90 m Breite untergebracht (zwei Haupt- und zwei Nebenschiffe).

Die Fabrik der General Electric Co. Schenectady mit 130 ha Bodenfläche, etwa 200000 qm Arbeitsbodenfläche, über 9000 Arbeiter und etwa 70000 t Jahresleistung besteht nach Fig. 19 aus zahlreichen Gebäuden, aus einer kleinen Stadt von etwa 2 km Länge und gegen 1 km Breite. Ausserdem hat diese Firma noch eine Fabrik für Kleinmotoren, Messinstrumente und Bogenlampen in Lynn und eine Glühlampenfabrik in Harrison mit zusammen 20 ha Bodenfläche, 100 ha Arbeitsbodenfläche und 6500 Arbeitern. An Hand der eingeschriebenen Zahlen sei von einigen der Gebäude der Verwendungszweck angegeben: 2 Verwaltungsgebäude, und zwar im Souterrain Post und Registratur, im Parterre Werkstattbureaus, im 1. Stock kaufmännische (finanzielle) Bureaus (Kasse, Buchhalterei), im 2. Stock kommerzielle Bureaus, 3. und 4. Stock projektierende, berechnende und konstruierende Ingenieure, Zeichensäle, 5—17 sind Maschinenhallen für den Bau von Dynamos, Motoren und Transformer, und zwar ist 13 die Kraftzentrale, 15 das Maschinenprüffeld, 16 die Halle für grosse Maschinen, 18 ist die Schmiede, 20B der Dampfturbinenbau, 5 Transforme, 9 Kleinmotoren, 15 Wickelei, 17 Stanzerei, 10 Strassenbahnmotoren, 23—26 Apparaten- und Schaltbrettbau, 31 Portier, 74 das Modellager, 12 u. 75 der Versandtraum, 77 die Modelltischlerei, 82 die Kistenfabrik, 83 die Graugießerei, 91 und 92 enthält die Herstellung von Isola-

¹⁾ Siehe auch Z. f. E., Wien 1903, S. 570, und namentlich Traction und Transmission 1903, August.

²⁾ Z. V. D. I. 1903, S. 974.

Fig. 18. Westinghouse El. u. Mfg. Co.



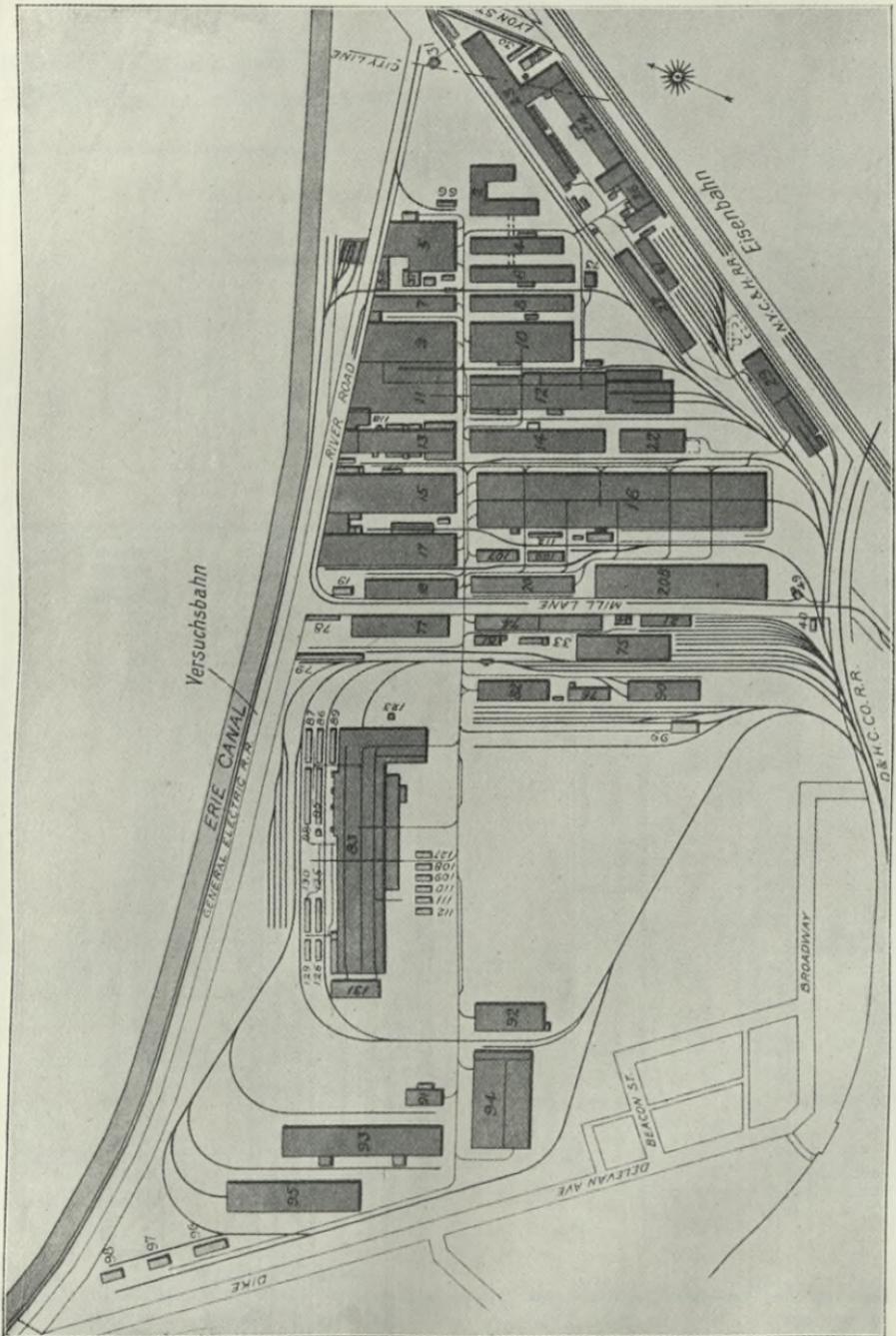


Fig. 19. General Electric Co. N.-Y.

tionsmaterialien, 93 die Kabelfabrik, 94 die Porzellanfabrik. Man beachte auch noch den Anschluss an die Newyork Centralbahn sowie an den Eriekanal, auf dem auch Versuche über elektrische Kanalschiffahrt angestellt werden. Längs des Kanals läuft eine elektrische Versuchsbahn. Den Verkehr zwischen den vielen Einzelgebäuden der Fabrik vermitteln etwa ein Dutzend elektrische Lokomotiven.

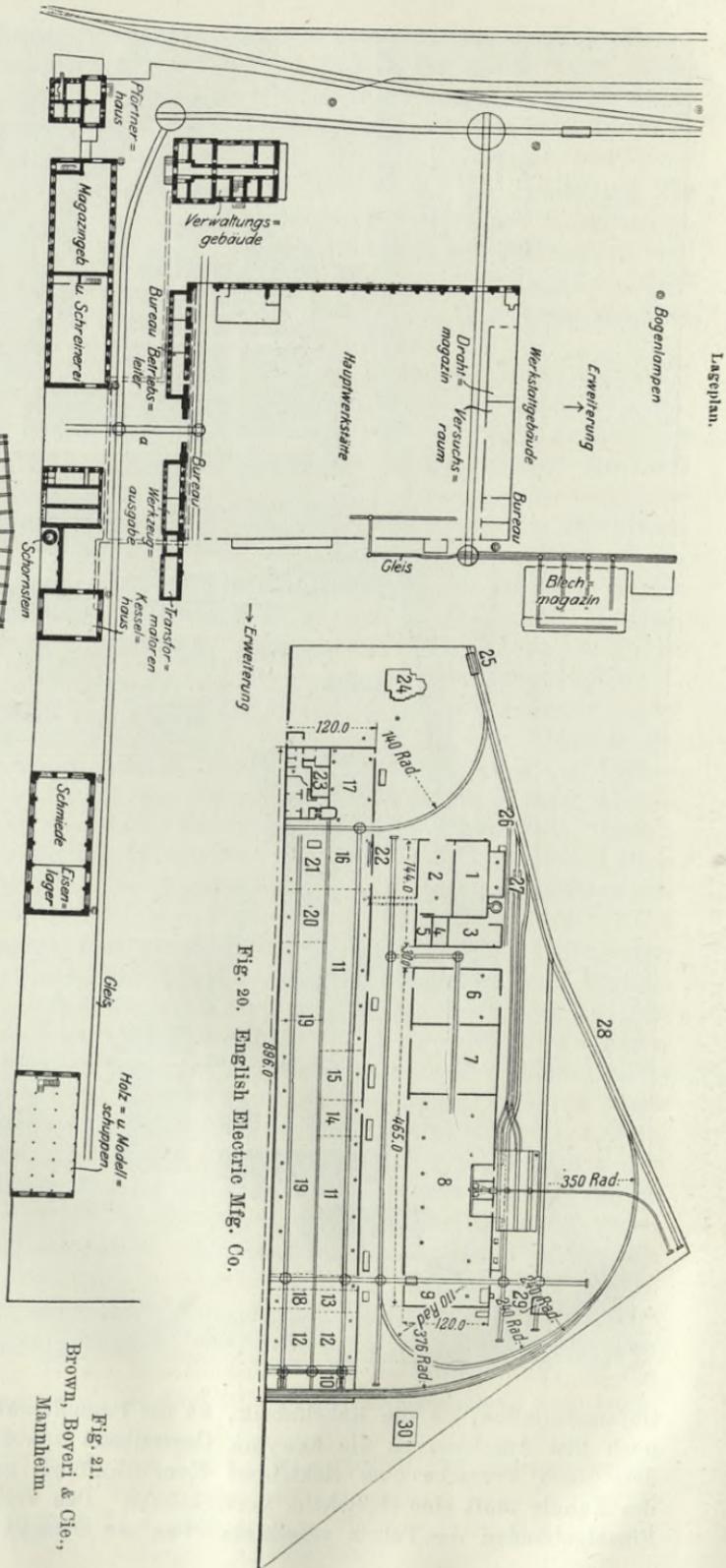


Fig. 20. English Electric Mfg. Co.

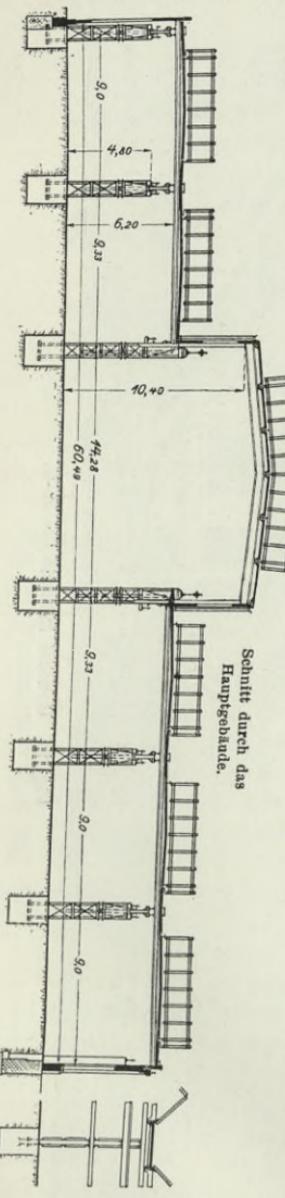


Fig. 22.

Brown, Boveri & Cie.,
Mannheim.

Fig. 21.

Brown, Boveri & Cie.,
Mannheim.

22 Schalltafeln, 23 Bureaus, 24 Klubhaus, 25 Waggonwage (bis 80 t) und von da Anschluss nach den Hauptbahnen und dem Hafen, 26 Heizmaterialgleis, 27 Giessereibahn, 28 Magazinlinie, 29 Lokomotivschuppen, 30 Oellager.

Aus dem Lageplan (Fig. 21) der Mannheimer Fabrik der Firma Brown, Boveri & Cie. und dem Schnitt (Fig. 22)¹⁾ durch die Hauptwerkstätte ist ohne weitere Erklärung alles Erforderliche ersichtlich. Das Werk beschäftigt etwa 500 Arbeiter. Im Pförtnerhaus ist auch die Wohnung des Pförtners gelegen, die Modellschreinerei hat im oberen Stockwerk die Kantine sowie Bade- und Abortanlagen. Die Strasse a ist etwa 15 m breit. Im Erdgeschoss des Verwaltungsgebäudes sind die kaufmännischen Bureaus, im 1. Stock die Konstruktionsbureaus, die projektierenden Bureaus mit der technischen Korrespondenz sowie die Direktion. Auf dem Dache sind Räume für die Pauserei und den Photographen, im Keller ist das Archiv für Zeichnungen und Briefe. Die Haupthalle ist 80 m lang mit einem 30 t-Kran, während die kleineren Seitenhallen 5 t-Krane besitzen. Die Anordnung der Hauptwerkstätte zeigt der Grundriss Fig. 23.

Die beiden Fabriken der A. E.-G. Berlin, die ältere Apparatenfabrik in der Ackerstrasse mit mehrstöckigen Gebäuden und die neuere Maschinenfabrik in der Brunnenstrasse zeigt die Fig. 24; beide Fabriken sind durch eine unterirdische Bahn

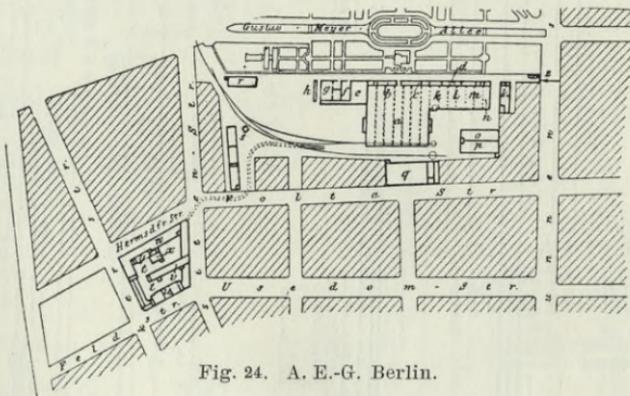


Fig. 24. A. E.-G. Berlin.

(punktiert!) verbunden. Es ist a Maschinenbauwerkstatt, b Spulnwickerei, c Werkzeugschlosserei, d Verwaltung, e Rohmaterialienlager, f Kesselhaus, g Maschinenhaus, h Gradierwerk, i Tischlerei, k Probierfeld, l Fertigmacherei, m Maschinenlager, n Versandt, o Lokomotiv- und Wagenbau, p Schmiede, q Kleinmotorenfabrik, r Lager-schuppen, s Güterabfertigung, t Apparatefabrik, u Lager, v Gelbgiesserei, w mechanische Werkstätten, x Maschinenhaus, y Kesselhaus, z Haupteinfahrt.

Die Maschinenfabrik selbst mit einer Werkhalle von über 20000 qm Grundfläche stellt etwas ausführlicher die Skizze Fig. 25 u. 26 dar und zwar ist die Einteilung folgende:

Bezeichnung	Parterre	1. Stock	2. Stock
a	Technisches Bureau	Technisches Bureau	Technisches Bureau
b	Kaufmännisches Bureau	"	—
c	Kaufmännische Leitung	Oberingenieur	—

¹⁾ Z. V. D. I. 1902.

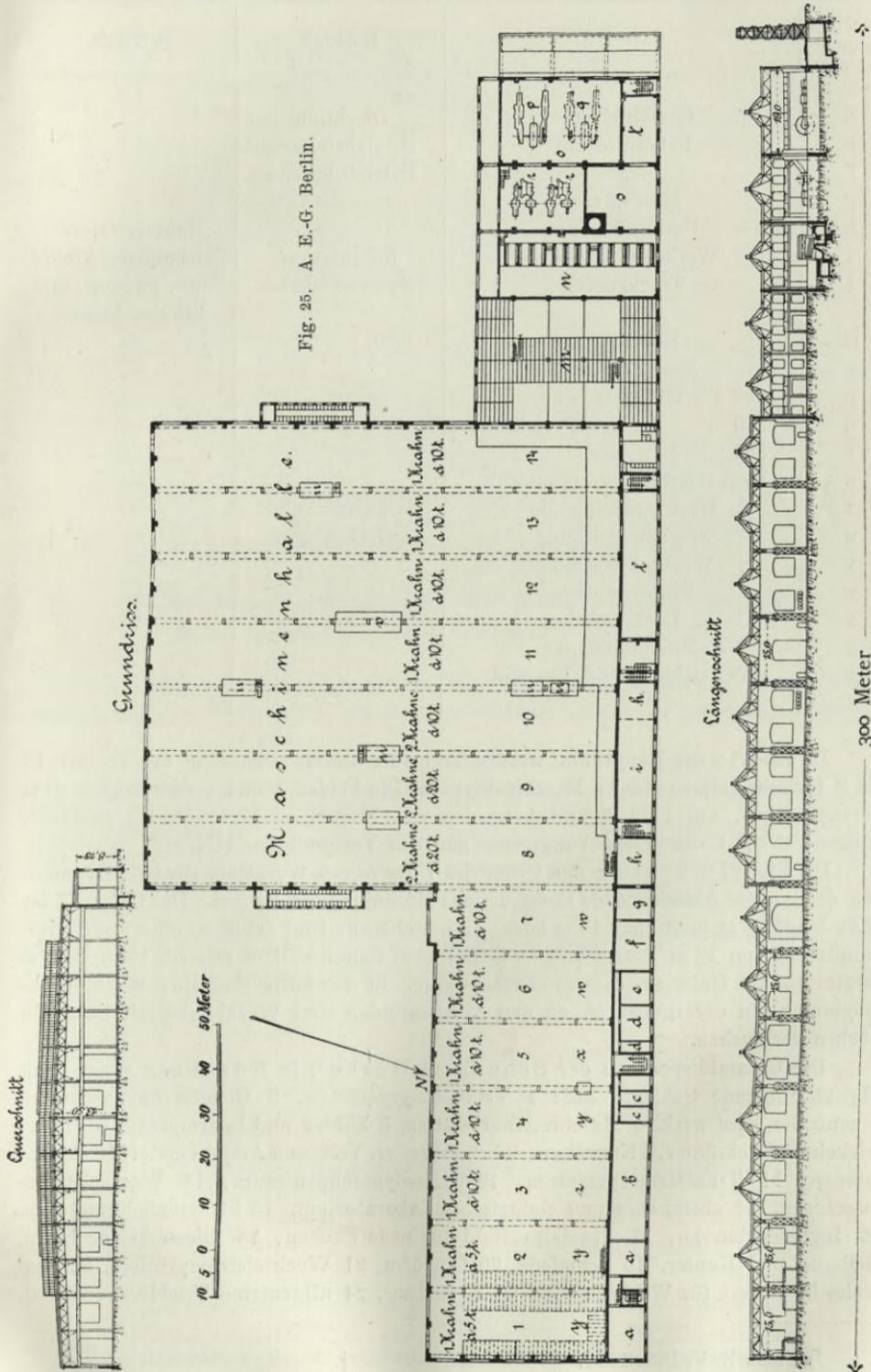


Fig. 25. A. E.-G. Berlin.

Fig. 26. A. E.-G. Berlin.

Bezeichnung	Parterre	1. Stock	2. Stock
d	Chefelektriker	Direktion	—
e	Laboratorium	Betriebsleitung	—
f	"	Betriebsbureau	—
g	Messbureau	"	—
h	Umformerraum	"	Hausverwalter
i	Werkzeugmacherei	Kalkulation	Zeichnungen-Archiv
l	Trockenofen	Spulnwickerei	Paus-, fotogr. und lithogr. Anstalt
m	Kesselhaus	—	—
o	Maschinenhaus	—	—
p	1200 PS Dampfdynamo	—	—
q	1200 " " projektiert	—	—
r	500 " "	—	—
s	Mechanische Versuchsanstalt	—	—
t	Werkzeugschmiede	Spulnwickerei	—
u	Werkmeisterbude	Zwischenlager	—
v	Werkzeugausgabe	—	—
w	Probierstation	—	—
x	Lackiererei	—	—
y	Maschinenlager	—	—
z	Verpackung und Versand	—	—

In Feld 14 der Haupthalle werden Transformatoren gebaut, in den Feldern 13 bis 8 fortschreitend grössere Maschinentypen. Die Felder 7 und 6 entsprechen dem Versuchsraum, auf Feld 5 und 4 werden die Maschinen versandfertig gemacht, während 3 bis 1 den Verpackungsraum und das Versandlager bilden.

Die Fig. 27 u. 28 geben den Grundriss ¹⁾ der neuen Werkstatt für Grossdynamobau der Société Alsacienne de Constructions Mécaniques in Belfort. Das Gebäude ist 72 m lang, 50 m breit und 15 m hoch; es besteht aus fünf Schiffen, einem mittleren Hauptschiff von 18 m Breite und zwei mal zwei Seitenschiffen mit ca. 10 m Breite. Letztere haben Galerien, d. h. zwei Stockwerke. In der Mitte sind die grossen Werkzeugmaschinen untergebracht, an den Aussenwänden sind Werkbänke mit Schraubstöcken vorgesehen.

Die Gesamtdisposition der Schuckert-Werke ²⁾ in Nürnberg weist nach Fig. 29 folgende Gebäude auf: 1 Verwaltungsgebäude, 2 Gleichstrommaschinen, 3 zentrales Kraftwerk, 4 Maschinenwerkstätten, 5 Zähler und Instrumente, 6 Ankerwickerei, 7 Packräume, 8 Kesselhaus, 9 Schaltbretter, Volt- und Amperemeter, 10 Bogenlampen, 11 Transformerprüfraum, 12 Grossdynamoprüfraum, 13 Wechselstrommaschinen, 14 chemisches und elektrisches Laboratorium, 15 Strassenbahnmotoren, 16 Ingenieurbureau, 17 Spezialprüffeld für neue Sachen, 18 Giesserei für Eisen, Gelbguss und Kupfer, 19 Schmiede, 20 Glühöfen, 21 Wechselstromprüffeld, 22 zentrales Kraftwerk für Wechselstrom, 23 Kesselhaus, 24 allgemeine Tischlerei (Kisten),

¹⁾ Siehe Z. V. D. I. 1902.

²⁾ Nach Electrical World 1903, S. 172 (2. Teil).

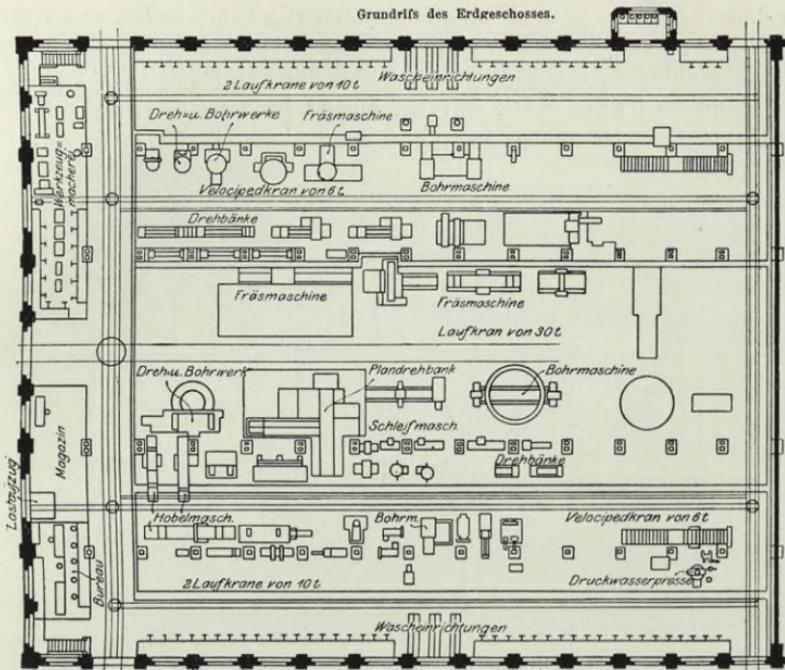


Fig. 27. Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort.

25 Modelltischlerei, 26 Scheinwerferbau, 27 allgemeine Werkstätten, 28 Lager. Gegenwärtig sind die Werkstätten der Siemens-Schuckert-Werke etwas anders gruppiert.

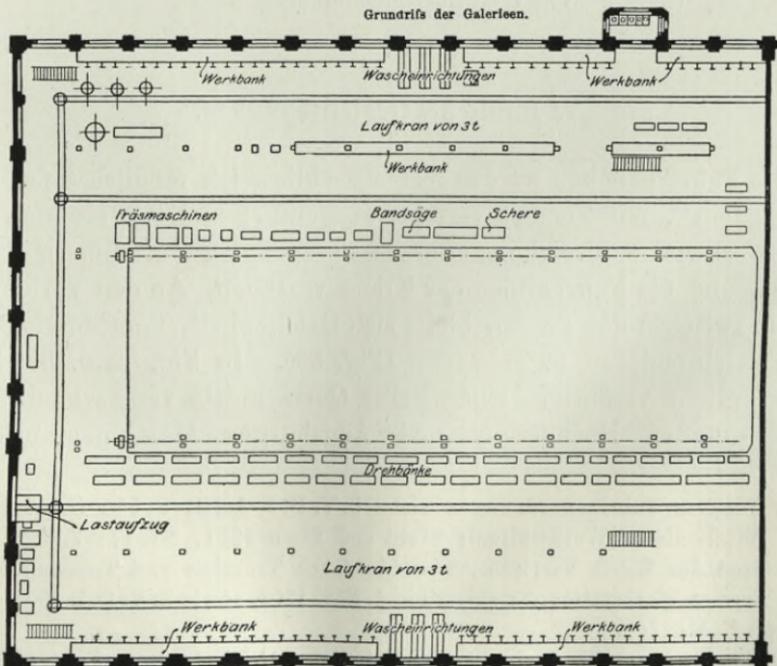


Fig. 28. Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort.

In den Fig. 30 bis 34 sind einige Ansichten von Fabrikhallen und Werkstätten elektrotechnischer und verwandter Firmen zusammengestellt; sie geben den allerdeutlichsten Einblick in den Fabrikaufbau und das Fabrikgetriebe: Fig. 30 Hauptmaschinenhalle der Union E.-G. Berlin, Fig. 31 Dreherei der Deutschen Niles-Werke Berlin mit Montagegruben; Fig. 32 Schleiferei von L. Löwe, Berlin;

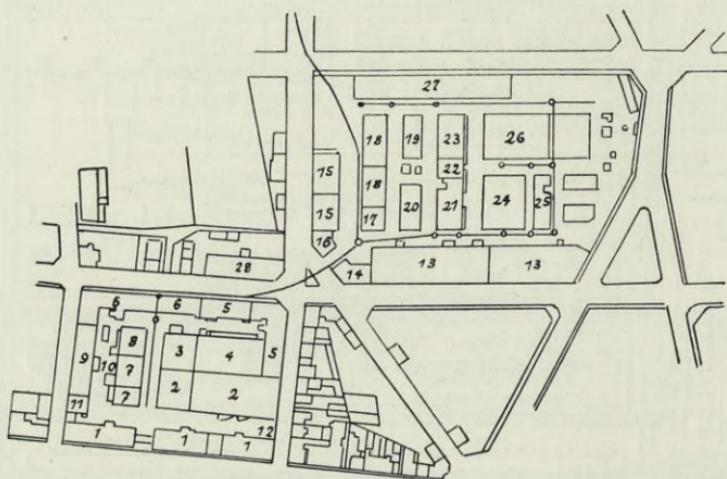


Fig. 29. Siemens-Schuckert-Werke Nürnberg.

Fig. 33 Dreh- und Bohrabteilung derselben Firma; Fig. 34 Poliererei derselben Firma; Fig. 34a Montagehalle der Helios E.-A.-G. Köln. In späteren Abschnitten finden sich noch zahlreiche weitere Werkstättenabbildungen¹⁾.

7. Bauliche Gesichtspunkte.

Die Fabrikgebäude werden fast ausschliesslich möglichst feuersicher in Backstein²⁾, mit Zement verputzt, ausgeführt und mit eisernen Dachbindern sowie zahlreichen eisernen Tragsäulen im Innern für die Galerien und die Fahrbahnen der Krane versehen. An den Verbindungsträgern zwischen den Säulen bietet sich Gelegenheit, Transmissionswellen und Antriebsmotoren aufzuhängen (Fig. 35). In Fig. 36 u. 37 ist der Fabrikaufbau vermittlems einer Reihe Querschnitte veranschaulicht, die der Vereinigten Nürnberger und Augsburger Maschinenfabrik ent-

¹⁾ Weitere Fabrikordnungen siehe Z. V. D. I. 1903, S. 550 (Lageplan) und S. 554 (mechanische Werkstätten); Stahl und Eisen 1901, Nr. 17; Z. V. D. I. 1903, Werkstätten der Werft Vulkan, Stettin (auch Traction und Transmission 1903, S. 43); Borsigs Werkstätten, Engineering, 6. Nov. 1903, sowie Z. V. D. I. 1904, Studienreise von P. Möller.

²⁾ Es werden auch mehrstockige Betonfabrikgebäude hergestellt (Am. mach. 1903, S. 958).

sprechen¹⁾. Wenn nicht triftige lokale Gründe dagegen sprechen, sollten Fabriken zur Reduktion des Transportes nur mit einem Boden gebaut werden. Die Hallen sind 8 bis 20 m hoch und haben etwa ebenso

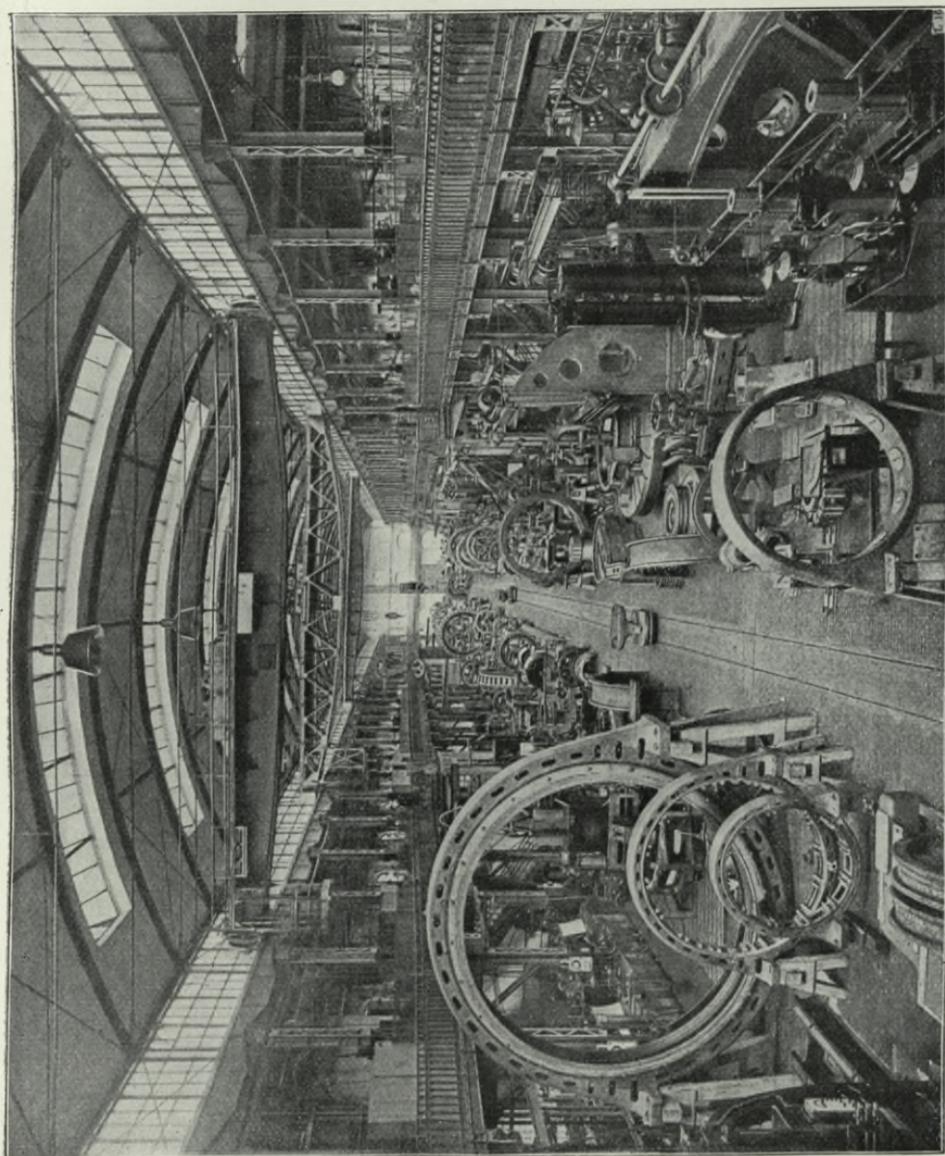


Fig. 30. Union E.-G.

grosse Spannweite (Breite); die Säulentransfernung beträgt 6 bis 20 m. Die Kranschielen liegen 2 bis 3 m tiefer als die Dachbinder. Kleinwerkstätten (Shedbauten) haben eine lichte Höhe von 4 bis 6 m, mehrstöckige Werkstätten eine solche von 3,6 bis 4 m pro Etage. Die

¹⁾ Z. V. D. I. 1903.

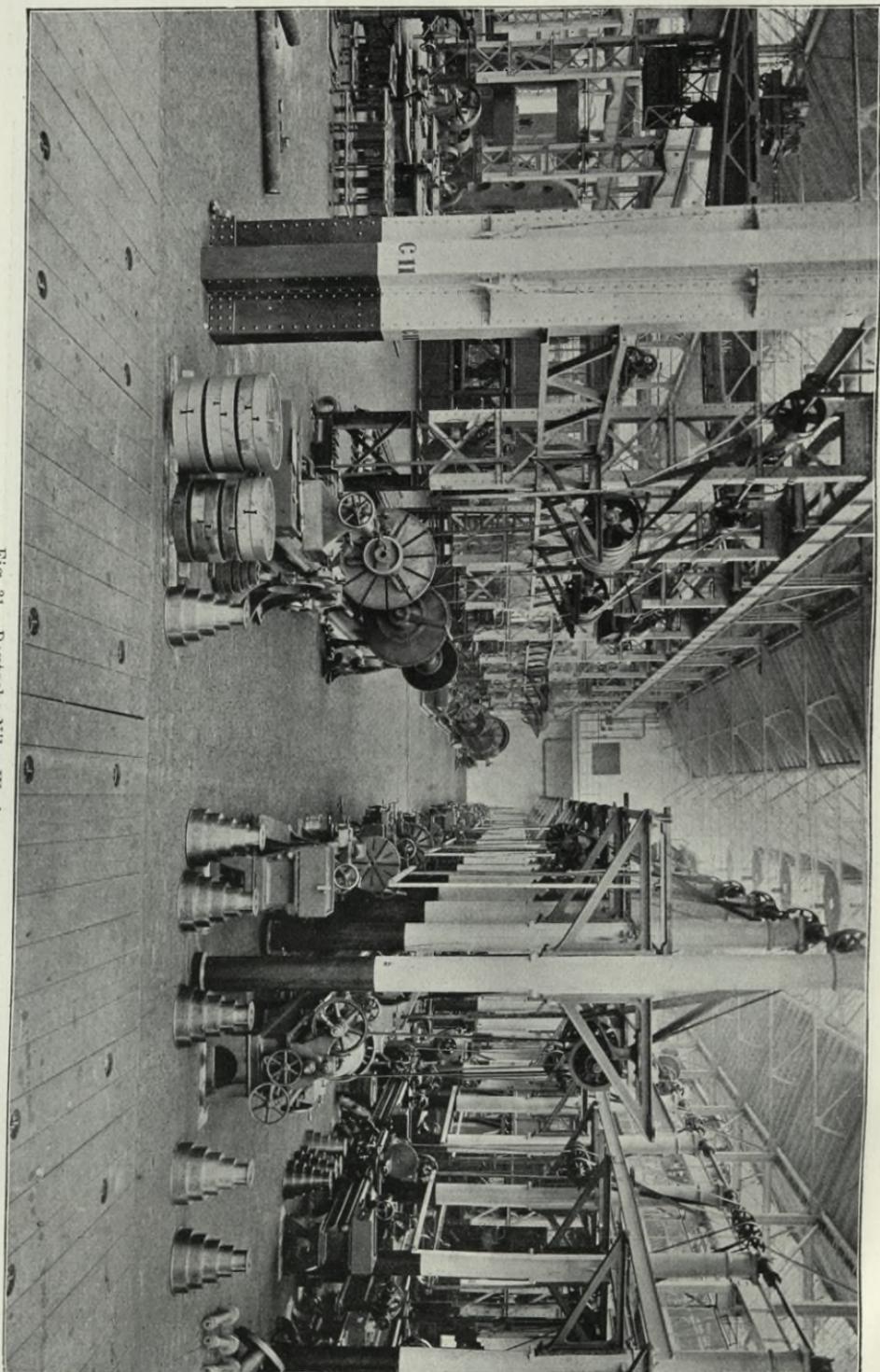


Fig. 31. Deutsche Niles-Werke.

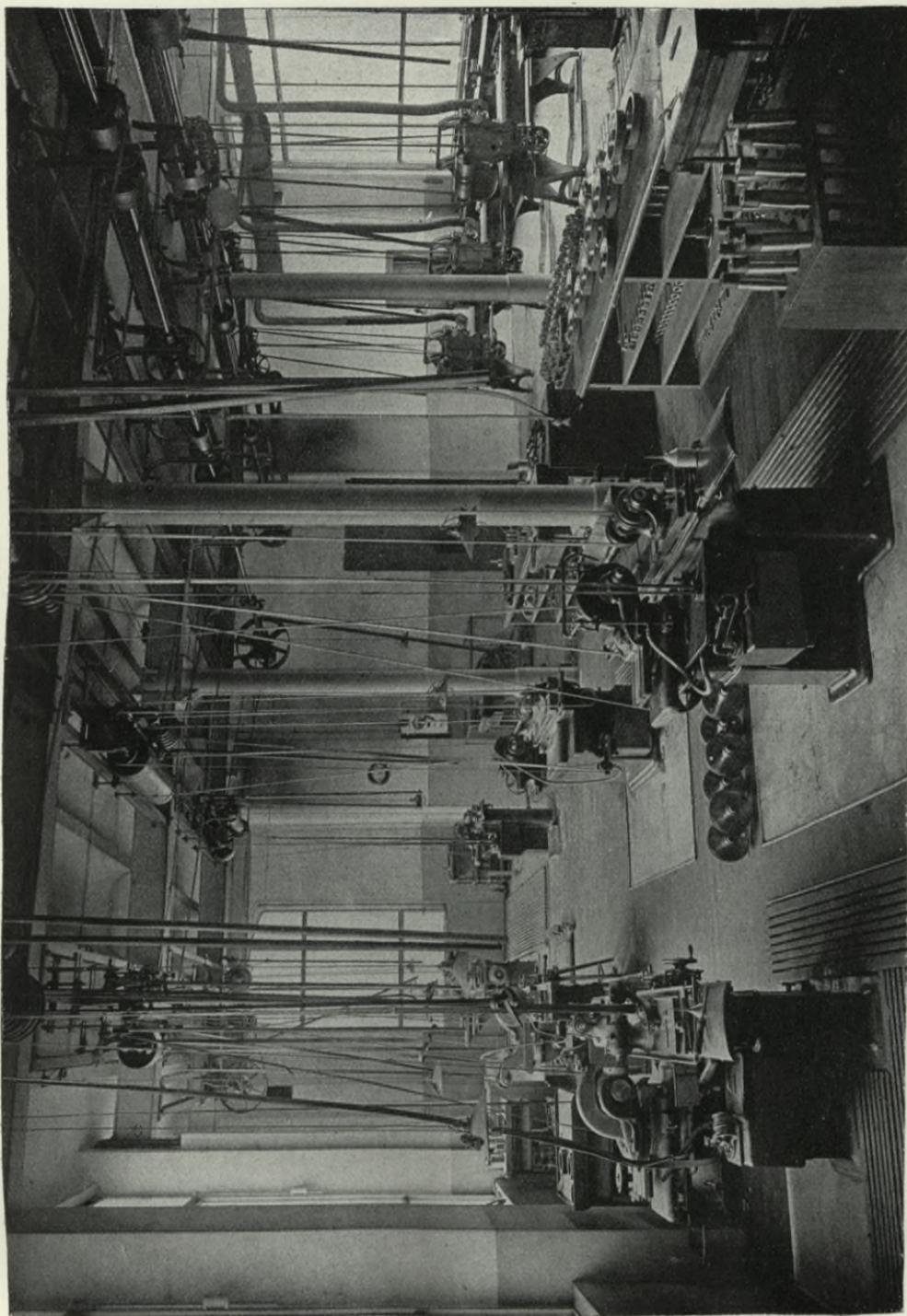


Fig. 32. Ludwig Löwe. Schleiferei.

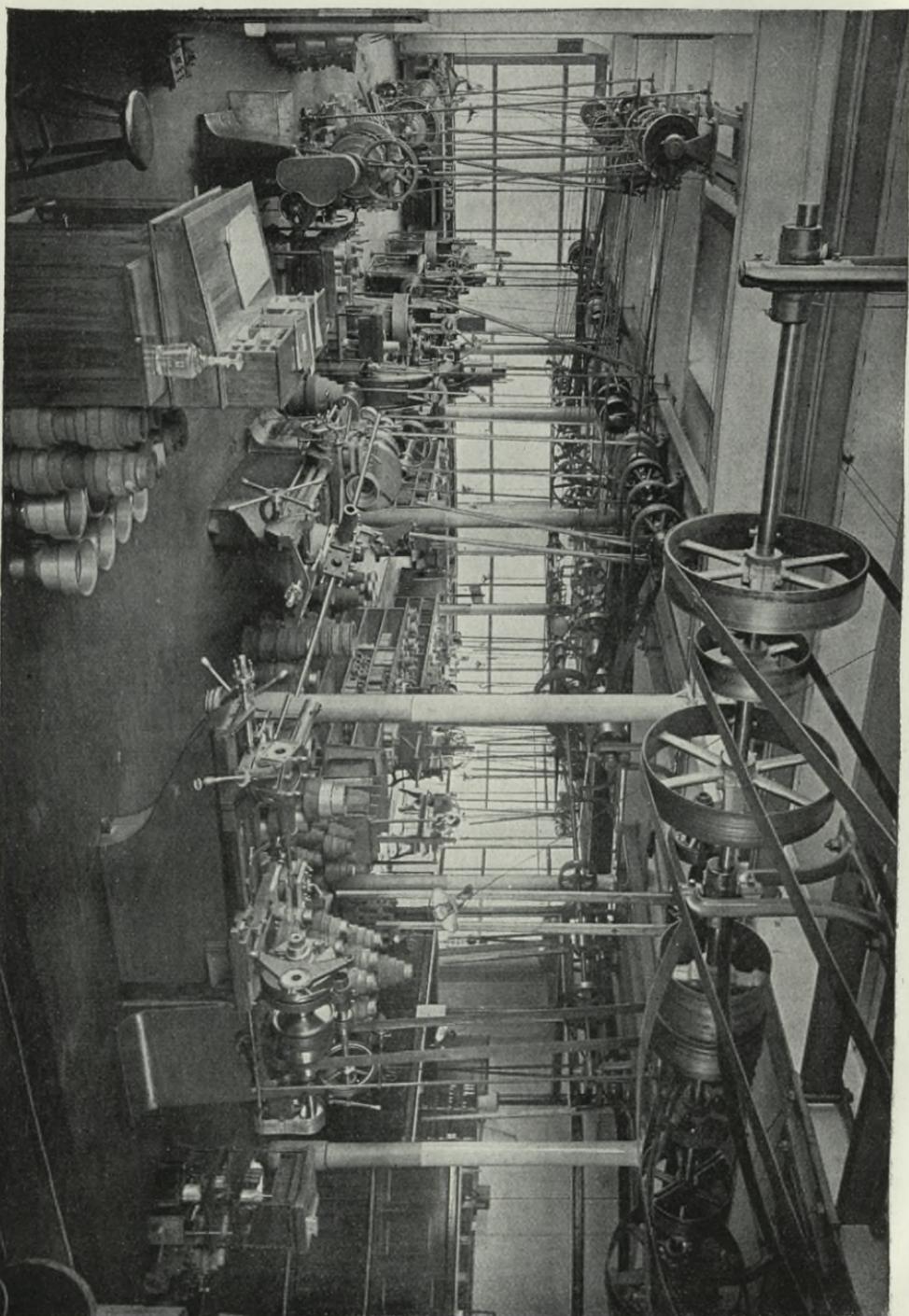


Fig. 33. Ludwig Löwe. Dreherei.

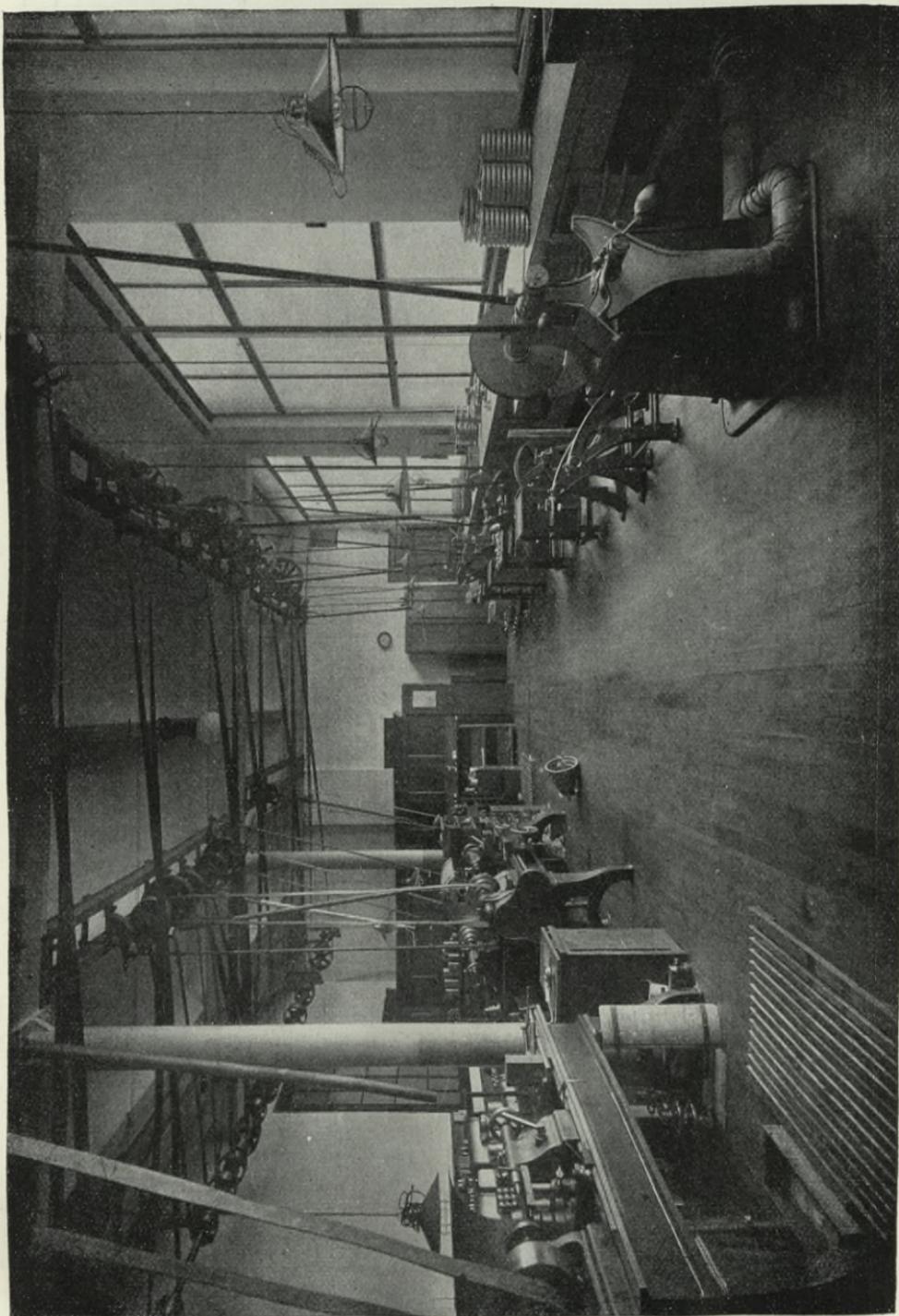


Fig. 34. Ludwig Lowe. Poliererei.

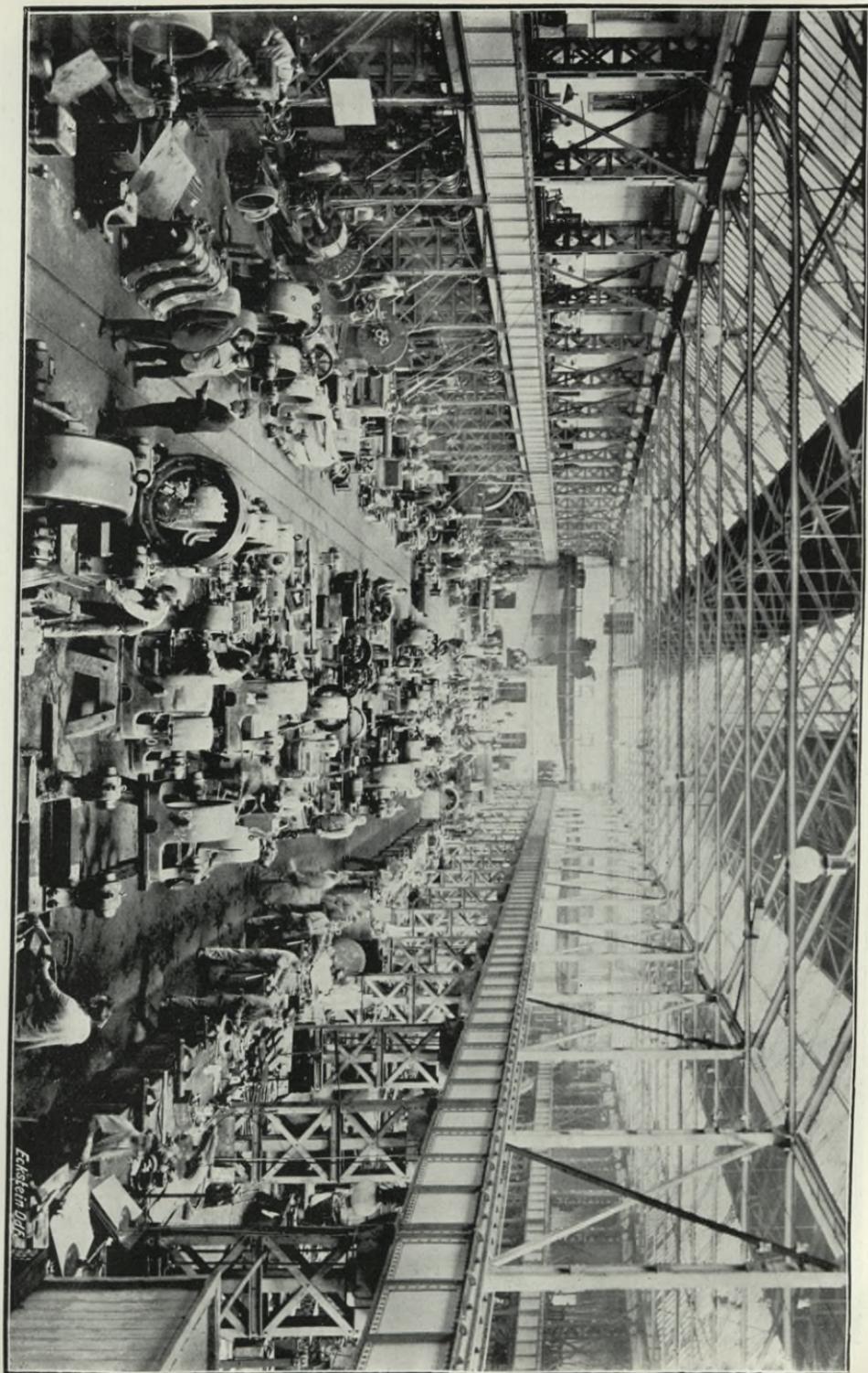


Fig. 34a. Hellfos E.-A.-G. Köln.

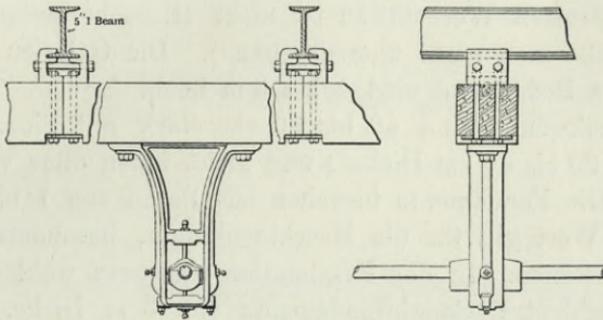


Fig. 35.

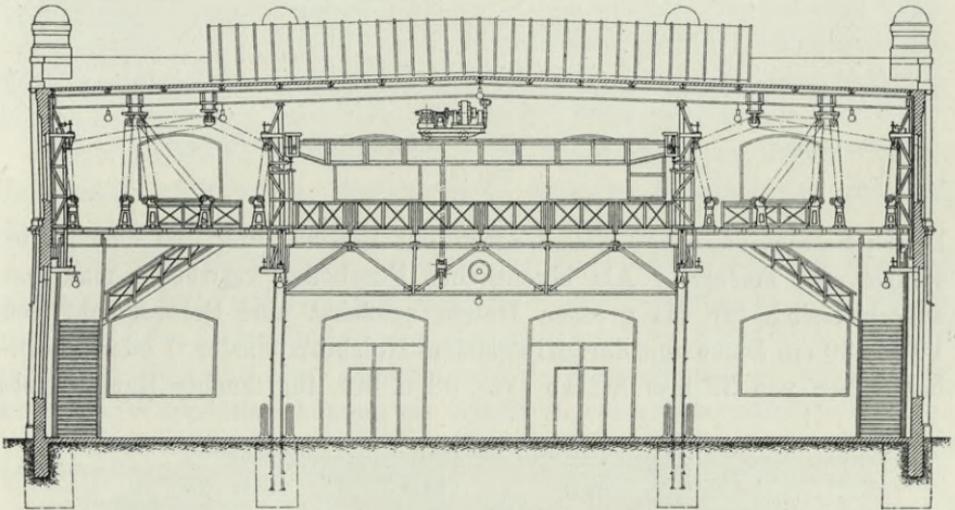


Fig. 36. Vereinigte Nürnberger und Augsburgs Maschinenfabrik.

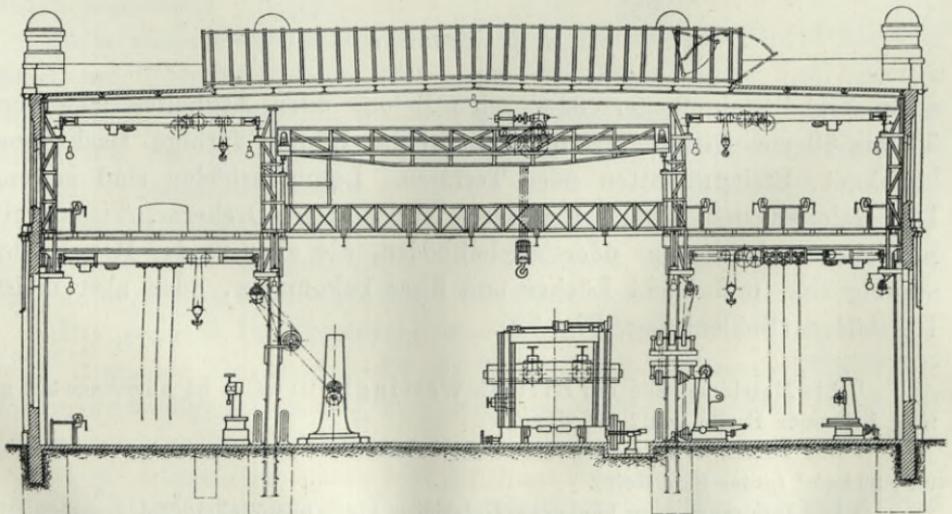


Fig. 37. Vereinigte Nürnberger und Augsburgs Maschinenfabrik.

Länge der einzelnen Werkstätten ist nicht allzusehr auszudehnen; 150 bis 200 m sollte man nicht überschreiten¹⁾. Die Galerien liegen 5 bis 6 m über dem Boden und sind 4 bis 6 m hoch.

Die Fabrikwände sind 40 bis 90 cm stark mit einzelnen Pfeileransätzen von 20 bis 40 cm Dicke²⁾ und meist innen ohne Verputz weissgestrichen. Die Fundamente bestehen aus Beton von 1 bis 6 m Tiefe, der grössere Wert gilt für die Maschinenhallen, besonders für schwere Werkzeugmaschinen. In der Kraftstation legt man wohl auf eine 1 m starke Betonschicht Backsteinfundamente von 3 m Dicke. Der übrige

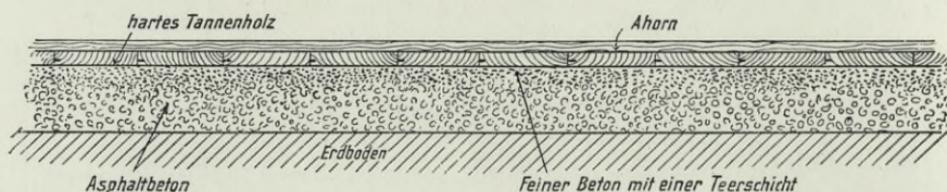


Fig. 38.

Boden besteht dann aus Eisenträgern mit Betonfüllung und einem Abschluss aus Terrazzo. Als eigentlichen Fussboden verwendet man fast ausschliesslich für die grossen Hallen zunächst eine Betonschicht von 10 bis 30 cm Dicke mit daraufliegendem Holzklotzpflaster³⁾ oder Ahornholzstäben von 22 mm Stärke (Fig. 38 u. 39), für feuchte Räume wohl

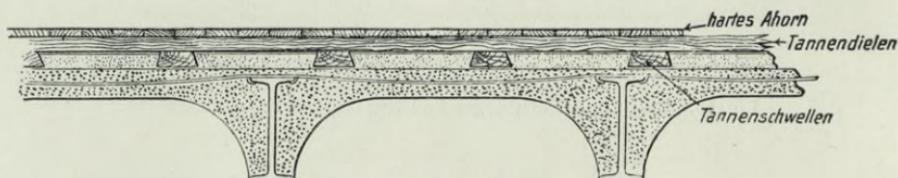


Fig. 39. Ludwig Löwe & Co.

auch Asphaltsteinpflaster oder reine Beton- oder Asphaltestrüche von 50 bis 60 cm Dicke, für feuergefährliche Räume farbige Backsteine hochkant, Steingutplatten oder Terrazzo. Lehm Fussböden sind selten. Die Galerien und erhöht liegenden Werkstätten (Dreherei, Tischlerei) haben entweder Beton- oder Asphaltböden, die aber in der Regel sehr staubig sind und leicht Löcher und Risse bekommen, oder aber meist Holzböden (Bohlenbelag, Fig. 39).

¹⁾ Die Maschinenhalle der British Westinghouse Co. ist allerdings 300 m lang bei einer Breite von 5×28 m.

²⁾ Die zulässige Belastung schwankt bekanntlich zwischen 3 (poröse Steine) und 30 kg/cm^2 (guter Sandstein).

³⁾ Die tannenen oder buchenen Holzklötze sind mit Zinkchlorid imprägniert und hochkant aufgestellt, Querschnitt meist rechteckig 5×8 cm, selten rund.

Higgins (Cassiers Magazine, November 1902) teilt die Fabrikböden ein in:

1. feste, nicht elastische, wärmeleitende aus Stein, Backstein, Zement oder Beton;
2. halbelastische, weniger Wärme leitende aus Erde, Makadam, Asphaltbeton, Asphalt;
3. elastische, nicht wärmeleitende aus Holz (Fig. 38 u. 39).

Die beiden ersten widersprechen der bekannten Regel „Füsse warm, Kopf kühl“ und nötigen den Arbeiter wohl zur Benützung von Holzschuhen. Am weitaus empfehlenswertesten ist die dritte Klasse (Holzbretter oder Dielen oder Holzklötze).

In den Montagehallen, im Prüffeld und auch in den Giessereien werden Maschinengruben ausgemauert, ferner für transportable Werkzeugmaschinen und für Prüfzwecke grosse Eisenröste angeordnet.

Alle schweren Maschinen sind im Erdgeschoss auf solidem Steinfundament aufzustellen, Maschinen in höheren Stockwerken sind gut durch Konsolen und starke Unterzüge zu stützen.

Alle Werkstatttreppen bestehen aus Stein oder Eisen und sind besonders in der Tischlerei und ähnlichen feuergefährlichen Werkstätten von den Arbeitssälen vollständig abzuschliessen. In den Hallen sind an möglichst übersichtlichen Punkten erhöhte Meisterbuden zu erstellen, in kleineren Werkstätten können sie erhöht in einer Ecke angebracht sein.

Bei der Ausführung der grossen Gebäude sollte von vornherein Vorsorge für bequeme Erweiterung und leichten Verkehr getroffen sein.

Die Fabrikhöfe werden zur leichteren Aufrechterhaltung von Ordnung und Sauberkeit gepflastert und freie Streifen mit Rasen und Anlagen bepflanzt.

Alle Hallen werden mit Oberlicht (jedes andere Feld 3 bis 5 m breit und 5 bis 7 m lang), mit sogen. Satteloberlichtern und überdies mit grossen Seitenfenstern und Lüftungsklappen ausgerüstet, es ist überhaupt für reichliche Tagesbeleuchtung in allen Werkstätten Sorge zu tragen (Gesamtbeleuchtung = 35 bis 40 % der Bodenfläche, wovon 10 % auf Seitenlicht¹⁾, 25 % auf Oberlicht entfallen kann). Das Sonnenlicht sollte nicht zu grell durch die Oberlichter hereinfallen, weswegen sich aufgerauhtes (Holöphan-)Glas empfiehlt.

Die gesamte Dachkonstruktion — Schieferdächer mit Filzabdichtung oder doppelter Dachpappe für die Hallen und Holzzementdächer für die mehrstöckigen Gebäude²⁾ — muss so dicht sein, dass selbst bei

¹⁾ Die Seitenfenster können je 25 bis 50 qm Fläche haben.

²⁾ Oder auch Bimsbeton mit Bandeiseneinlage und darüber eine Schicht Teer und Kiesschüttung.

heftigen Gewittern kein Regen in die Hallen fällt¹⁾ (gehämmertes Drahtglas). An feuergefährlichen Stellen, wie in Giessereien, ist alles Holz der Dachkonstruktion feuersicher abzudecken. Shedbauten, deren Dach aus aneinandergereihten rechtwinkligen Dreiecken mit 30° gegen die Horizontale und etwa 1,5 m Höhe besteht, sollen mit den Fenstern in den senkrechten Wänden gegen Norden zeigen. Für Schuppen werden vielfach Wellblechdächer oder ganze Wellblechbaulichkeiten verwendet.

Als künstliche Beleuchtung wird in elektrotechnischen Fabriken nur Bogen- und Glühlicht verwendet, die beide bezüglich Einfachheit, Handlichkeit und in hygienischer Hinsicht nichts zu wünschen übrig lassen. Die Bogenlampen, die öfters mit grossen Reflektoren versehen werden und zwar neuerdings auch Effektlampen, hängt man an den Dachbindern der grossen Hallen, oberhalb der Laufkrane auf. Auch zur Allgemeinbeleuchtung der Galerien und der kleineren Werkstätten sind Bogenlampen zweckmässig, man kann sie zur Ortsveränderung an gewissen Stellen an einem drehkranartigen Gestell aufhängen (Fig. 40).

In Arbeitsälen mit entsprechender Decken- und Wandkonstruktion verwendet man wohl auch fast schattenlose indirekte Beleuchtung mit

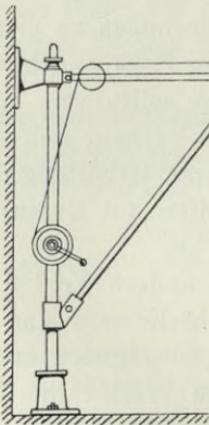


Fig. 40.

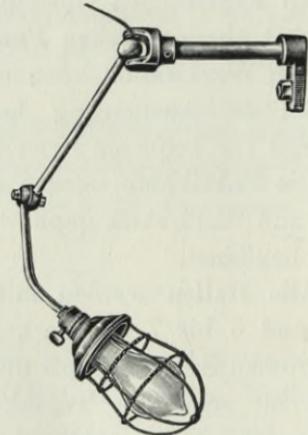


Fig. 41.

Hilfe von Bogenlampen mit Reflektoren. An allen Werkbänken und Werkzeugmaschinen sind noch Glühlampen als Wandarme (Fig. 41 für Drehbänke), Stehlampen (Fig. 42 für Zeichentische), verschiebbare Hängelampen und transportable Lampen (Fig. 43 u. 44) mit langen Anschlusskabeln sowie zahlreiche Anschlussdosen vorzusehen, je nachdem noch mit Schutzkorb, Blendschirm oder Abschluss für feuchte Räume. Als

¹⁾ Die Glasplatten werden durch elastische Bügel aufgeklemt und durch blei-umkleidete Filzstreifen abdichtet.

Blendschirm für Glühlampen an Werkzeugmaschinen eignet sich besonders die Ausführung (Fig. 43) von Siemens & Halske. Man rechnet zweckmässig pro Schraubstock und pro Werkzeugmaschine mindestens eine Glühlampe, an grossen Werkzeugmaschinen 3 bis 5;

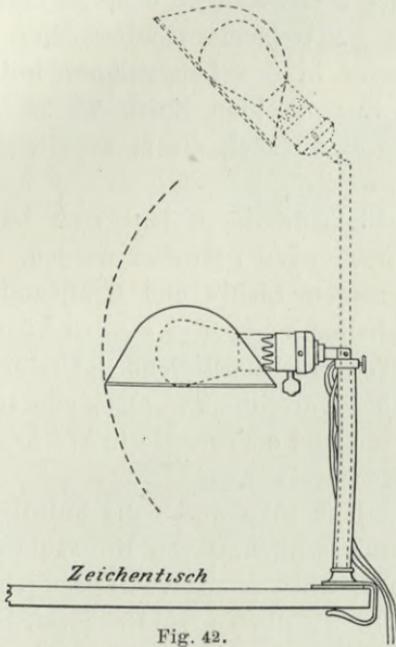


Fig. 42.

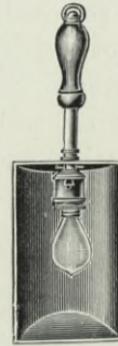


Fig. 43.



Fig. 44.

für die verschiedenen Montage- und Prüffeldplätze je nach Grösse 1 bis 5, ausserdem entfällt auf 150 bis 250 qm Grundfläche mindestens eine 6 bis 15 m hoch hängende Bogenlampe von 400 bis 500 NK (8 Amp. Gleichstrom, bei Effektlampen weniger). Nach Williamson rechnet man an Bogenlicht pro 100 qm Bodenfläche in Grossmaschinenwerkstätten mit 430 Watt, in Kleinwerkstätten 400 Watt, in Giessereien 260 Watt, in der Schmiede 380 Watt. — Treppen und Gänge sind gut zu beleuchten.

Als Stromart hat Gleichstrom für Bogenlichtbeleuchtung, sofern es sich nicht um Effektlampen handelt, sowie für Motoren von Kranen und vielen Werkzeugmaschinen mit stark variabler Tourenzahl, sowie wegen der einfacheren Leitungs- und Schaltverhältnisse und Möglichkeit einer Batterie als Reserve und als Kraftausgleich oder zur Speisung einzelner Lampen oder Motoren unstrittige Vorteile; Drehstrommotoren, besonders kleine mit Kurzschlussanker, sind dagegen etwas einfacher in der Behandlung. Zur Erläuterung der Vorteile der beiden Stromarten speisen manche Firmen einen Teil der Werkstätten mit Gleichstrom, den anderen mit Drehstrom. Für kleine Werkstätten genügen 115 Volt, in der Regel ist 230 Volt die zweckmässigste Spannung, für ausgedehnte Werkstätten

470 Volt. Für grosse Fabrikkomplexe ist ein Dreileiternetz sehr empfehlenswert.

Die Leitungen in den Fabrikhöfen werden entweder als Freileitungen auf Wandkonsolen bzw. Eisenständern oder als Kabel in begehbaren Tunnels zusammen mit den verschiedenen Rohrleitungen oder als einfach abgedeckte Kanäle verlegt. Innerhalb der Gebäude montiert man die gut isolierten Drähte oder Kabel an oder in den Längsträgern mittels Isolierrollen oder auch in Kanälen. Zur direkten Zuleitung zu den Stromverbrauchern verwendet man biegsame Kabel, die in der Regel in Metallrohre eingelegt werden.

Für die Kraftverteilung zu den Elektromotoren legt man häufig ein besonderes Netz an, wobei aber Vorkehrungen getroffen werden, dass bei schwachem Betrieb oder bei Störungen Licht- und Kraftsammelschienen in der Zentrale durch Trennschalter verbunden werden können. Es genügt wohl auch, das Lichtnetz von einem rotierenden Umformer des Kraftnetzes zu speisen. Es kann auch vorteilhaft werden, alle stark stossweise arbeitenden Betriebe wie Krane und oft reversierte Werkzeugmaschinen in ein eigenes Netz zusammenzufassen.

Ausser den elektrischen Leitungen legt man durch die Fabrik ein Gasröhrennetz, z. B. für Trockenöfen, zur Erhitzung von Kommutatoren und Schrumpfringen sowie für Lötzwecke, wozu auch Wasserstoffgebläse anzuordnen sind, dann eine Wasserleitung, die an zahlreichen Stellen zu Feuerhydranten mit Schläuchen und Mundstück führen soll. Auch Kapseln und Behälter mit feuererstickenden Stoffen (Extinktoren) sind an leicht erreichbaren Stellen anzuordnen; in grossen Werkstätten auch ein Feuerelegraph mit zahlreichen Stationen. In besonders feuergefährlichen Räumen (Spulentauch- und Trockenräume) empfiehlt sich ein automatisches Spritzsystem, das von der Decke aus in vielteiligem Strahl bei Erreichung einer bestimmten Ubertemperatur in Funktion tritt. In gleicher Weise lässt man eiserne Rolläden automatisch schliessen. Ausserdem sollte auch noch eine wirksame Fabrikfeuerwehr organisiert werden. Für höhere Etagen sind wegen Feuersgefahr zwei Treppen, eventuell eine aussen, anzuordnen; grosse, zusammengebaute Gebäude sind durch ununterbrochene Brandmauern, die 0,6 m über Dach gehen, zu trennen, wodurch allerdings der Verkehr etwas erschwert wird. Die Forderungen zur Vermeidung der Feuersgefahr sind also doppelter Natur: In der Einrichtung und im Bau ist alles zur Verhütung von Feuersbrünsten Erforderliche vorzusehen (fire prevention) und ausserdem sind genügend zweckmässige Feuerlöschgeräte (fire protection) aufzustellen. Zu dem ersten Punkt gehört auch die scharfe Betriebskontrolle, die alle irgendwie feuergefährlichen Arbeiten mit der nötigen Vorsicht vornehmen lässt.

Es ist nicht zu vergessen, dass im Prüffeld durch Kurzschlüsse, ebenso in der Wickelei bei Durchschlagsversuchen stets die Gefahr auf-

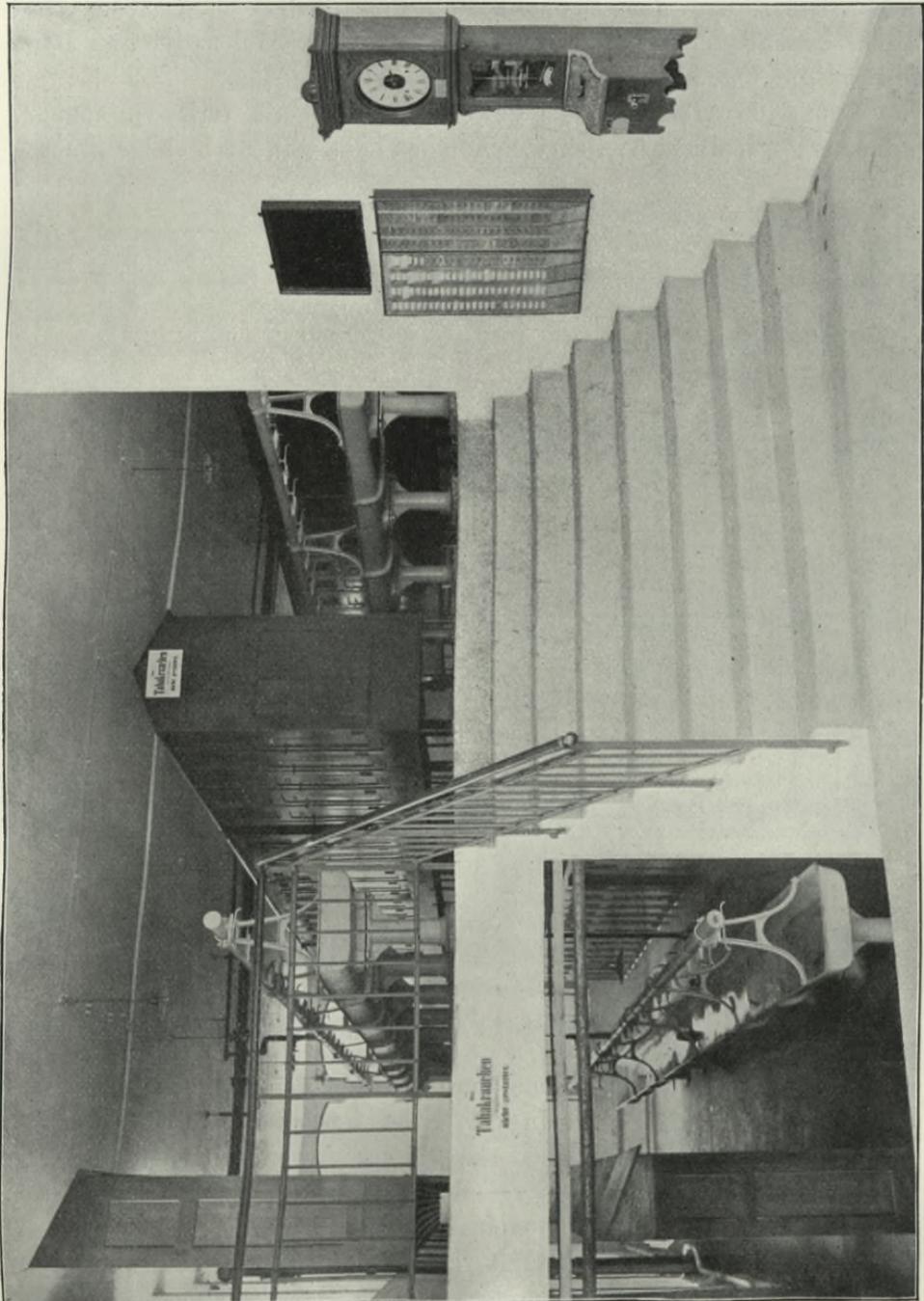


Fig. 45. Deutsche Niles-Werke.

lodernder Flammen vorhanden ist. Bei Nacht ist ein sorgfältiger Wachdienst mit sicheren Lampen und zuverlässigen Wächterkontrolluhren,

für die an allen gefährdeten Punkten variable Schlüssel zum Durchlochen eines Zeitstreifens vorzusehen sind, zu organisieren. Auf den Schornsteinen und den Dächern sind Blitzableiter vorzusehen. Alles Eisen, einschliesslich Wasserröhren, Dachrinnen, Säulen, ist vom Dach abwärts gut untereinander und mit Erde zu verbinden.

Damit die Arbeiter frisch gewaschen die Fabrik verlassen können, ordne man ordentliche Wascheinrichtungen (Fig. 45), auch einige Brause-

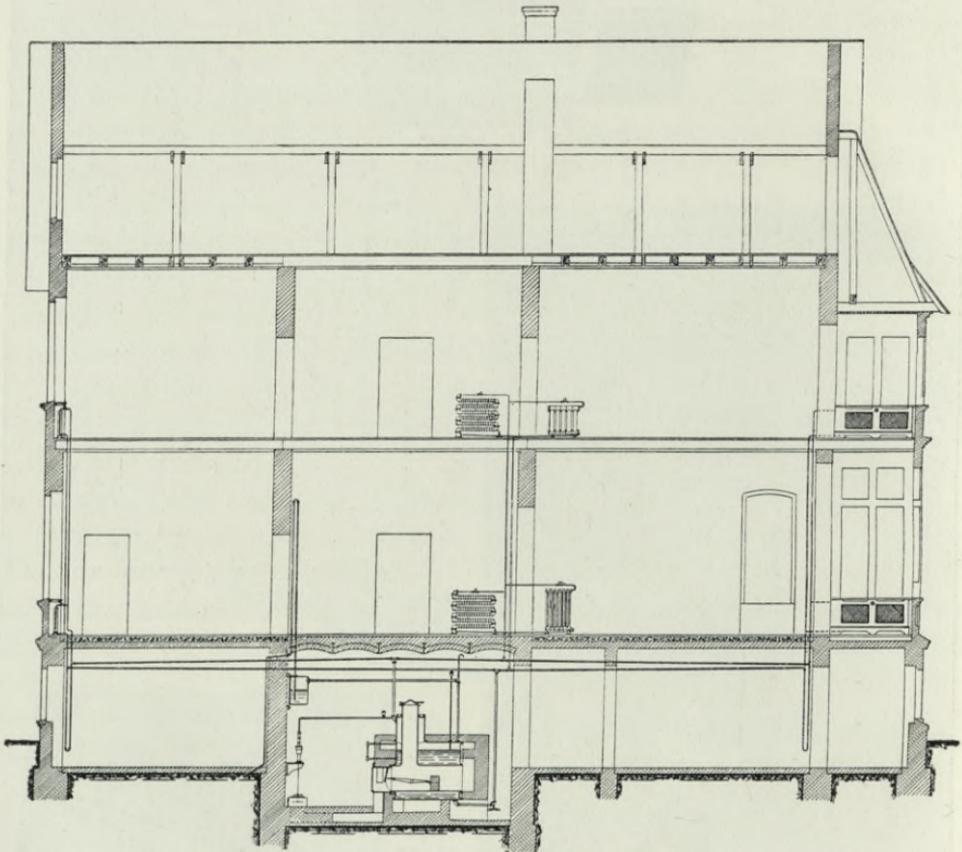


Fig. 46. Rietschel & Henneberg, Berlin.

und Wannenbäder¹⁾ und Räume zum Wechseln der Kleider (für Männer und Frauen getrennt) an. In der Nähe werden die abschliessbaren, zweckmässig perforierten Kleiderkästen der Arbeiter aufgestellt. Die Aborte sind genügend gross, hygienisch, aber nicht bequem auszuführen.

Zur Heizung, die in mehrstöckigen Gebäuden leichter als in grossen Hallen erfolgt, kommt entweder Niederdruckdampfheizung (Fig. 46) mit besonderem Dampfkessel oder, was weniger empfehlenswert ist, unter Benützung des Abdampfes oder auch Hochdruckdampf-

¹⁾ Auf 20 Arbeiter etwa eine Brausezelle und ein Wannenbad.

heizung¹⁾ mit Reduzierventilen oder schliesslich die Warmluftheizung in Frage. Die Heizung mittels Oefen ist für grössere Werkstätten ganz aufgegeben. Bei der Dampfheizung müssen überall verteilt Rippenheizkörper aufgestellt werden, während bei Luftheizung, die allerdings vielfach eine sehr trockene und unangenehme Atmosphäre schafft, die Wärmeverteilung viel gleichmässiger ist, da die über Dampfschlangen geleitete frische Luft in weiten Röhren direkt an verschiedenen Stellen durch einen Ventilator in die Hallen getrieben wird. Damit ist zugleich eine Erneuerung der Luft gegeben, die von manchen Firmen auch Sommers durch Zuführung kalter Luft²⁾, bzw. Absaugung der schlechten Luft, bewerkstelligt wird. In neueren Fabrikhallen findet man in der Höhe öfters zwei Rohre angeordnet, eines mit warmer, angefeuchteter Luft und das andere mit kalter Luft. Falls in der Schreinerei keine Gasheizung vorgesehen ist, hat man zur Heizung der Leimkocher eine besondere Sommerdampfleitung dorthin zu führen. Auch zu den Pressen für Isolationsmaterialien und zu den Wickelpressen sind Dampfheizrohre zu führen. Ganz besondere Beachtung ist der zweckentsprechenden Ventilation der Schmiede- und Giessereiräume zu schenken.

Der Bedarf an Wasser ist natürlich für Kondensation (350 l pro PS), Speisewasser (10 bis 15 l pro PS) und Spülung, sowie schon beim Bau sehr gross, weswegen ein eigener reichlicher Brunnen oder Entnahme aus einem fliessenden Wasser sehr erwünscht ist, sonst ist Anschluss an die städtische Wasserleitung erforderlich³⁾. Gutes Trinkwasser sollte nicht fehlen. Zur Ableitung von Regen- und Abwasser sind Kloaken anzulegen.

Nicht zu vergessen ist ein Lazaretraum mit dem zur ersten Hilfeleistung erforderlichen Material.

8. Fabriktransport- und Hebevorrichtungen.

In alle Fabrikgebäude, in denen versandfertige Waren hergestellt werden oder auch entlang derselben, sollten womöglich Normalspurgleise⁴⁾

¹⁾ Für die Werkstätten wird öfter Hochdruckdampfheizung angewendet, während die Bureaus ihre unabhängige Niederdruckdampfheizung haben.

²⁾ Sonst sind jedenfalls leicht zu öffnende Fensterklappen in genügender Anzahl anzuordnen, die aber regendicht sein sollen.

³⁾ Die English Electric Mfg. Co. sammelt alles Regenwasser und benutzt nur ausnahmsweise die städtische Wasserleitung.

⁴⁾ Neben dem Eisenbahnanschluss ist eine gute Landstrasse, die an der Fabrik vorbeiführt, Grunderfordernis; diese, ev. auch Brücken, sind gegebenenfalls von der Fabrik anzulegen.

gelegt werden, bzw. sollten Aufzüge zu solchen führen¹⁾. Bei der Gleisanlage, die nach aussen durch Wellblechrolläden abgeschlossen werden kann, sollten allzuviele Drehscheiben, Schiebebühnen und Weichen

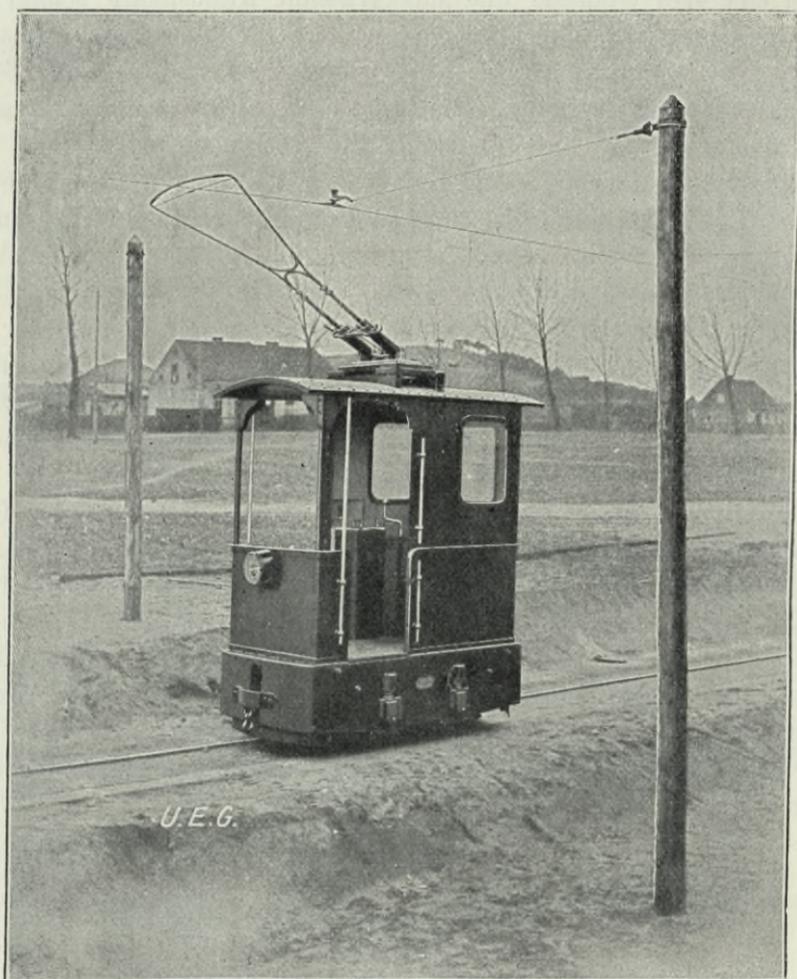


Fig. 47. Fabriklokomotive der Union E.-G.

vermieden werden. Zum Rangieren sind elektrische Lokomotiven (Fig. 47 u. 48) mit Oberleitung und einem oder zwei 10- bis 50pferdigen Motoren sowie eine Geschwindigkeit von 10 bis 20 km/Stunde, oder auch elektrische Spills ganz am Platze. In die Fabrikräume hinein sind häufig nur Akkumulatorenlokomotiven zugänglich. Das Kabelwerk von Siemens

¹⁾ Innerhalb des Fabrikgeländes der British Westinghouse Co. sind 32 km Normalspurgleis verlegt.

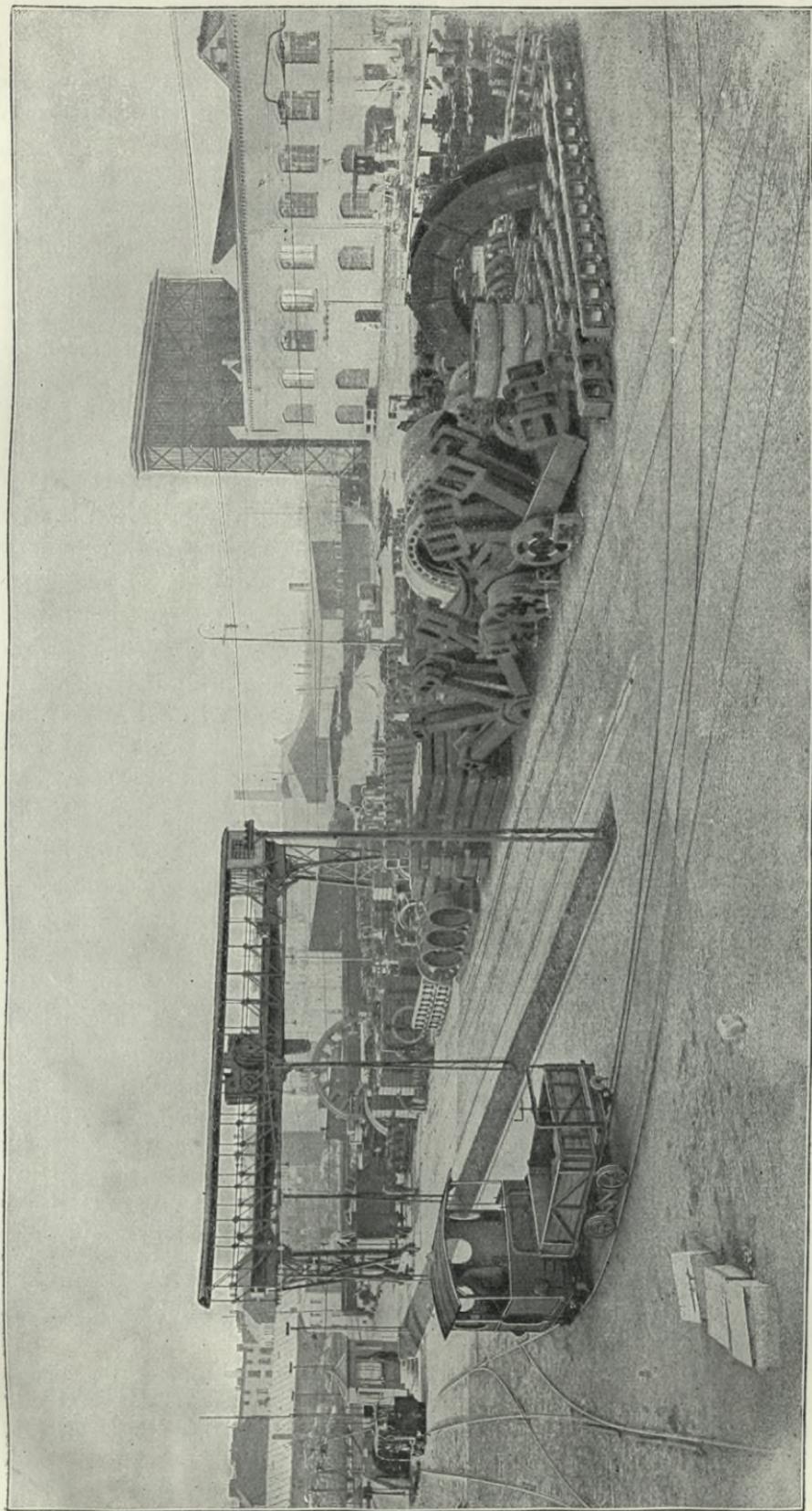


Fig. 48. Lagerplatz der A. E.-G. Berlin.

& Halske hat nur Kanalanschluss und bringt die Waggons auf einem Trajektboot zur Bahn (E. T. Z. 1900, S. 417). Für den internen Fabriktransport sieht man gewöhnlich besondere Rollbahngleise vor, meist Schmalspur (60 cm) mit kleinen Wagen (C. W. Huntsche Industriebahn¹⁾ und eventuell besonderen leichten Lokomotiven. Das Schienenprofil und die Verlegung ist derart zu wählen, dass man leicht über diese Gleise wegfahren kann²⁾.

Den Transport innerhalb einer Werkstatt, sowie das Auflegen und Justieren grosser Gussstücke auf den Werkzeugmaschinen übernehmen die Laufkrane³⁾, von denen in grossen Hallen (Haupthalle, Giesserei, Versandlager) mehrere mit einer Tragkraft von 10 bis 80 t (meist 20 bis 30 t) und 8 bis 30 mm Spannweite vorgesehen werden. In den kleineren Seitenschiffen und auf den Galerien ist die erforderliche Tragkraft nur 3 bis 10 t. Der Antrieb wird fast ausschliesslich elektrisch mittels dreier Motoren ausgeführt, bei kleineren Typen wohl auch mittels eines Motors oder von Hand⁴⁾. Die Steuerung geschieht meist von einem unten seitlich am Kranträger hängenden Korb, in dem ein kleines Schaltbrett, die drei Anlasser (Kontroller) und Widerstände untergebracht sind. Die Stellung des Kranführers muss derart sein, dass er jederzeit die Last beobachten kann. Beim Weggehen ist der Ausschalter in offener Stellung abzuschliessen. Kleinere Krane steuert man wohl mittels Ketten von unten, was aber freie Bahn und geringe Fahrgeschwindigkeit voraussetzt. Allgemein, aber besonders in langen Hallen sind hohe Krangeschwindigkeiten anzustreben. Die Fahrgeschwindigkeit grösserer Laufkrane ist etwa 25 bis 100 m pro Minute, die Katzensgeschwindigkeit 10 bis 30 m pro Minute, die Hubgeschwindigkeit 6 bis 10 m pro Minute; die Senkgeschwindigkeit kann bei Verwendung von Gleichstromserienmotoren, den empfehlenswertesten Kranmotoren, doppelt so gross und mehr sein. Die erforderlichen Motoren, die zweckmässig geschützt, aber nicht dicht gekapselt zu bauen sind, haben Leistungen von etwa 5 bis 30 PS für die Fahrt, 2 bis 15 PS für die Querbewegung und 6 bis 40 PS für die Hubbewegung bei Tourenzahlen von 300 bis

¹⁾ Ein Arbeiter kann darauf bequem 1000 kg transportieren.

²⁾ Die A. E.-G. Berlin hat zur Verbindung ihrer beiden getrennten Fabrikanlagen eine elektrische Untergrundbahn von 270 m Länge eingerichtet mit Steigungen bis 6,0% und Radien bis 20 m. (Tunnelhöhe = 3,15 m, Breite = 2,6 m), siehe Fig. 48.

³⁾ Ueber elektrische Hebezeuge siehe Ernst, Hebezeuge, und Niethammer, Elektrische Hebe- und Transportmaschinen.

⁴⁾ In den Werkstätten von Brown, Boveri & Cie. Mannheim erhalten die 5 t-Laufkrane zum Heben einen Schleifringmotor, zum Längsfahren einen Kurzschlussmotor, beide durch Haspelketten gesteuert. Die Katzenbewegung geschieht von Hand vermittels Kette.

1500 pro Minute und 10 bis 80 t Tragfähigkeit. An den Kranen im Einkaufs- und Versandmagazin sind Kranwagen aufzuhängen. Für

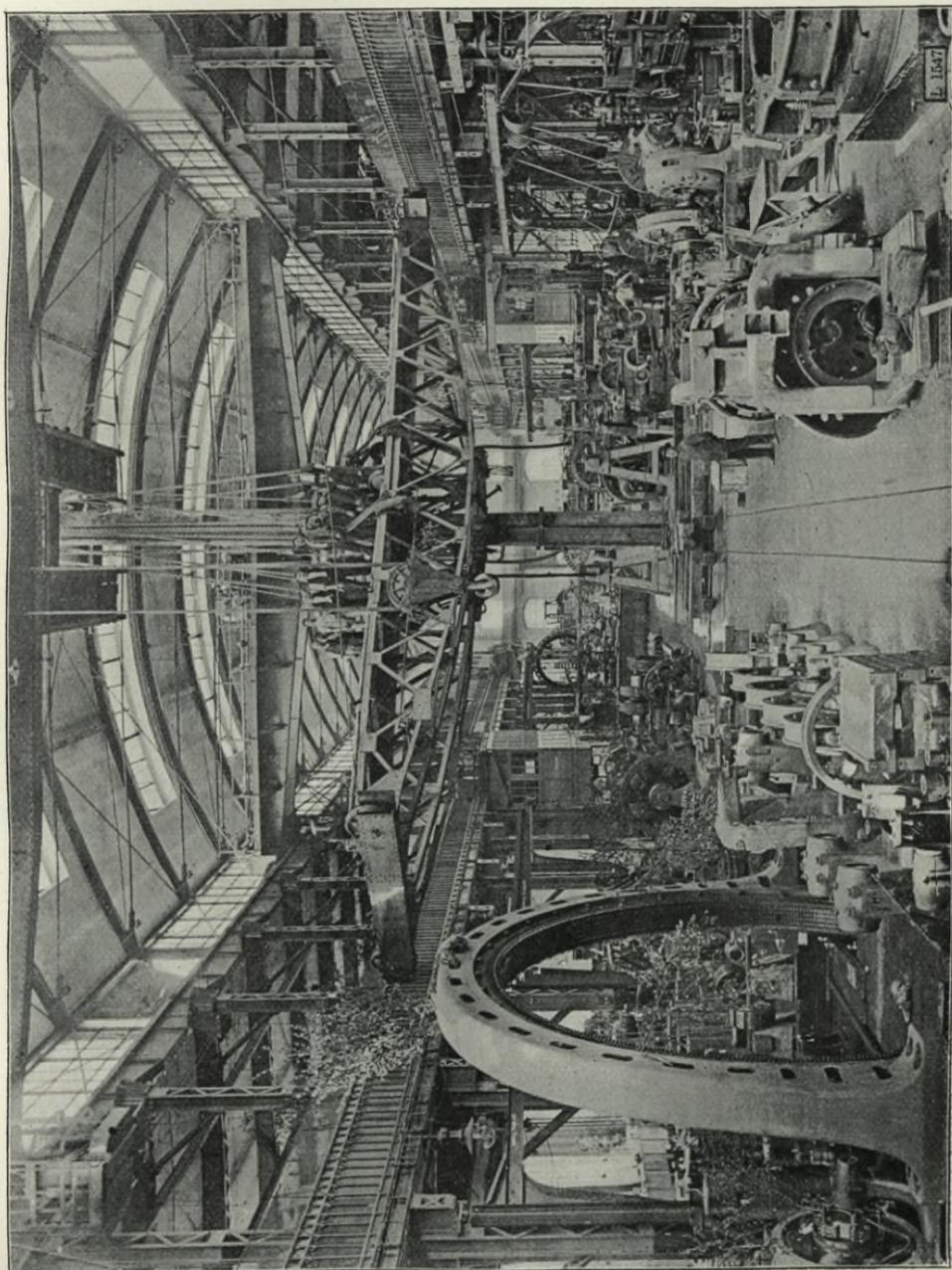


Fig. 49. Union E.-G.

Eisengegenstände ist zur Ersparnis der Arbeit zum Aufhängen die Verwendung von Elektromagneten statt der Haken sehr angezeigt. Zur Beförderung wesentlich grösserer Lasten, als der Krannormierung ent-

spricht, kann man zwei Krane desselben Arbeitsfeldes zusammenarbeiten lassen, was aber nur ausnahmsweise vorkommen sollte. Auf schweren Laufkränen bringt man wohl ausser der Hauptkatze (z. B. für 30 t)

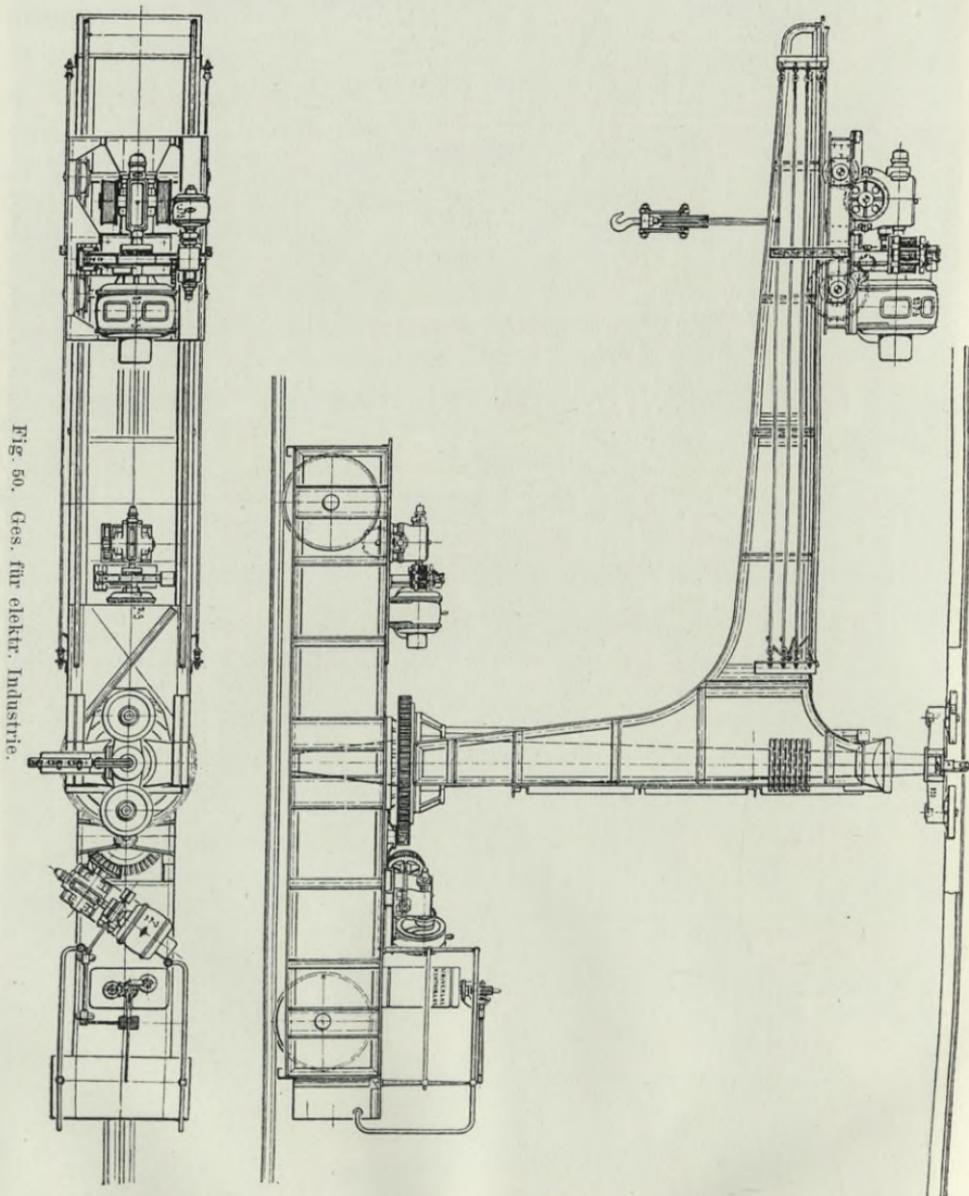


Fig. 50. Ges. für elektr. Industrie.

noch eine kleine Laufkatze für geringe Lasten (für 5 t) an. Mit den Laufkränen sollte man wenigstens noch gewisse Ausladungen der Galerien bestreichen können. Alle schweren Werkzeugmaschinen sollten unterhalb der Laufkrane liegen. Die Montage eines Montagelaufkrans der Union E.-G. Berlin zeigt Fig. 49.

Auf den Montageplätzen und in Giessereien pflegt man noch Drehkrane mit Laufkatzen oder auch Velozipedkrane (Fig. 50) von 5 bis 10 t

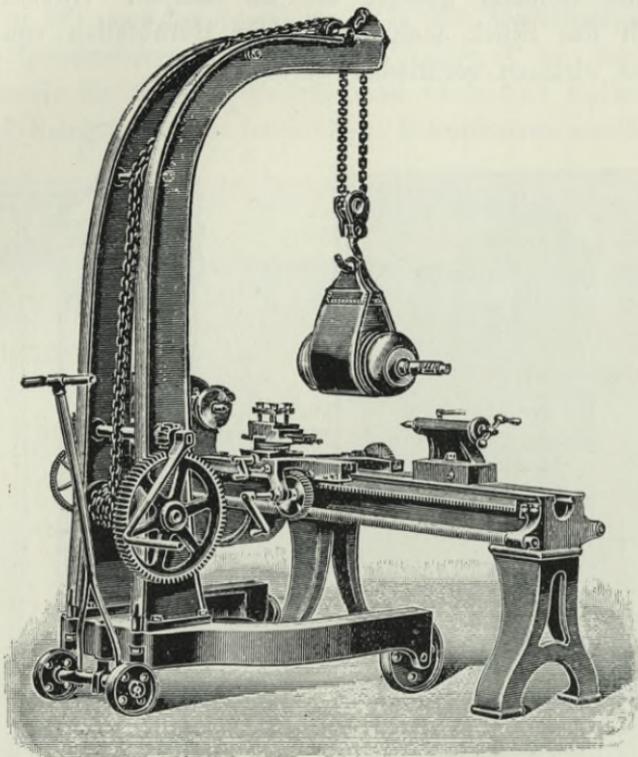


Fig. 51.

aufzustellen, die häufig auch elektrisch betrieben werden und zwar mit zwei oder drei Motoren. Einfache Handdrehkrane führt man wohl auch fahrbar (Fig. 51) oder leicht durch den Laufkran versetzbar aus. Die Arbeitsfelder der einzelnen Hebezeuge sollten lückenlos ineinander übergehen.

An schweren Stücken (z. B. Gehäusen, Lagerdeckeln) sind zur Erleichterung des Transports Tragösen anzuordnen. Bei der Aufhängung empfindlicher Maschinenteile, z. B. von bewickelten Ankern, am Krane ist Vorsicht zu beobachten

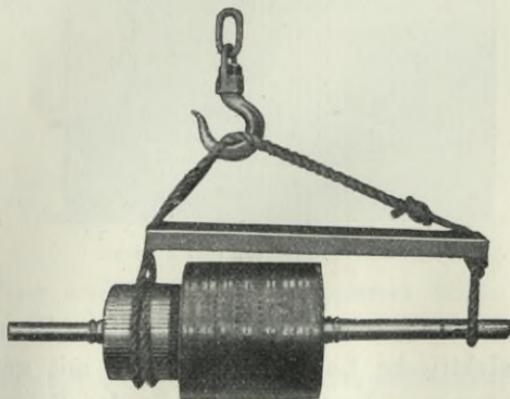


Fig. 52.

(Fig. 52). Man fasse z. B. den Anker mit zwei Stricken an beiden Zapfen, spreize aber zwischen die zwei schräg ansteigenden Seile einen

Holzklötz, der das Einscheuern der Seile in die Wicklung hintanhält. Oft ist auch bei ungeschicktem Aufhängen die Beanspruchung der Maschinenteile vielmals grösser als im Betrieb. Zweckmässig fasst man deshalb das Stück mehrmals. Ein Herabfallen von Transportstücken muss wirksam vermieden werden.

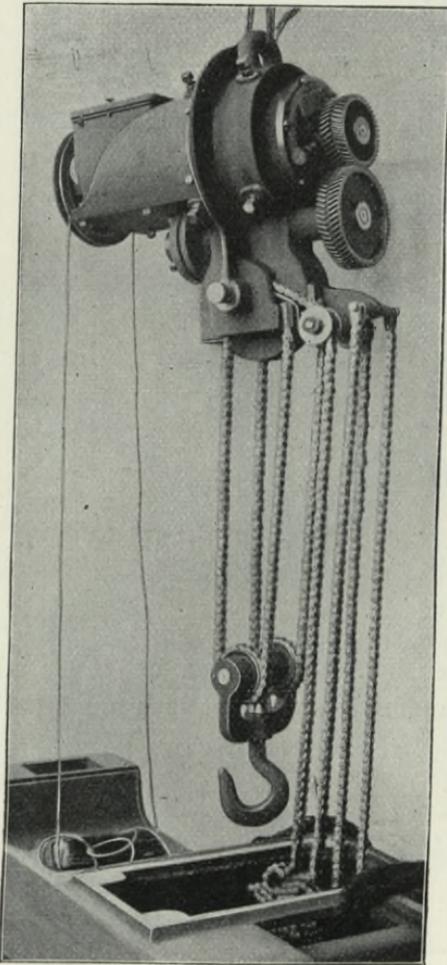


Fig. 53. Wüst-Seebach (bei Zürich).

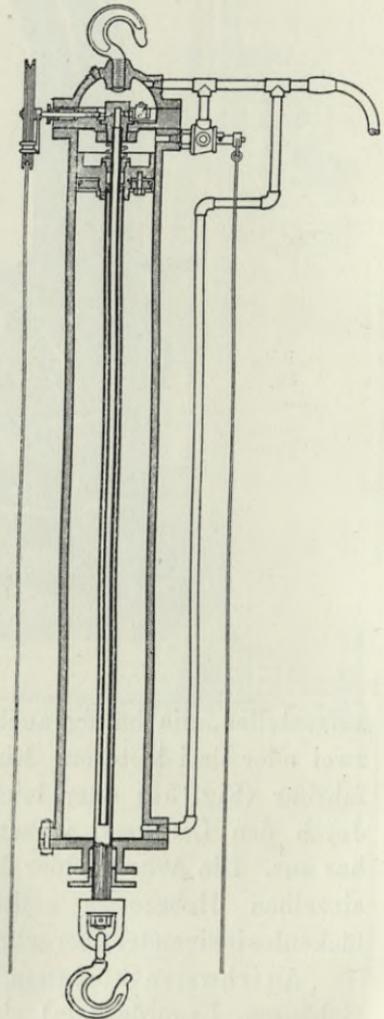


Fig. 55.

Die höher gelegenen Stockwerke und auch die Galerien sind durch elektrische Lastenaufzüge, die mit gut arbeitenden Sicherheitsvorrichtungen und zweckentsprechenden Fahrvorschriften zu versehen sind, mit den Parterreräumen zu verbinden. Wo immer schwerere Stücke zu handhaben sind und kein Lauf- oder Drehkran zur Stelle ist, sind Flaschenzüge, eventuell elektrische (Fig. 53 für 1000 kg) oder zweck-

mässiger kleine, auf I-Trägern¹⁾ laufende Laufkatzen (Fig. 54) oder auch transportable Luftdruckhebezeuge (Fig. 55) anzubringen. Auch an den einzelnen Werkzeugmaschinen sehe man, wo es nötig ist, kleine Schwenkkrane vor (Fig. 56); auf den Speichern, z. B. dem Modellboden, empfehlen sich offene Speicherlukenwinden. Zum Transport an die Werkzeugmaschinen sowie für Abfälle braucht man noch eine Reihe Rollkarren (Fig. 57) und Handwagen mit Lenkrollen, Schubkarren und Sackkarren²⁾

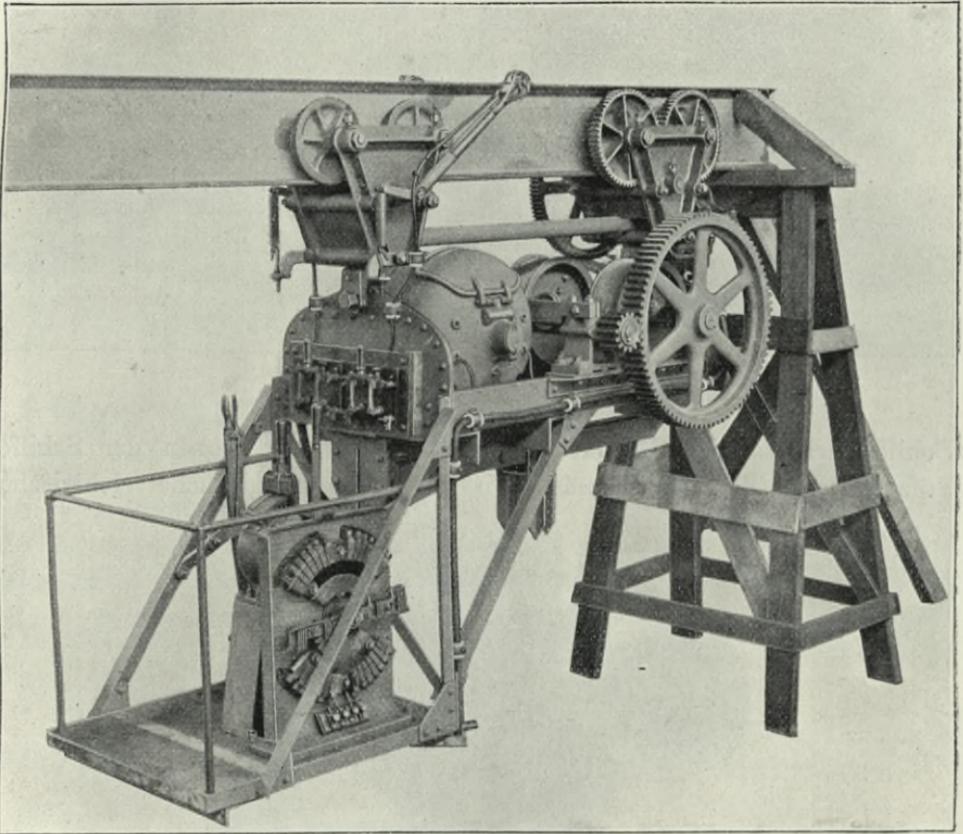


Fig. 54. Brown Hoisting Co.

sowie fahrbare Handkrane. Zur Erleichterung des Verkehrs verbindet man wohl die Kellerräume durch Tunnels und die höheren Stockwerke durch Brücken untereinander.

Auf den Guss- und Lagerplätzen und über den Bahngleisen finden in der Regel fahrbare Drehkrane (Fig. 58) und Bockkrane³⁾ (Fig. 48)

¹⁾ Die Siemens-Schuckert-Werke bauen Laufkatzen, die völlig automatisch funktionieren, d. h. schaltet man ein, so wird die Last gehoben, verfahren und an einer bestimmten Stelle abgesetzt, ohne besonders eingreifen zu müssen.

²⁾ Siehe z. B. den Prospekt von O. Krieger, Dresden F. 55.

³⁾ Oder auch grosse Brücken- oder Verladekrane.

für 10 bis 30 t Verwendung mit drei Elektromotoren, die wasserdicht gekapselt oder mit einem Regendach versehen sein sollten. An diesen Bockkranen hängt man wohl auch das Normalprofil auf. Bei einem

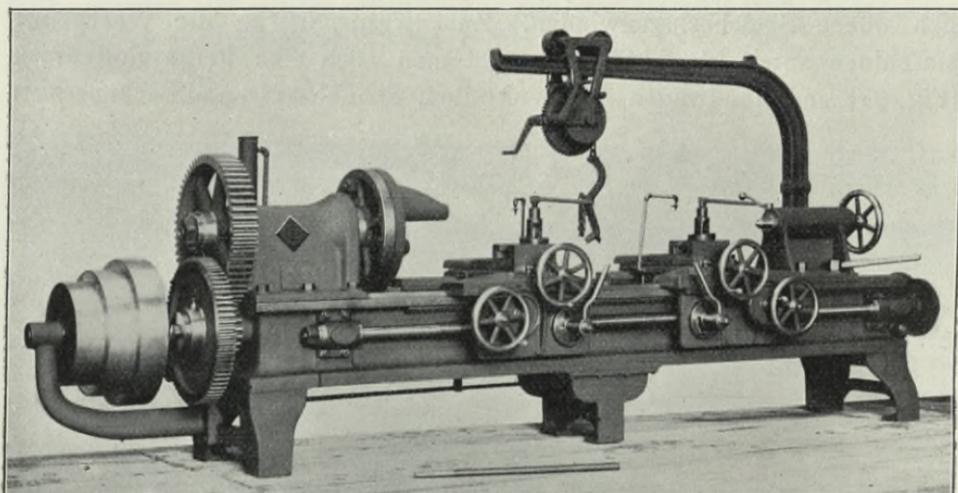


Fig. 56. Deutsche Niles-Werke.

Schiffsanschluss sind Drehkrane zum Laden und Löschen der Schiffe aufzustellen. Sehr zweckmässig ist es, die erforderliche elektrische

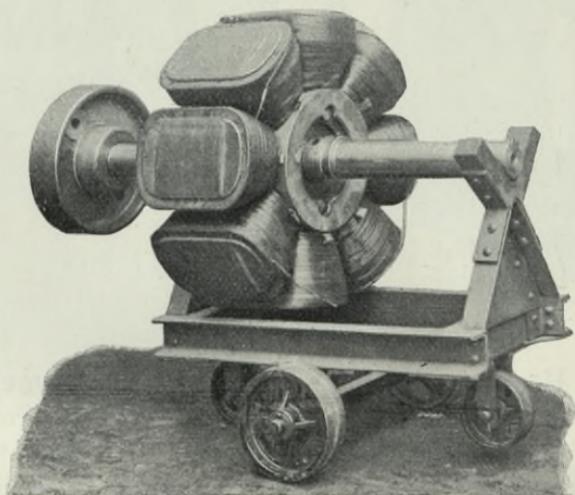


Fig. 57. Union E.-G.

Lokomotive als fahrbaren automobilen Drehkran (Fig. 58) auszubilden. An den Stellen, wo die geladenen Waggons die Fabrik verlassen, ordnet man die Waggonwage mit Waghäuschen an, für die Fuhrwerke an geeigneter Stelle die Fuhrwerkswage. Ueber diese Wägungen ist genau

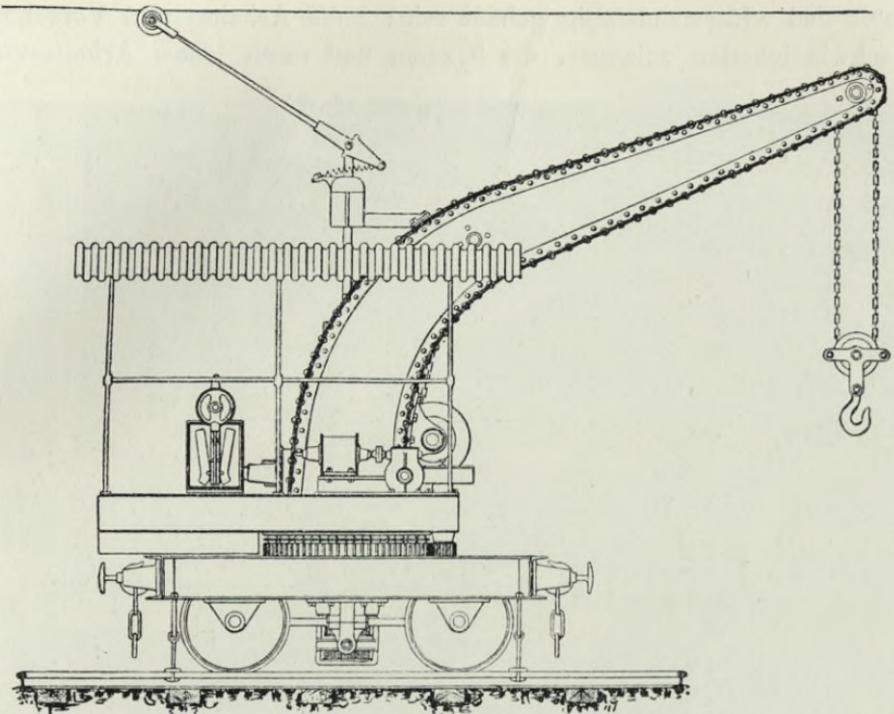


Fig. 58. Wüst-Seebach.

Buch zu führen. — Der ganze Fabrikkomplex wird, soweit er nicht durch Gebäudewände abgegrenzt ist, durch einen soliden Zaun oder eine Mauer abgeschlossen und nur mit einem einzigen, allgemein zu benützendem Eingang versehen.

III. Die Fabrikeinrichtungen. Die Einzelwerkstätten.

9. Werkzeugmaschinen.

Es kann nicht die Aufgabe dieser Abhandlung sein, alle Einrichtungengegenstände im einzelnen zu beschreiben. Sie sollen im grossen und ganzen aufgezählt und gewisse charakteristische Eigenschaften angegeben werden. Bezüglich der Werkzeugmaschinen¹⁾ sei bemerkt, dass von deren zweckmässigen Auswahl und Konstruktion sehr viel abhängt. Sie sollen dauernd genau,

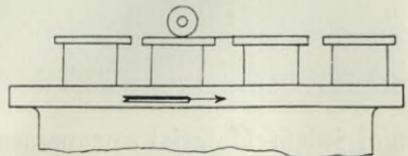


Fig. 59.

¹⁾ Die A.E.-G. hat in ihrer Werkstättenhalle allein gegen 500 Werkzeugmaschinen aufgestellt.

stabil und widerstandsfähig gebaut sein; hohe Arbeits- und Vorschubgeschwindigkeiten zulassen, die bequem und rasch jedem Arbeitsstück

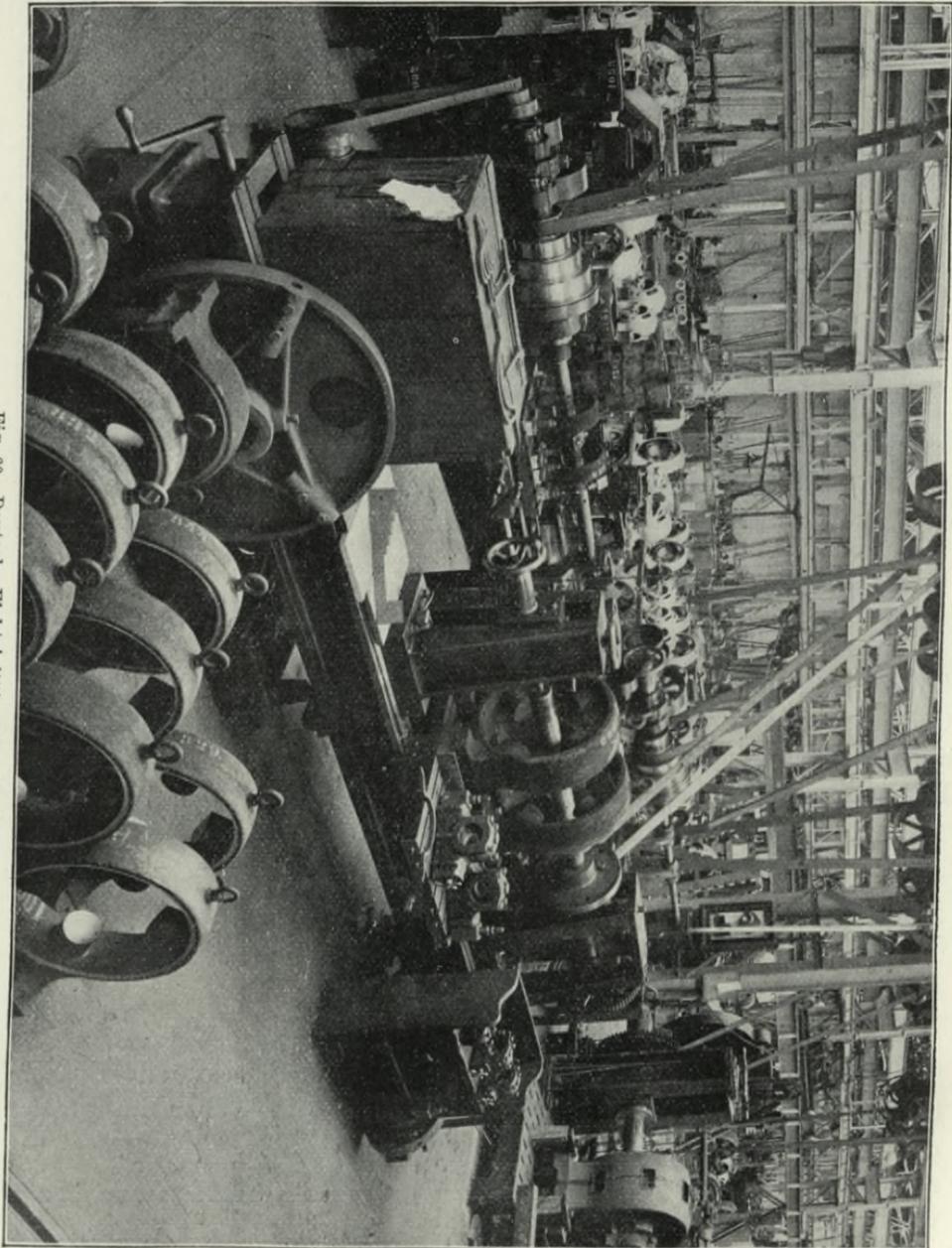


Fig. 60. Deutsche Elektrizitätswerke Aachen.

und jedem Material anzupassen sind; womöglich mit mehreren Arbeitsstählen zugleich arbeiten, einfache und sichere Aufspannvorrichtungen besitzen, überhaupt unschwierig zu bedienen sein und soweit als möglich automatisch arbeiten, so dass mehrere Maschinen von einem Arbeiter

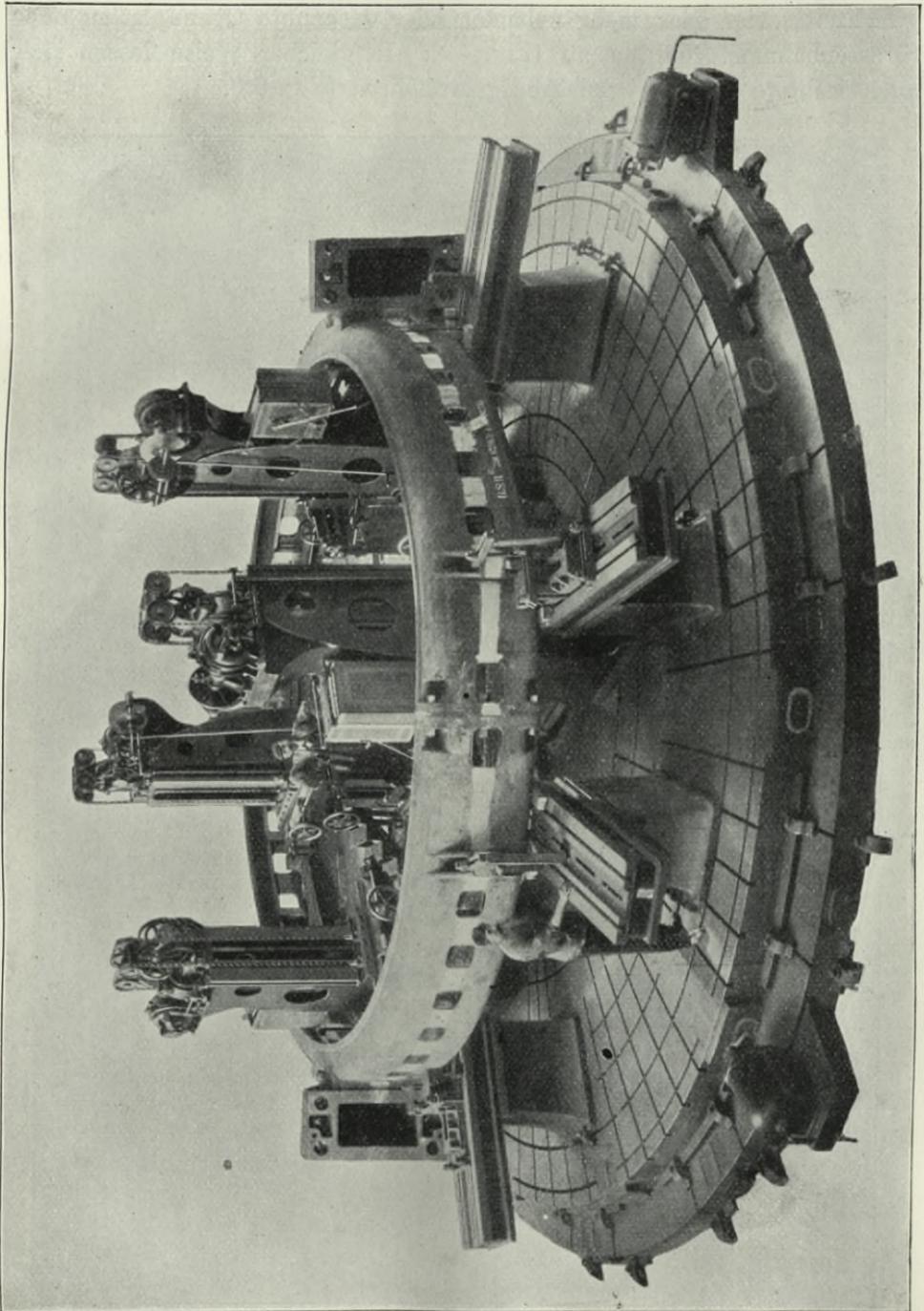


Fig. 61. Deutsche Niles-Werke.

bedient werden können. Die günstigsten Schnittgeschwindigkeiten, ebenso womöglich die zu verwendenden Werkzeuge sind dem Arbeiter jeweils vorzuschreiben. Wo immer zugänglich, sind immer mehrere Stücke oder mehrere Flächen gleichzeitig zu bearbeiten. Man hoble oder fräse z. B.

gleichzeitig vier oder mehr nebeneinander gespannte Grundplatten oder Strassenbahnmotorhälften ab (Fig. 59). In gleicher Weise lassen sich auch mehrere Gehäuse gleichzeitig ausbohren (Fig. 60).

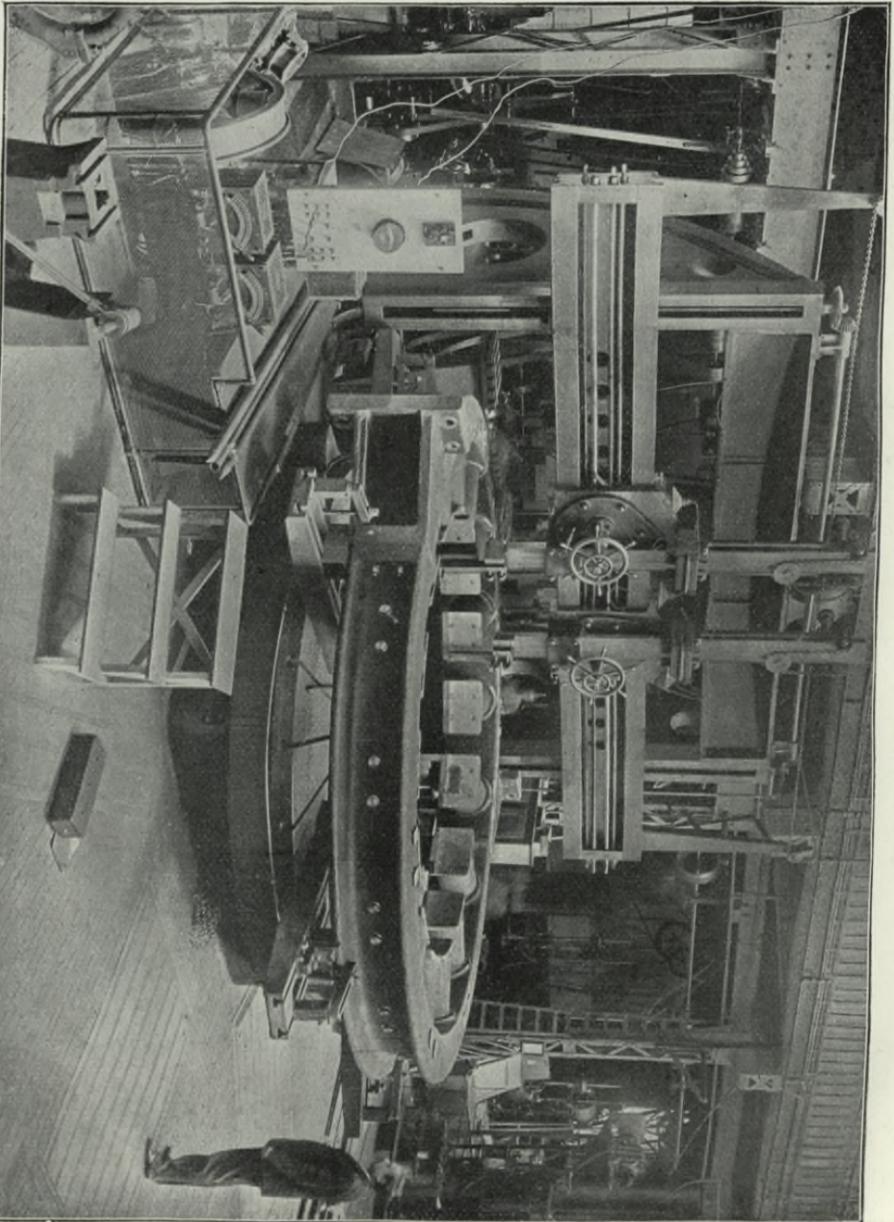


Fig. 62. Union E.-G. Berlin.

Der durch Richtungswechsel, Rück- und Leerlauf bedingte Zeitverlust ist auf ein Minimum zu beschränken. Geschwindigkeitswechsel der Schnittbewegung (elektrisch!), Grössen- oder Richtungswechsel des Vorschubes, Ortswechsel des Werkzeuges oder Werkstückes, Aufspannen,

Schärfen und Einspannen des Werkzeuges und Aufspannen, Umspannen und Abspannen des Werkstückes sind alles Unterbrechungen, die möglichst in der Zeit zu reduzieren sind (Ruppert, Z. V. D. I. 1903).

Für gute Beleuchtung der Werkzeugmaschinen bei Tag und bei

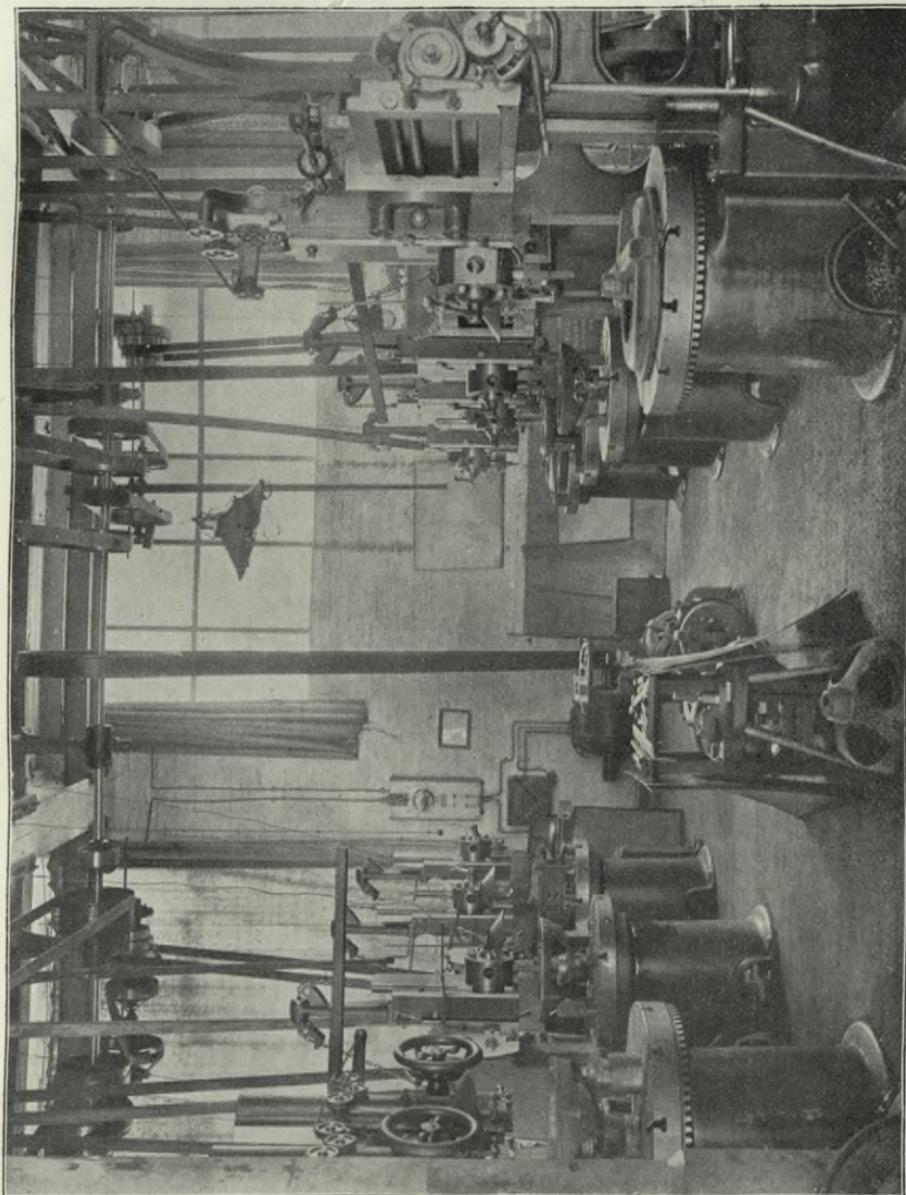


Fig. 63. Union E.-G. Berlin.

Nacht ist Sorge zu tragen, Abends ausser durch gute Allgemeinbeleuchtung durch eine oder mehrere nach Bedarf verstellbare Glühlampen.

Die Anschaffung neuer Zeit und Arbeit sparender, sowie die Präzision erhöhender Werkzeugmaschinen lohnt sich fast ausnahmslos.

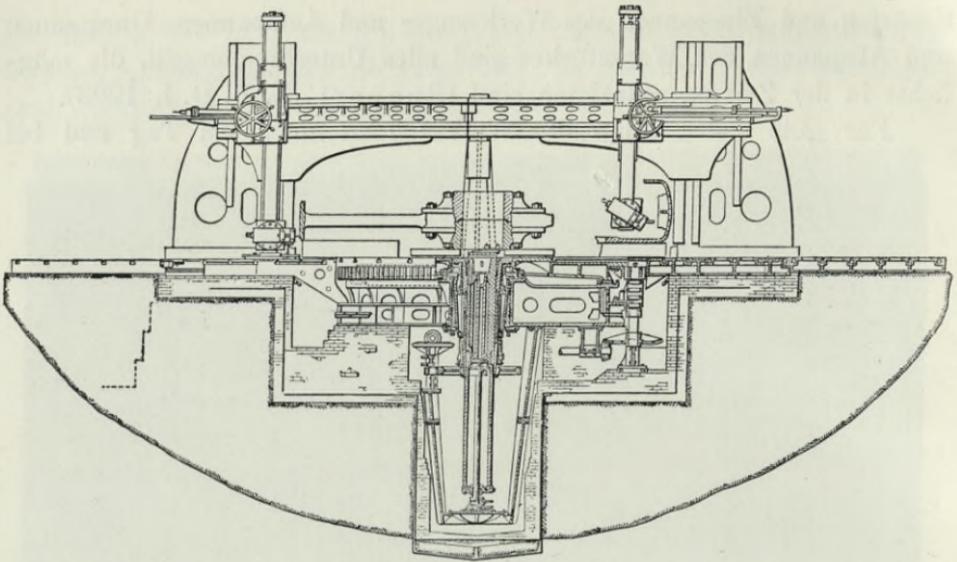


Fig. 64.

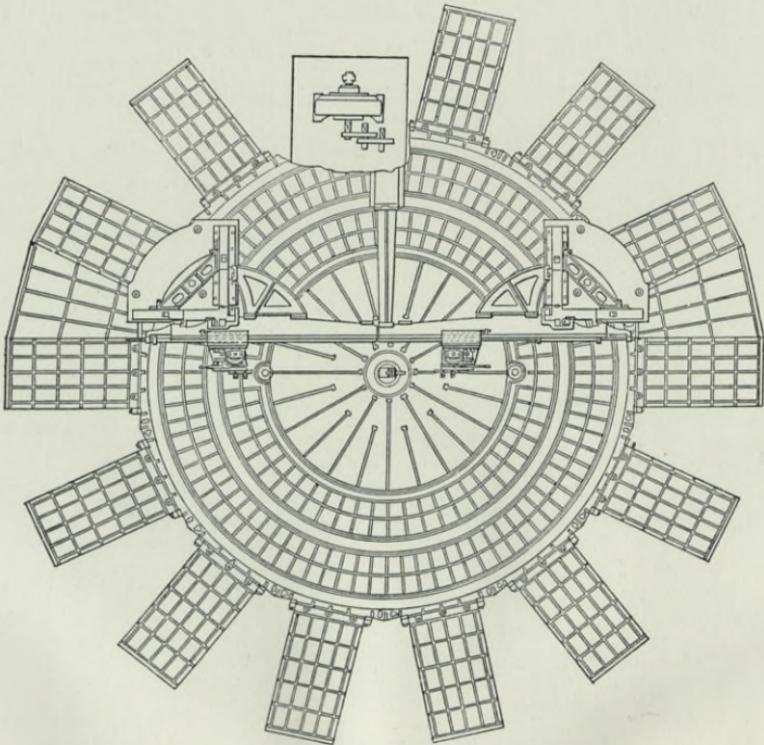


Fig. 65.

General Electric Co. N.-Y.

An Verwendung bedeutend gewonnen haben in neuerer Zeit besonders die Schleifmaschinen statt der Feile und der Drehbank, die Fräsmaschinen

zum teilweisen Ersatz von Hobel- und Bohrmaschinen, ferner die Stanzen und Pressen zum Ersatz von Guss- und Schmiedeerzeugnissen¹⁾, speziell auch Schmiedepressen statt der Hämmer. Die Auswahl der erforderlichen Werkzeugmaschinen sollte im Verein mit den besten Lieferanten, unter denen die amerikanischen Firmen ganz besonders auch Beachtung verdienen, an Hand von Skizzen aller zu fabrizierenden Maschinen oder deren wesentlichen Abmessungen getroffen werden. Sofern nicht aus-

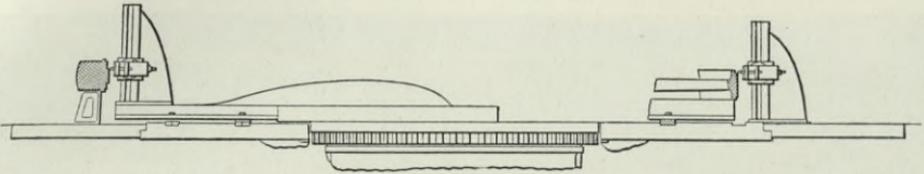


Fig. 66.

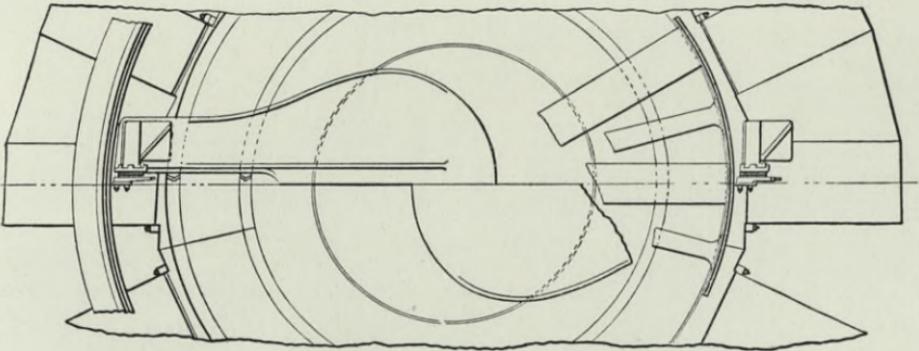


Fig. 67.

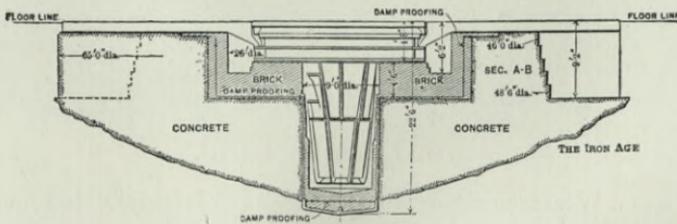


Fig. 68.

General Electric Co. N.-Y.

gesprochene Massenfabrikation vorliegt, sollten die einzelnen Typen eine gewisse Vielseitigkeit in der Verwendung zulassen.

Zwischen den einzelnen Werkzeugmaschinen ist genügend Platz (1 m) zum Passieren und Zubringen der Materialien auszusparen. Auch in den am weitesten ausragenden Stellungen (z. B. ausgefahrener Tisch der

¹⁾ Gepresste Radschutzkästen statt Gusskästen, z. B. von Chillingworth, Nürnberg; man beachte auch die Warmpressverfahren für Bürstenhalter u. a.; ferner die durch Spritzen statt durch Giessen hergestellten Metallteile.

Hobelmaschine) darf keine Gefahr bestehen. Die Gruppierung der Arbeitsmaschinen ist so auszuführen, dass ein Minimum von Transport erforderlich ist. An den einzelnen Werkzeugmaschinen bringt man häufig zur Erleichterung des Aufspanns kleine Drehkrane an (Fig. 56).

Die Werkzeugmaschinen einer Elektrizitätsfirma teilen sich in grosse Typen und kleine Typen für den Maschinenbau, sowie in solche für den Apparatenbau und die Feinmechanik (Zählerbau u. a.).

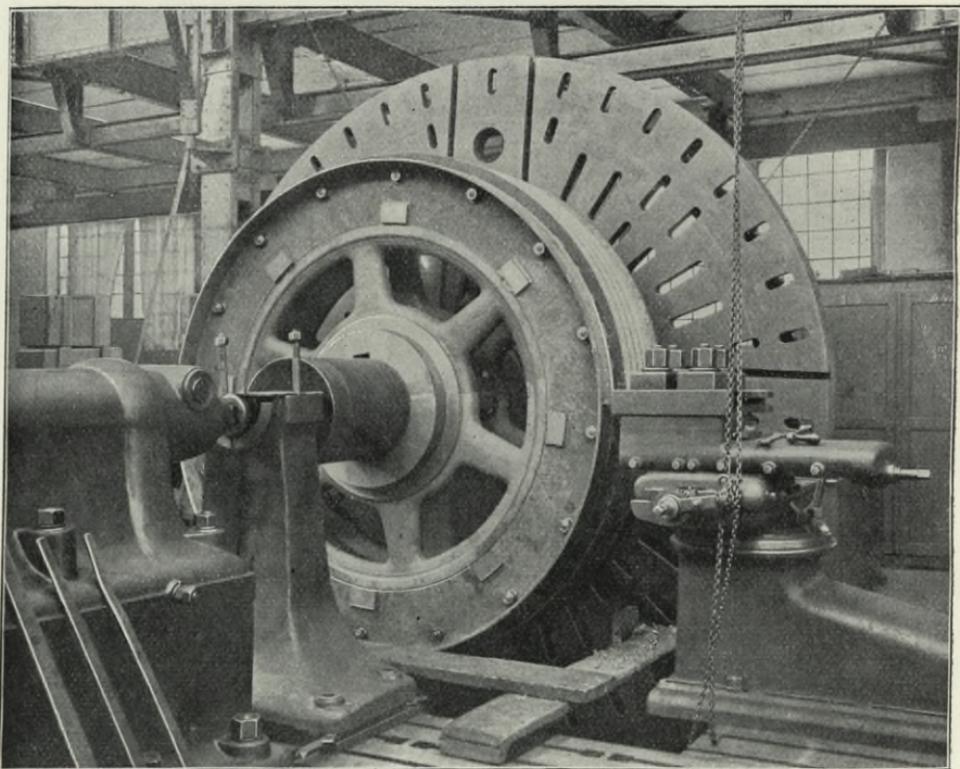


Fig. 69. Lahmeyer, Frankfurt.

An schweren Werkzeugmaschinen mit guten Fundamenten sind im allgemeinen in der Hauptmaschinenhalle aufzustellen:

Drehwerke für runde Stücke bis über 10 m Durchmesser. Die Amerikaner liefern fast ausschliesslich Drehwerke mit horizontaler Achse (Fig. 61—68), während in Deutschland vielfach Drehwerke mit vertikaler Achse (Fig. 69—72), eine Art Plandrehbänke, verwendet werden. Die von den Deutschen Niles-Werken für die A. E.-G. Berlin gelieferte Karussellbank (Fig. 61) mit vier rotierenden Werkzeugen zum Abdrehen von Stücken von 9 m Innendurchmesser hat eine automatische Zentriervorrichtung in Form von vier hydraulisch betätigten, radial arbeitenden Kolben. Dieses grosse Drehwerk kann sowohl zum Abdrehen von Arbeitsstücken am Aussenrand benützt werden, wobei das Arbeitsstück rotiert und die Werkzeuge stillstehen, als auch zum Ausdrehen, wobei wie in Fig. 61 das Stück festliegt. Eine ähnliche Bank für 18 m Aussendurchmesser hat sich die General Electric Co. Schenectady nach Fig. 64 bis 68 gebaut (Iron Age 2. Juli 1903, Am. Mach. 18. Juli 1903); dieselbe besitzt im

Zentrum (Fig. 64) noch eine vertikale Bohr- und Keilnutenziehstange, welche gestattet, Naben auszudrehen und Nuten einzustossen. Die Vertikalbewegung dieser Stange geschieht hydraulisch, während der übrige Antrieb durch Elektromotoren erfolgt. In Fig. 64 wird eben ein Drehstromgehäuse von mässigem Durchmesser ausgebohrt und alternativ ein kleines Magnetrad abgedreht. Dabei stehen die Werkzeuge still. In Fig. 66 rotieren dagegen bei der entsprechenden Bearbeitung sehr grosser Durchmesser die Ständer mit den Werkzeugen.

Die Drehwerke Fig. 69—72 nehmen wohl weniger Grundfläche weg, aber das Aufspannen und die Zentrierung ist wohl etwas zeitraubender, auch werden die Arbeitsstücke etwas mehr beansprucht.

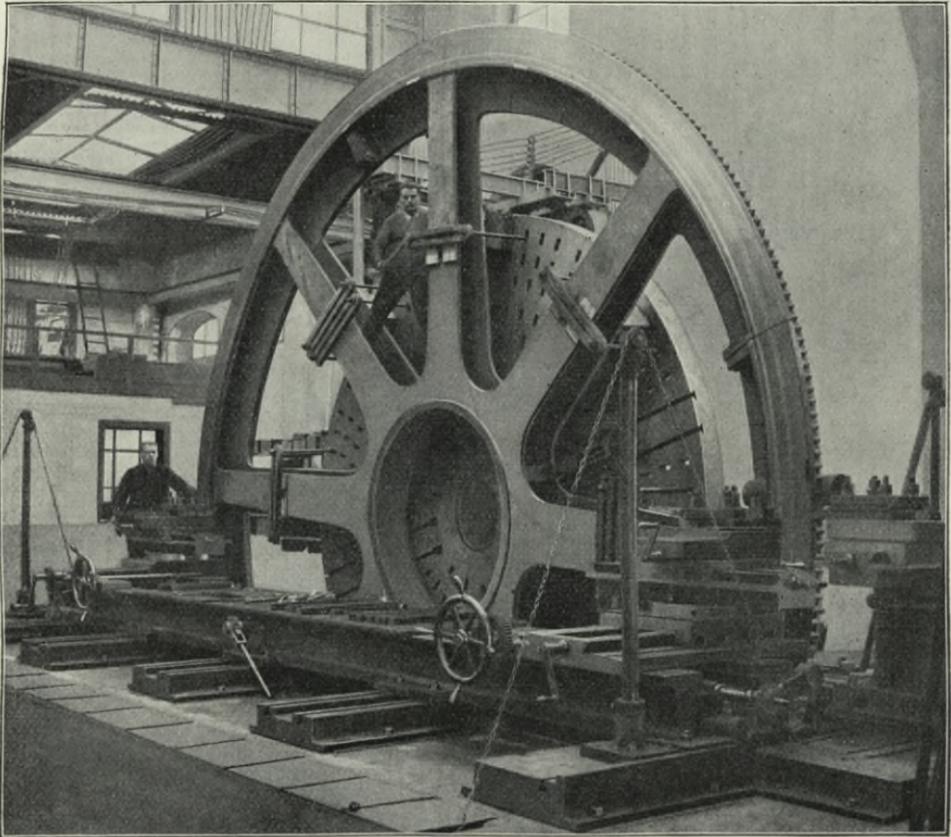


Fig. 70. Brown, Boveri & Cie.

Hobelmaschinen (bis 6 m Hobellänge) mit beschleunigtem Rückgang oder in beiden Richtungen arbeitenden Stählen. Zur Bearbeitung kreisförmiger Flächen sind schwingende Aufspannstücke mit verstellbarem Zentrum vorzusehen. Einständer-hobelmaschinen für breite Stücke (Fig. 73). Hobelmaschinen sind möglichst Ende gegen Ende aufzustellen, damit ein Arbeiter leicht mehrere Maschinen bedienen kann. Die Hobelarbeiten werden neuerdings häufig durch Arbeiten auf der

Fräsmaschine (Fig. 74) ersetzt, welche sich für die vielseitigsten und zusammengesetztesten Formen eignet, leistungsfähiger ist und billiger arbeitet als die Hobelmaschine. Es empfiehlt sich die Verwendung von hinterdrehten Fräsern wegen erhöhter Dauerhaftigkeit und Leistungsfähigkeit. Es gibt zahlreiche Varia-

tionen: Universal-, Plan-, Horizontal-, Vertikal-, Flächen- oder Stirn-, Parallel-, Räder-¹⁾ (Stirn-, Kegel-, Schneckenräder-), Zahnstangen-, Fräuserschneid- und Langlochfräsmaschinen.

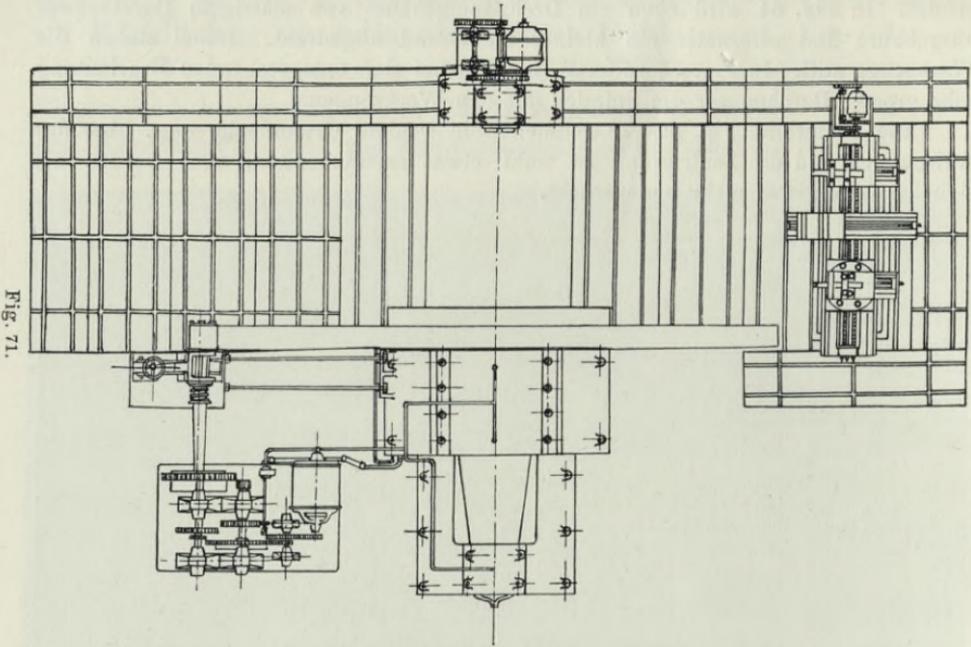


Fig. 71.

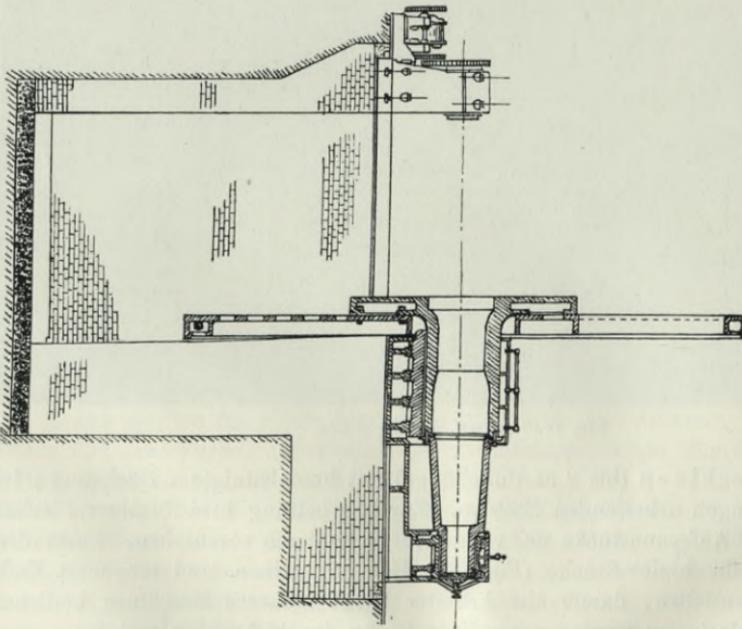


Fig. 72.

Vertikale Stoss- oder Hobelmaschinen (Fig. 75).

¹⁾ Zahnräder und Schnecken werden allerdings vielfach mit Recht von Spezialfirmen, wie Stolzenberg in Reinickendorf-Berlin, bezogen.

Schwere Spitzen- und Plandrehbänke¹⁾, besonders auch grössere Wellendrehbänke (Fig. 76), schwere Revolverbänke oder mehrfache Bohrwerke, Wagrechtbohr- und Fräsmaschine (Fig. 77).

Bohrmaschinen: Wandradialbohrmaschinen, Säulenbohrmaschinen (Fig. 78), horizontale Bohrmaschinen, Mehrlochbohrmaschinen, Langlochbohrmaschinen.

Hebel- und Spindellochpressen (Lochstanzen, Ersatz von Bohrmaschinen zum Lochen von Blechen), Plan-(Hebel-) und Kreisscheren, Exzentrerscheren, Kalt- und Warmsägen für Metall (Kreissägen sowie hin und her gehende Exzentrersägen

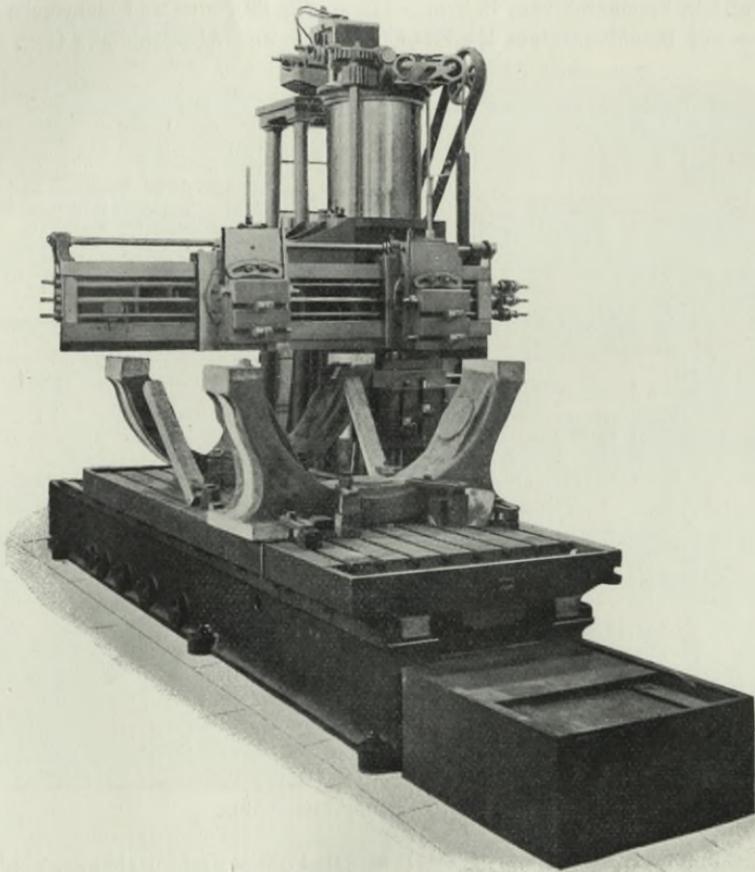


Fig. 73.

[Fig. 79] oder auch Bandsägen), Blechbiegemaschinen, Gradbiegepressen für Stab- und Profileisen; Stanzpressen gibt es dreierlei: zum Ausstanzen von Löchern, zum Ausstanzen von Formstücken und zum Formpressen (Biegen und Ziehen).

An leichteren Werkzeugmaschinen kommen zur Aufstellung: Spitzen- und Plandrehbänke aller Art (Fig. 80), wie Wellendrehbänke (auch mehrfache), Drückbänke zum Drücken von Deckeln und anderem Kleinzeug, von Hand bediente Revolver-

¹⁾ Die British Westinghouse Co. hat eine Drehbank für 14 m Spitzenabstand, die etwa 130000 kg wiegt.

bänke (Turret lathes), z. B. zur Bearbeitung der Lagerschalen, automatische Revolverbänke für Schrauben, Bolzen, Räder etc. (Fig. 81 zur gleichzeitigen Herstellung von vier Schrauben). Bei den automatischen Schraubenschneidbänken wird das Material selbsttätig zugeführt und festgelegt, ein Zylinder mit Anschlägen und Aussparungen bewirkt das Ansetzen verschiedener Stähle in bestimmter Reihenfolge, das Einleiten und Abschliessen der Arbeitsprozesse, sowie den Vorschub. Zu den Drehbänken gehört in der Regel eine Reihe Zubehör, wie Planscheiben, Reitstock, Lunetten, Futter, Wechselräder, Supporte zum kuglig-, konisch-, oval- und balligdrehen, Revolversupporte etc. Ferner sind anzuführen: kleinere Drehwerke oder Karusselldrehbänke (Fig. 63), Fräsmaschinen, Bohrmaschinen (Fig. 82), ein- und mehrfache Shapingmaschinen mit beschleunigtem Rücklauf, Zentrier- und Abstechbänke (Fig. 83), Keil-

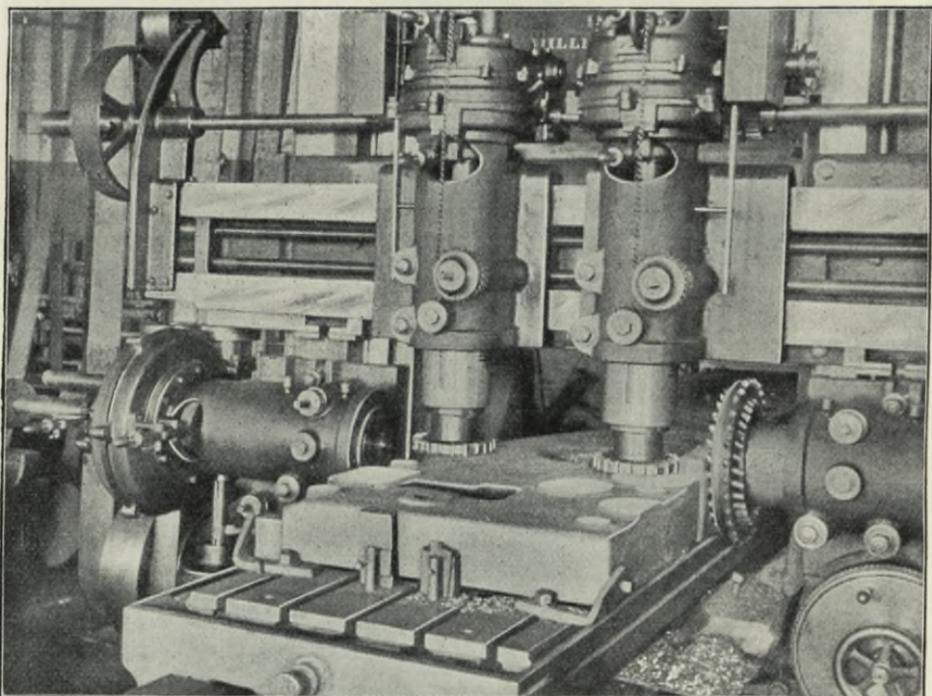


Fig. 74. Ingersoll-Fräsmaschine.

nuten- und Schmiernutzenziehmaschinen (Fig. 84), Polier- und Putzbänke, Schleifsteine, Schleifbänke (Fig. 85 u. 86) zum Abschleifen der Aussen- und Innenseite von Zylindern auf Drehbänken sowie von ebenen Stücken auf Hobelbänken. An Schleifmaschinen und Polierbänken sind Absaugrohre anzubringen, um den beim Trockenschleifen entstehenden Staub zu entfernen (Fig. 34). Für Schmirgelräder sind Festigkeitsprüfatteste zu verlangen.

Mit mehreren gleichzeitig wirkenden Arbeitsstählen¹⁾ werden gebaut: die meisten Drehwerke (Fig. 61), vertikale (Fig. 88) und horizontale Bohrmaschinen²⁾ (erstere oft mit über 20 Spindeln), Lochmaschinen und Fräsmaschinen (z. B. mit zwei horizontalen und zwei vertikalen Fräsern (Fig. 74 sowie Fig. 87), Sägen, Hobel-

¹⁾ Siehe Cassiers Magazine, November 1902.

²⁾ Z. B. 8fache Lagerschalenbohrmaschinen.

maschinen, Revolverdrehbänke, Plan- und Spitzdrehbänke mit zwei und mehr Supports, d. h. mit mehreren Stählen oder zwei und mehr Spindeln (Fig. 89 zum gleichzeitigen Ausbohren des Gehäuses und der Vorgelegewelle von Strassenbahn- und Kranmotoren), Bohrwerke (Fig. 90). Es gibt auch mehrfache Werkzeugmaschinen,

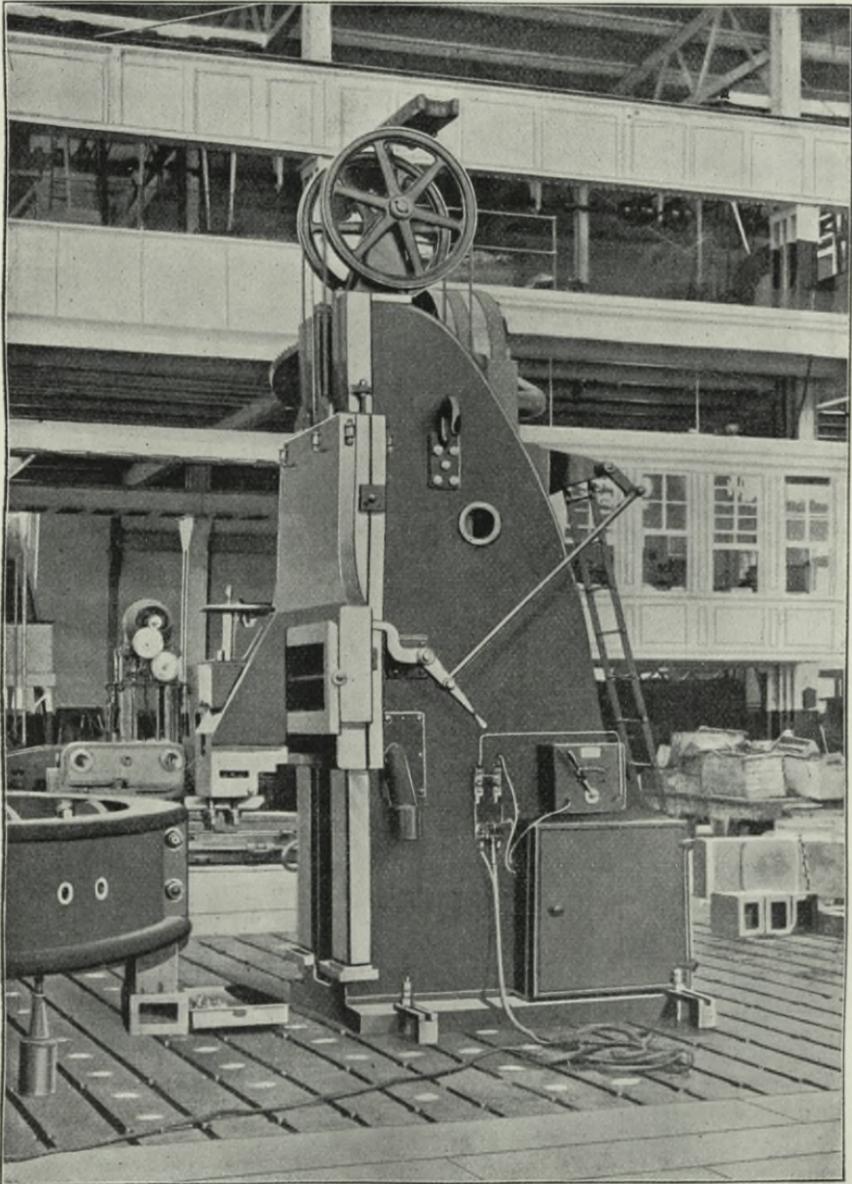


Fig. 75. General Electric Co. N.-Y.

die gleichzeitig hobeln, fräsen und sägen. Die jeweilige Formgebung der Maschine hängt von den speziellen in Masse zu fabrizierenden Arbeitsstücken ab. Besonders mehrfache Bohrmaschinen lassen sich in unzähligen Formen anordnen, z. B. auch mit einem Revolverkopf.

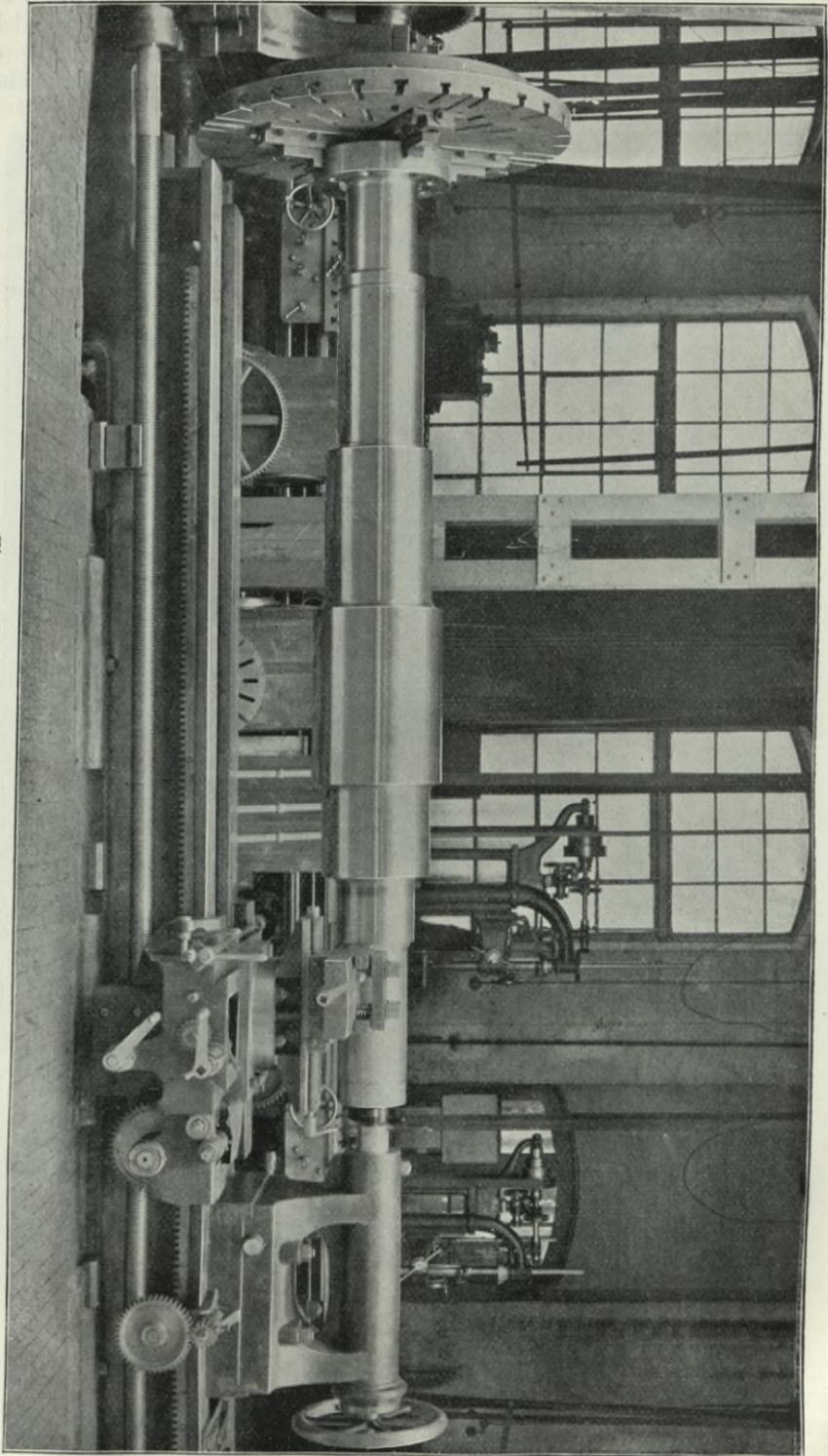


Fig. 76. Wellendrehbank von Schnekert.

Es gibt Fälle, wo es zweckmässig oder notwendig werden kann, rotierende Teile in ihren eigenen Lagern ohne Zuhilfenahme von Werkzeugmaschinen abzu-

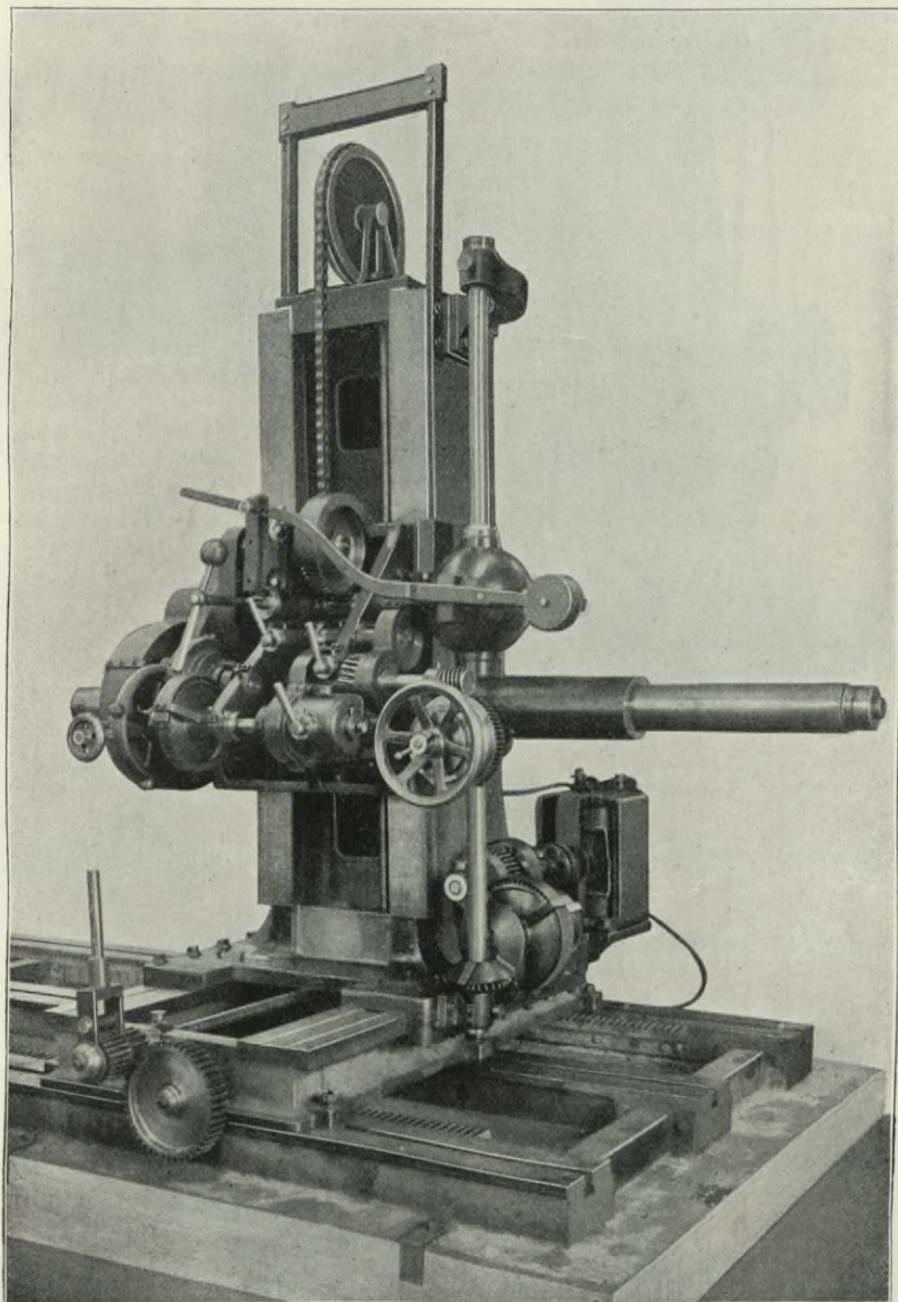


Fig. 77. Düsseldorfer Werkzeugmaschinenfabrik Habersang & Zinzen.

drehen. Eine solche Anordnung zum Bearbeiten eines Motorgenerators der Oesterreichischen Schuckertwerke zeigt Fig. 91, wobei das Arbeitsstück vermittels Riemen elektrisch angetrieben wird.

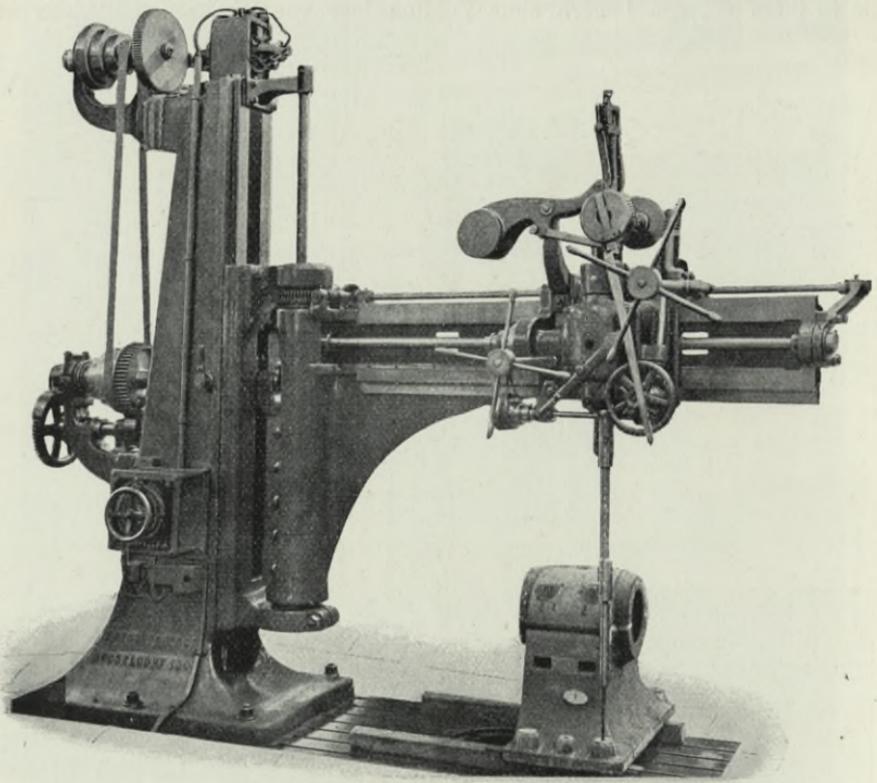


Fig. 78.

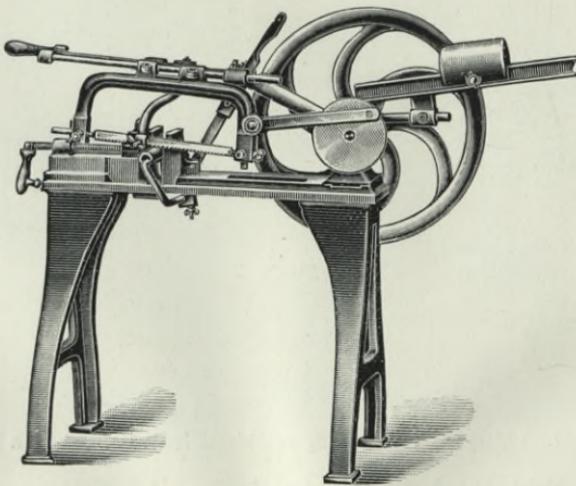


Fig. 79.

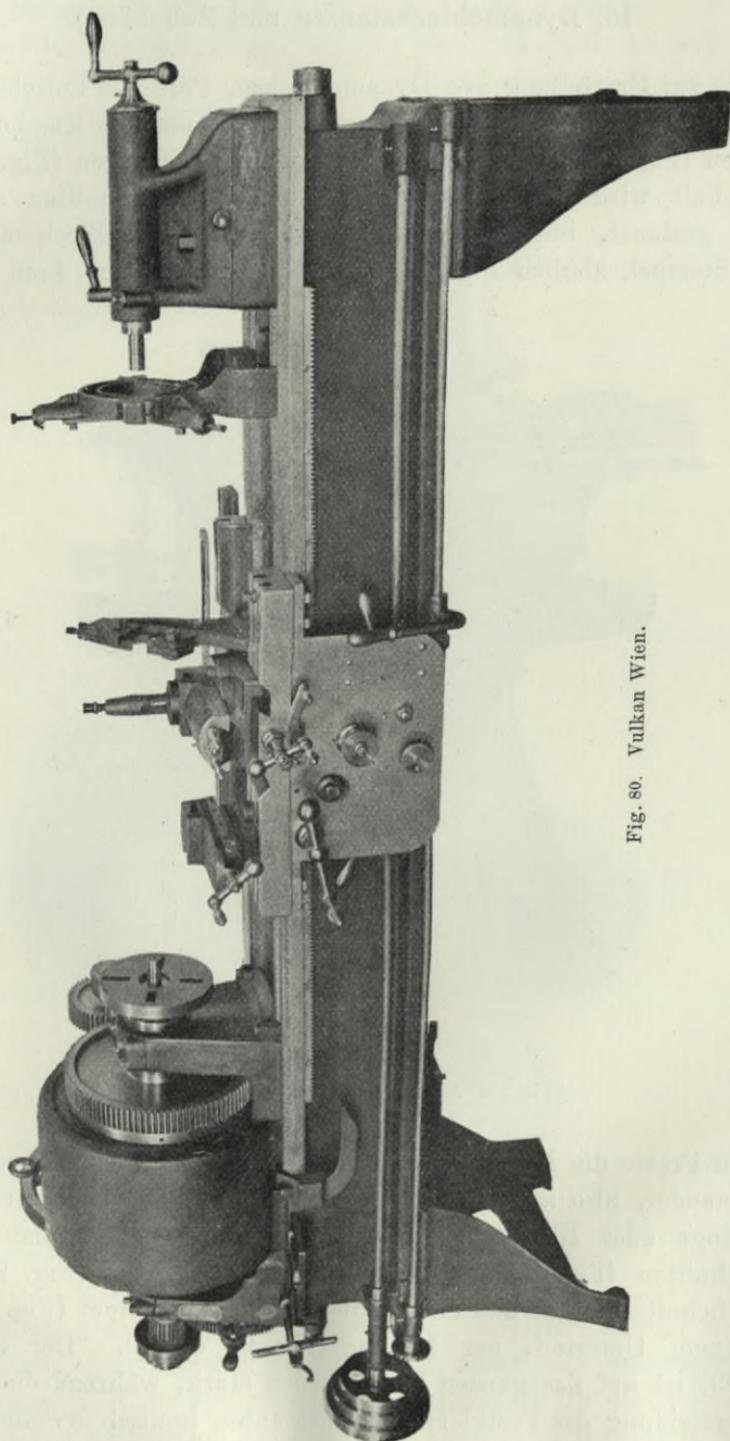


Fig. 80. Vulkan Wien.

10. Dynamoblechstanzen und Zubehör ¹⁾.

Die zur Herstellung von Dynamoblechen, Pol- und Polschuhblechen benützten Pressen arbeiten entweder mit Komplett(Kombinations-)schnitten (Fig. 92 bis 97) oder aber mit Einzelschnitten (Fig. 98); im ersten Fall wird das ganze Blech mit allen Einschnitten auf einen Schlag gestanzt, im zweiten Fall werden erst die Blechumrisse mit einem Stempel, ähnlich Fig. 95, aber ohne Nuten, und dann auf einer

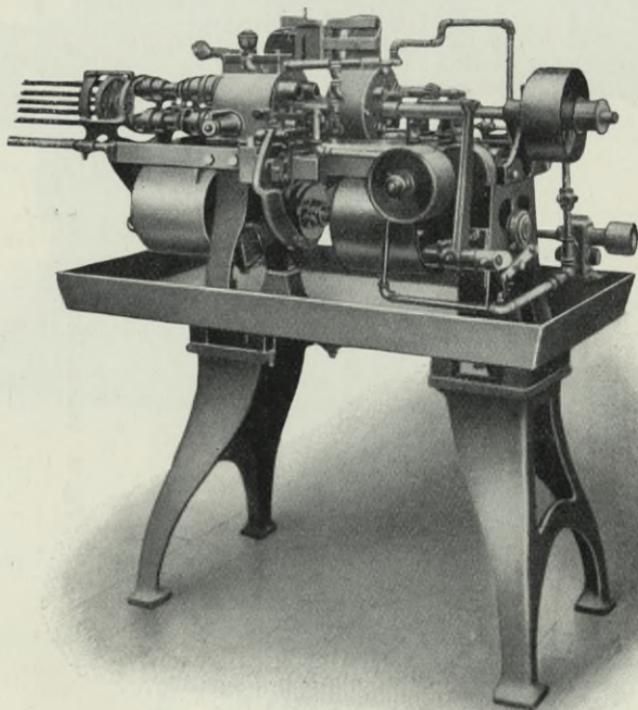


Fig. 81. Automatische Acme-Revoilverbank.

anderen Presse die Nuten einzeln mit einem Einzelstempel nach Fig. 98 nacheinander, also in 2 Prozessen hergestellt. Je nachdem es sich um Blechringe oder Blechsegmente handelt, unterscheidet man zwischen Ringschnitten (Fig. 92 u. 93) und Segmentschnitten (Fig. 95 u. 96). Jeder Schnitt besteht aus einem Oberteil, dem Stempel (Fig. 92 u. 95) und einem Unterteil, der Matrize (Fig. 93 u. 96). Der Stempel A (Fig. 99) ist auf der ganzen Länge gleich stark, während die Matrize B zur Vermeidung des Festklemmens nach unten konisch erweitert und um

¹⁾ Siehe Z. V. D. I. 1903, S. 77, Frucht.

$\frac{1}{8}$ der Blechdicke grösser gehalten wird. Bei französischen Schnitten wird der Stempel A (Fig. 99) durch eine Platte C geführt; das ist bei den deutschen Schnitten (Fig. 93 u. 96) nicht der Fall, wo zwei Bolzen

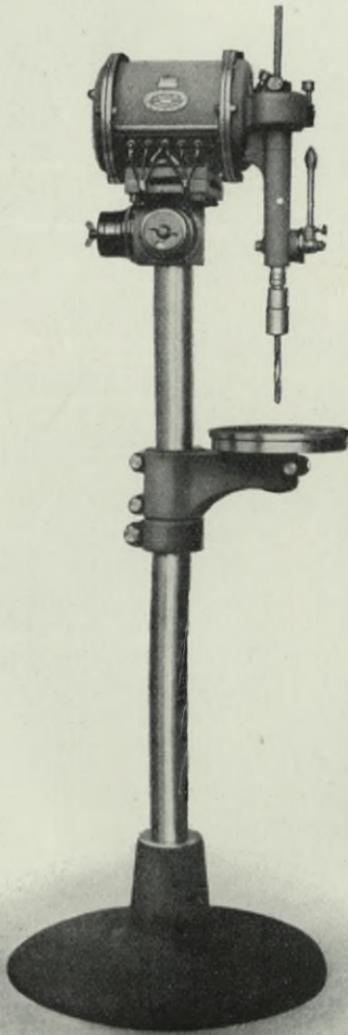


Fig. 82. Wüst-Seebach.

für die Führung sorgen. Zur Erleichterung der Herstellung und Austauschbarkeit der Schnitte werden diese meist aus mehreren Teilen zusammengesetzt, z. B. aus einzelnen Stahlschienen für die Blechumrisse und besonderen zahlreichen Einsätzen zum Ausstanzen der Nuten, wodurch ein auswechselbarer Komplettschnitt entsteht. Die Leistung der Einzel-

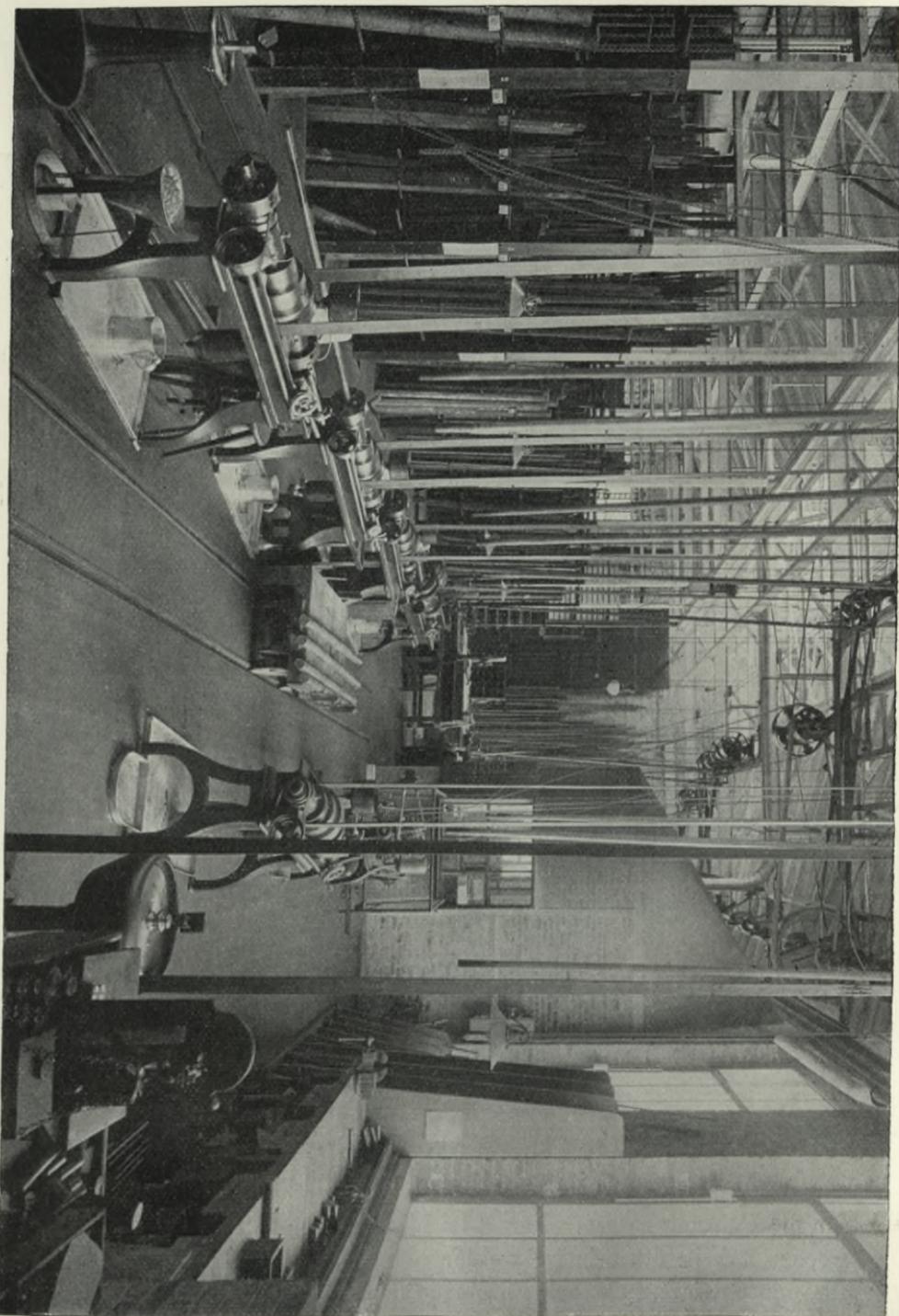


Fig. 83. Ludwig Löwe.

schnitte wird wohl auch dadurch erhöht, dass man zwei bis fünf Nuten zumal ausstanzen lässt. Einzelschnitte für offene Nuten lassen sich da-

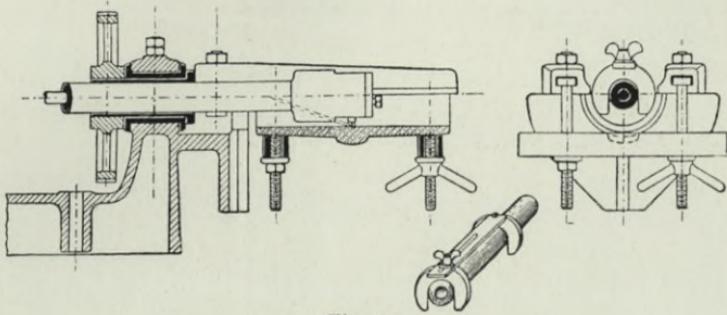


Fig. 84.

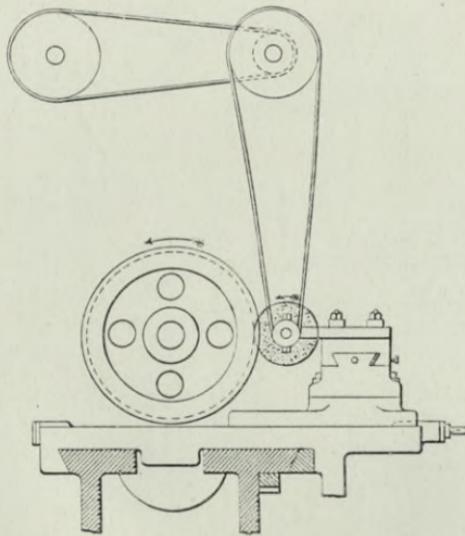


Fig. 85.

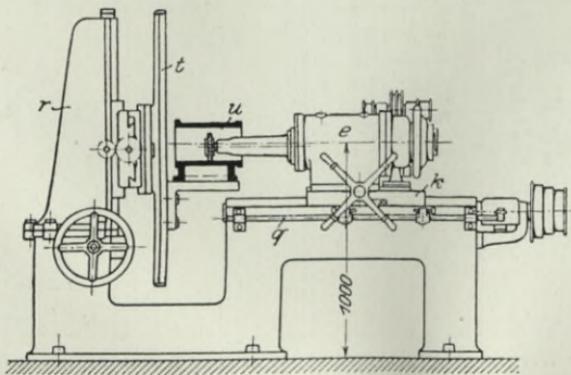


Fig. 86.

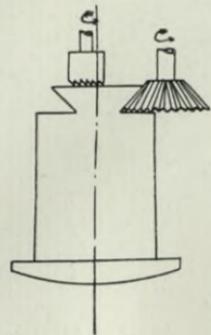


Fig. 87.

durch für beliebige Nuttiefe verwenden, dass man den Schnitt mehr oder weniger nahe an den Blechrand bringt. Bei Drehstrommotoren

stanzt man öfters alle Nuten für den Stator und Rotor in die Blechringe ein und schneidet sie dann erst nach dem Luftspalt auf. Am

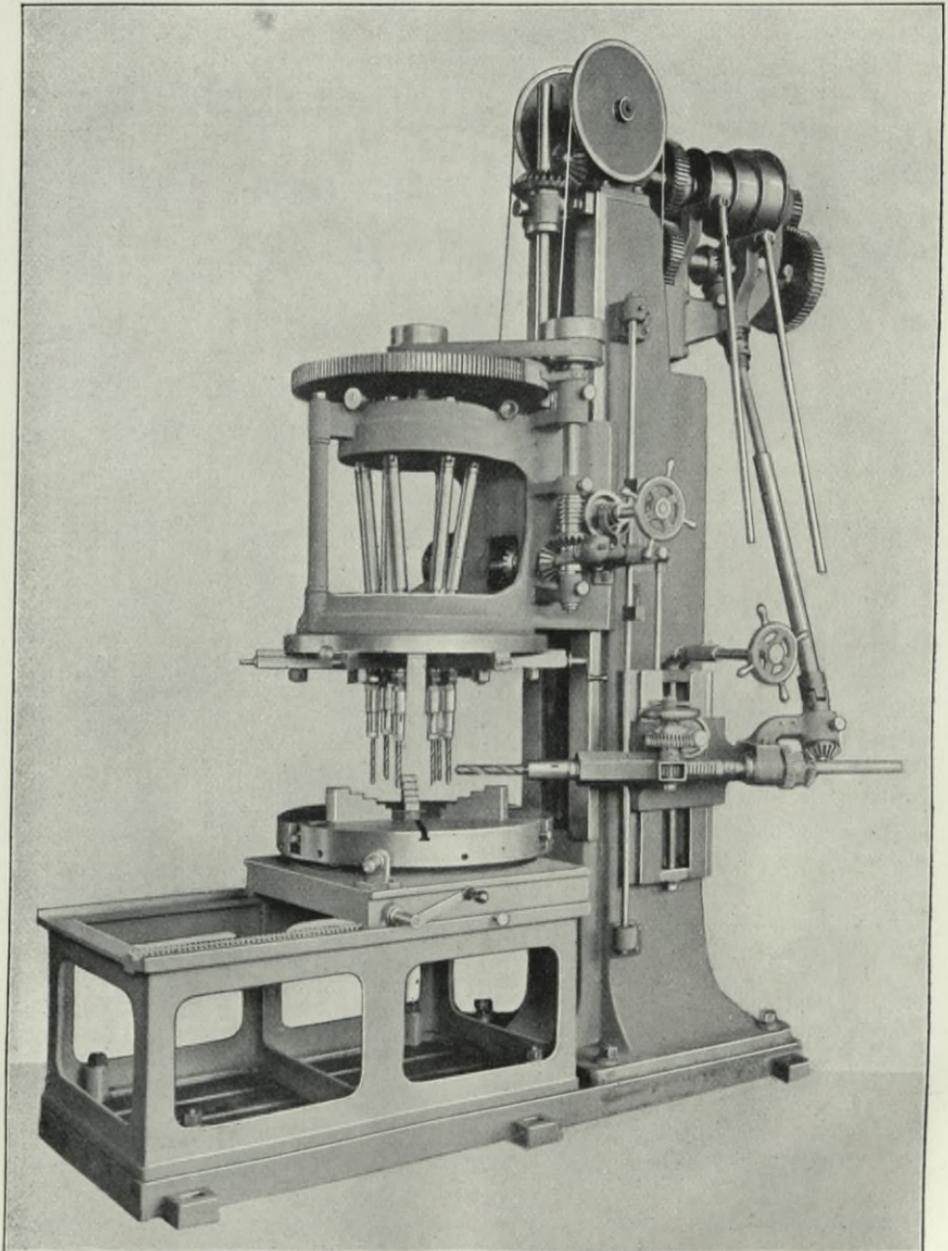


Fig. 88. Düsseldorfer Werkzeugmaschinenfabrik Habersang & Zinzen.

empfehlenswertesten ist es jedoch, mit einem Stempel nach Fig. 100 gleich die Nuten einzeln für den Stator und Rotor richtig samt Schlitz und Umfang (Zahnkrone) einzustanzen, so dass nachträglich nicht mehr

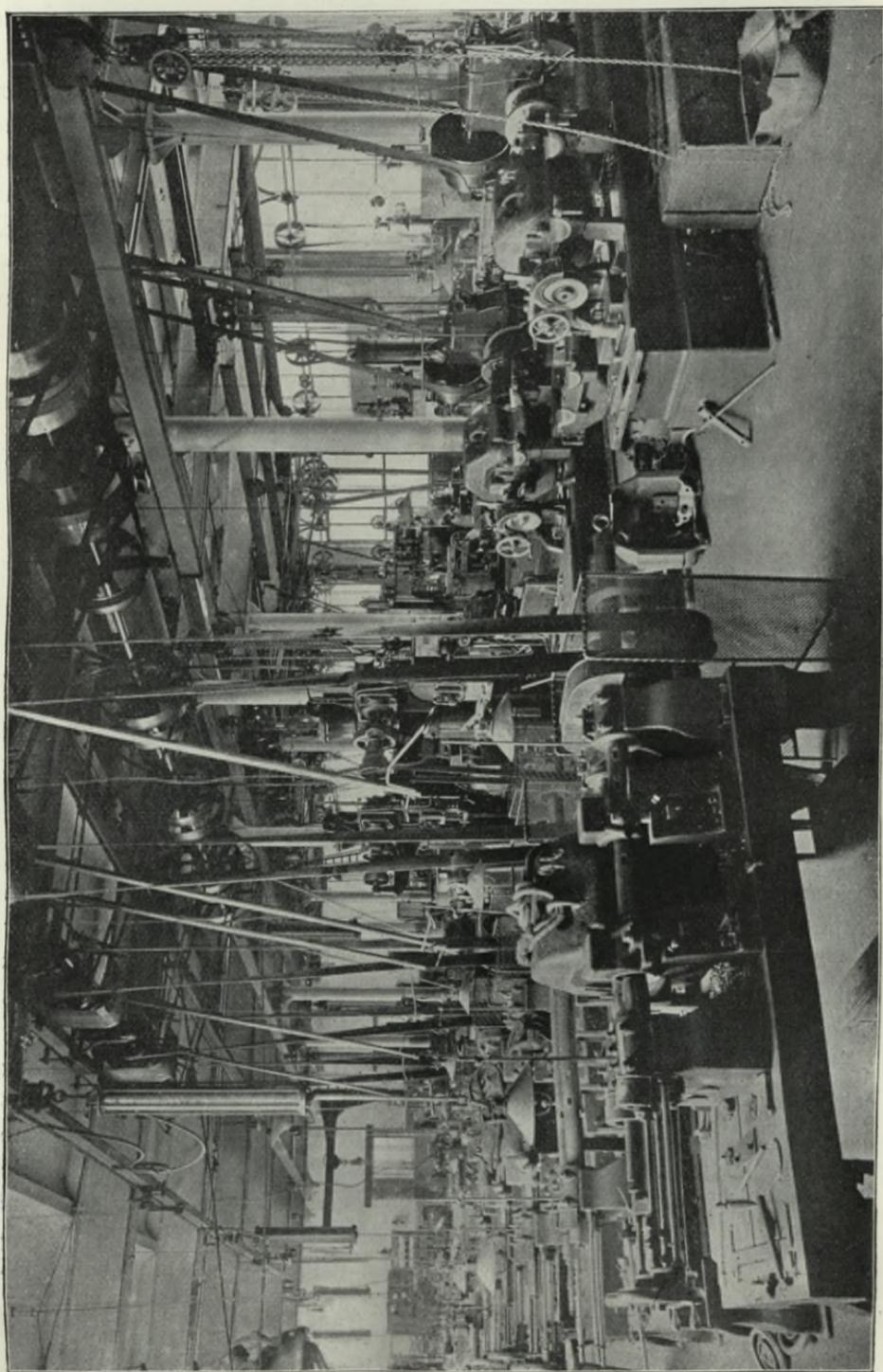


Fig. 89. Union E.-G., Berlin.

Stator und Rotor aus- oder abzdrehen und keine Schlitz einzufräsen sind. Auch der von den Zähnen abliegende Umfang wird öfters durch einen Einsatz am Einzelschnitt hergestellt. Es ist bei Wahl der Bleche darauf zu achten, dass alle Stanzabfälle für kleinere Maschinen oder Polschuhbleche rationell ausgenützt werden können. Die verwendeten Blechtafeln¹⁾ von meist 0,5 mm Stärke haben Dimensionen von 1×2 m, so dass der grösste Ringschnitt etwa 1 m Aussendurchmesser hat und die grösste Sehne des Segmentschnittes ebenfalls etwa 1 m beträgt. Grössere Blechtafeln erhält man nur gegen Ueberpreis und erhöhte Lieferzeit, überdies werden bei grösseren Abmessungen die erforderlichen

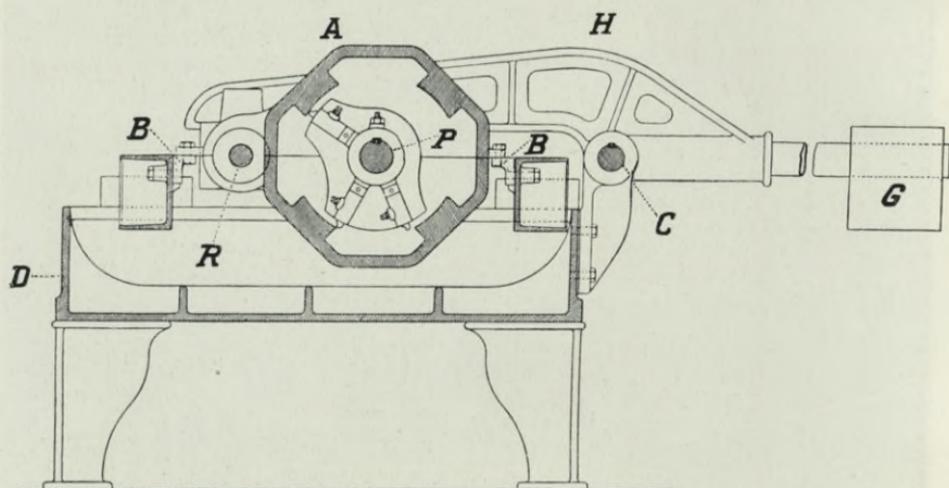


Fig. 90. Capitaine-Frankfurt.

Pressendrucke sehr gross. Ein Komplettschnitt für 1200 mm Sehne verlangt schon über 200 t Druck. Gegenüber der theoretischen Länge der Blechsegmente ist in Richtung des Umfangs ein Spielraum von etwa 0,25 mm zu lassen. Gegenüber den zusammengebauten Nutabmessungen ist der Schnitt etwa $\frac{1}{4}$ mm grösser zu fertigen.

Der Komplettschnitt gestattet eine wesentlich raschere Herstellung der Bleche als der Einzelschnitt, auch die direkten Löhne sind wesentlich niedriger und die Präzision eine bessere, aber der Preis eines Kombinationsschnitts (einige Tausend Mark) ist so hoch, dass seine Beschaffung sich erst bei der Fabrikation vieler gleicher Typen lohnt, bzw. es können umsoweniger Exemplare einer Type sein, je grösser diese ist. Auch die Pressen für Komplettschnitte sind teurer. Der Einzelschnitt, der für jede Nutform etwa 50 Mk. kostet, gestattet die

¹⁾ Bei Blechliefierungen achte man nicht allein auf magnetische Güte, sondern auch auf saubere glatte Oberfläche.

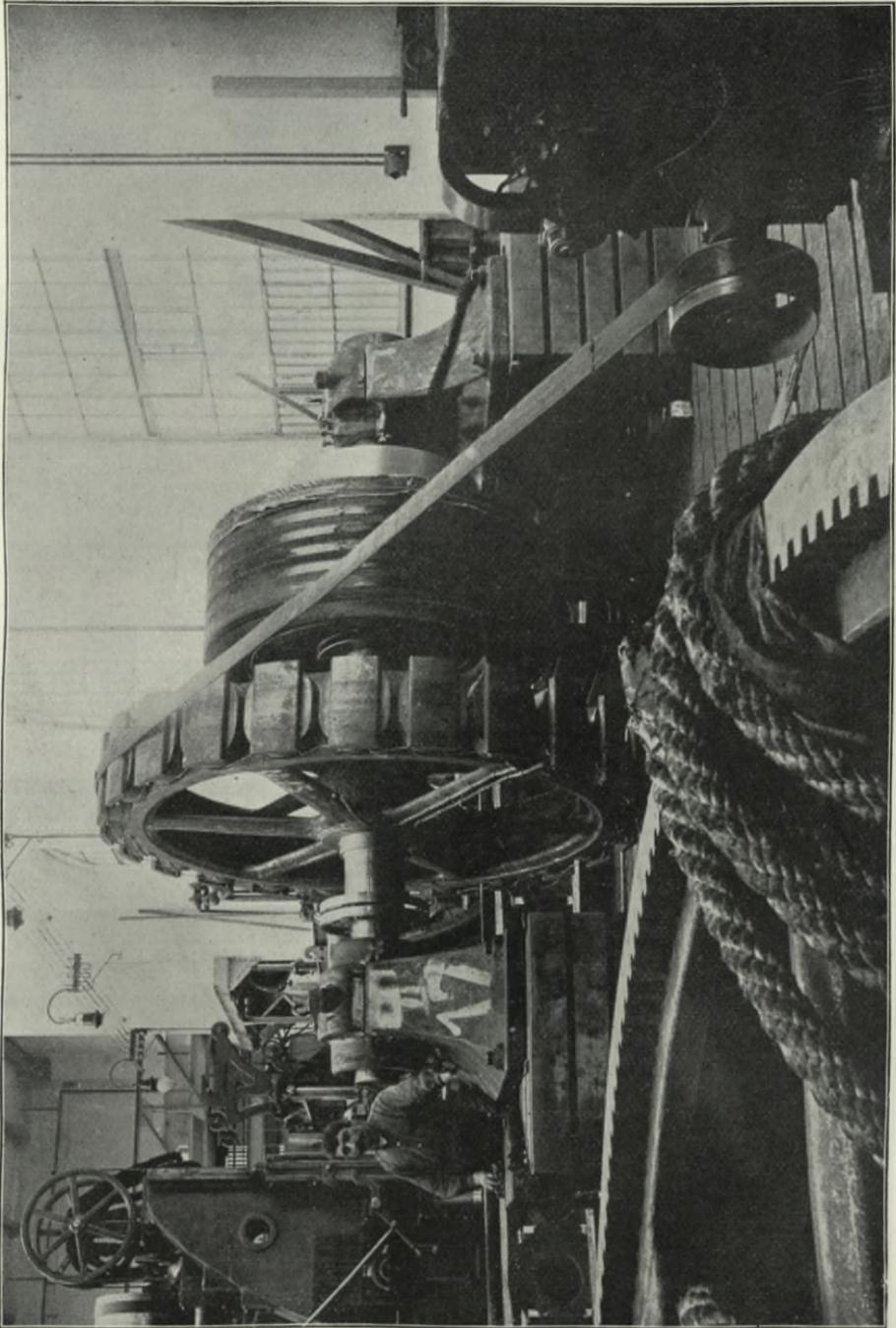


Fig. 91. Schuckert-Werke Wien.

Verwendung beliebiger Nutformen für jede Einzelausführung; bei verschiedener Nutzahl sind allerdings auch noch verschiedene Teilteller erforderlich.

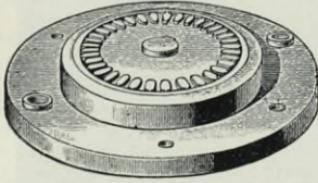


Fig. 92.

Bliss-Schnitte.

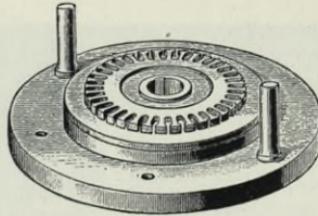


Fig. 93.

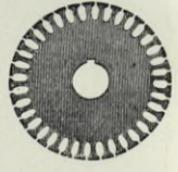


Fig. 94.

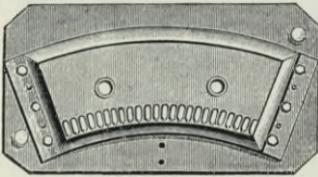


Fig. 95.

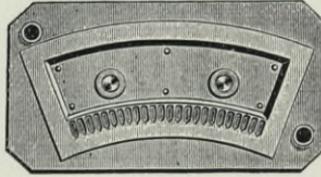


Fig. 96.

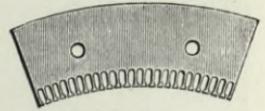


Fig. 97.

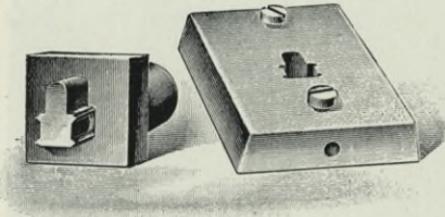


Fig. 98.

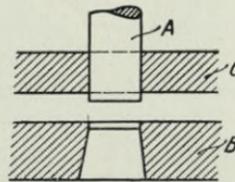


Fig. 99.

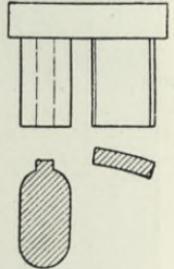


Fig. 100.

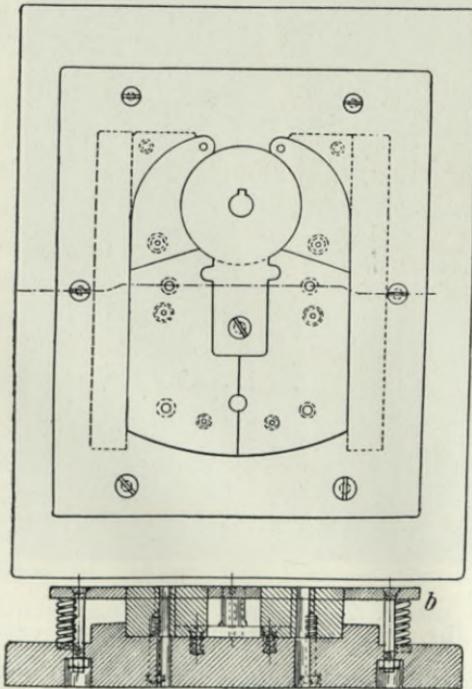


Fig. 101. Unterteil.

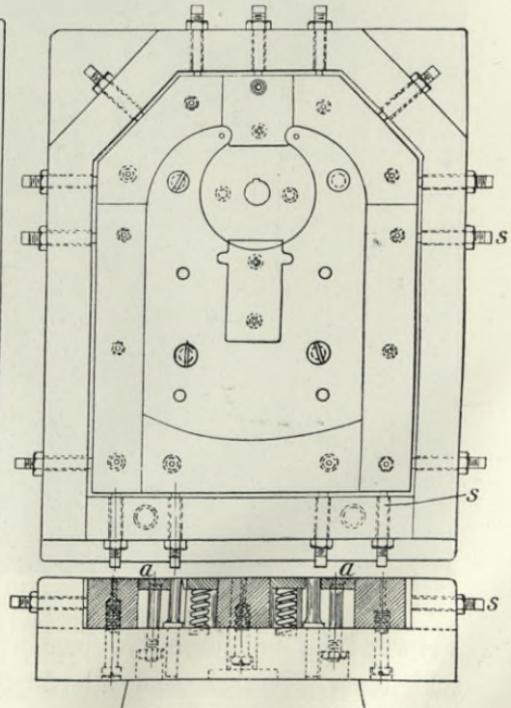


Fig. 102. Oberteil.

Ein kompletter Schnitt¹⁾ zur Herstellung von Feldblechen für kleine Gleichstrommotoren ist nach Am. Mach. 1902 in Fig. 101 bis 103 dargestellt. Fig. 103 zeigt den Blechabfall. Deutlich ersichtlich sind an diesen Abbildungen die Zusammensetzung²⁾ aus einzelnen Stücken, ferner das Einklemmen der Stempelteile in einen Rahmen vermittle der Schrauben s, schliesslich die federnden Platten a und b, welche das zu stanzende Blech während des Stanzprozesses federnd festklemmen und nachher auswerfen und damit das Zuführen und Abnehmen erleichtern. Die Auswurfsvorrichtung b hebt die Scheiben aus der Matrize, der Abstreifer a streift sie vom Stempel ab.

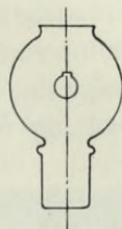


Fig. 103.

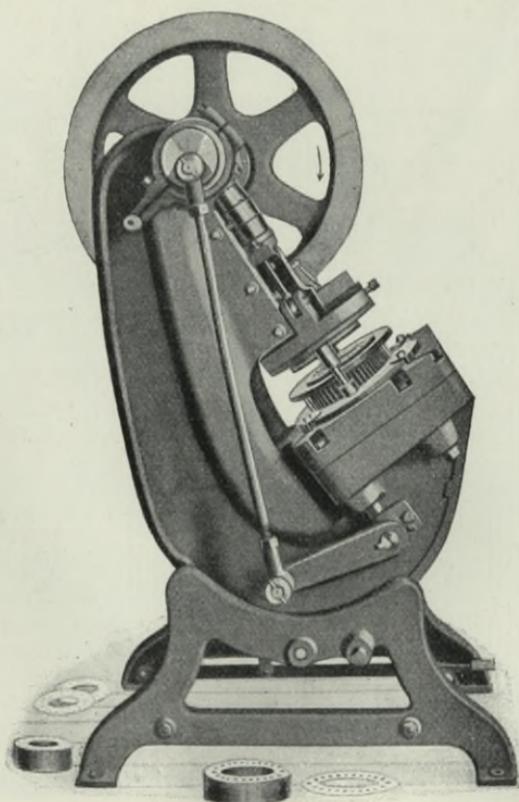


Fig. 104. Bliss-Press.

¹⁾ Einen Komplettschnitt für Ankerbleche siehe Am. Mach. 1901, S. 302; ein Segmentschnitt Am. Mach. 1904, S. 258; ein Rundschnitt Am. Mach. 1904, S. 228.

²⁾ Wirklich gute Schnitte lassen sich nicht aus einem Stück, das stets zu weich ausfällt, herstellen, sondern aus vielen einzeln gehärteten Teilen. Die zur Herstellung von Schnitten erforderlichen Werkzeugmaschinen findet man in Engineering, 1. Januar 1904; ferner beachte man eine Tischschleifmaschine für Schnitte mit magnetischer Aufspannvorrichtung in Am. Mach. 1903, 17. Oktober.

Die Pressen zur Herstellung der Bleche mit Drücken von 10 bis 500 t sind entweder Exzenter- oder Friktionsspindelpressen. Fig. 104 zeigt eine schräg stellbare Bliss-Presse mit Auswurfvorrichtung zur Herstellung von genuteten Ringen, Fig. 105 eine Kircheische Presse für

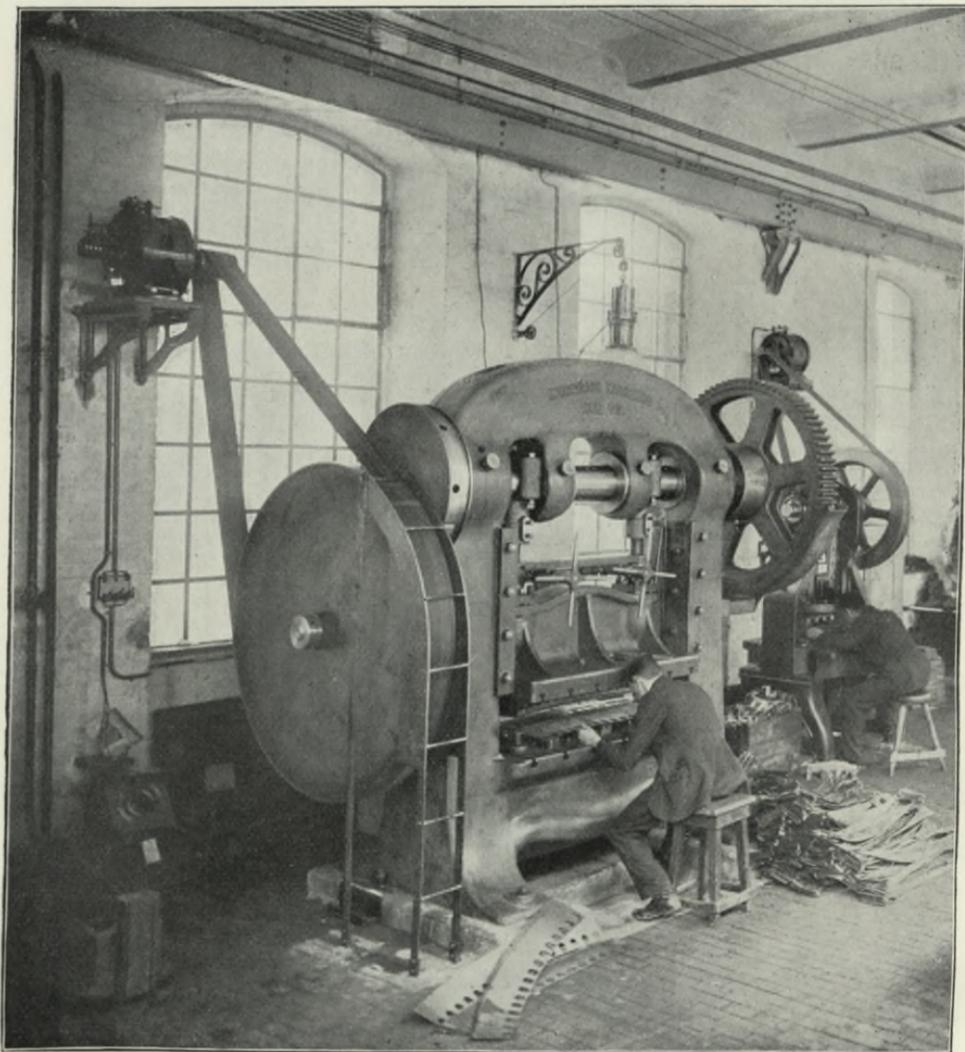


Fig. 105. Kircheis-Press.

Segmente, wie sie in den Nürnberger Werkstätten der Siemens-Schuckert-Werke verwendet wird. Zur Bearbeitung auf den Nutstanzmaschinen wird das Blech zwischen die Teller T (Fig. 106, E. Kircheis, Aue i. S.) gepresst; mit jedem Hub des Stempels i wird das Blech durch den Teilteller R um einen Zahn weitgeschoben. Nach einem Umlauf wird die Presse automatisch stillgestellt. Das Zentrum ist für

beliebige Durchmesser leicht verstellbar. Eine äusserst interessante vollständig automatisch arbeitende Nutenstanzpresse von Siemens & Halske ist in Fig. 107 abgebildet. Die ungenutzten Bleche werden von einem Hebel unter Verwendung von Druckluft auf die Presse gesetzt, genetet und ebenso wieder in fertigem Zustand aufgestapelt. — Segmente werden entweder unter Verwendung des tatsächlichen Zentrums,

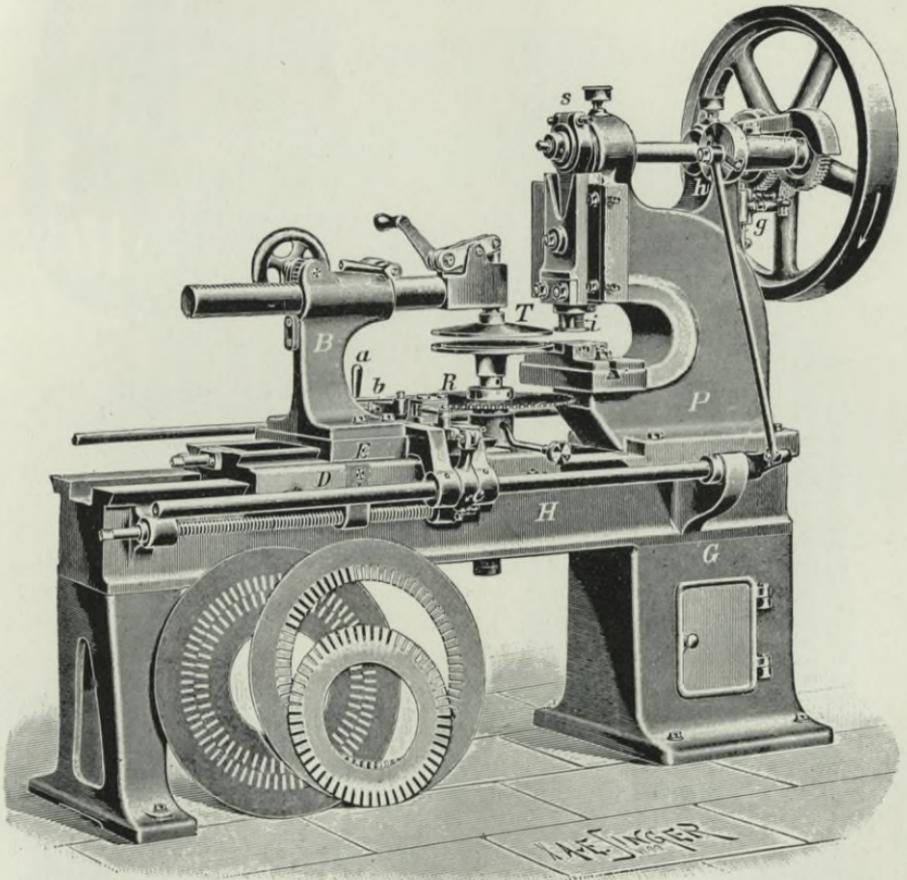


Fig. 106. Nutenstanzmaschine von Kircheis.

das verstellbar ist, als Drehpunkt ebenso wie in Fig. 106 genetet oder aber man verwendet eine Rollenführung für das Teilsegment, auf das das Blechsegment aufgeklemt oder aufgeschraubt wird (Fig. 108 von Gebrüder Scherb, Wien). Im letzten Fall wird die Länge der Presse wesentlich reduziert. Von einer Nutstanzpresse ist zu verlangen, dass mit möglichst wenig Teilscheiben alle Nutzahlen gedeckt werden können, dass die Teilscheiben keinen toten Gang haben und dass die Arbeit rasch vor sich geht, namentlich auch das Ein- und Ausspannen. Während des Stanzens bestreicht man die Bleche mit Seifenwasser. Nach dem

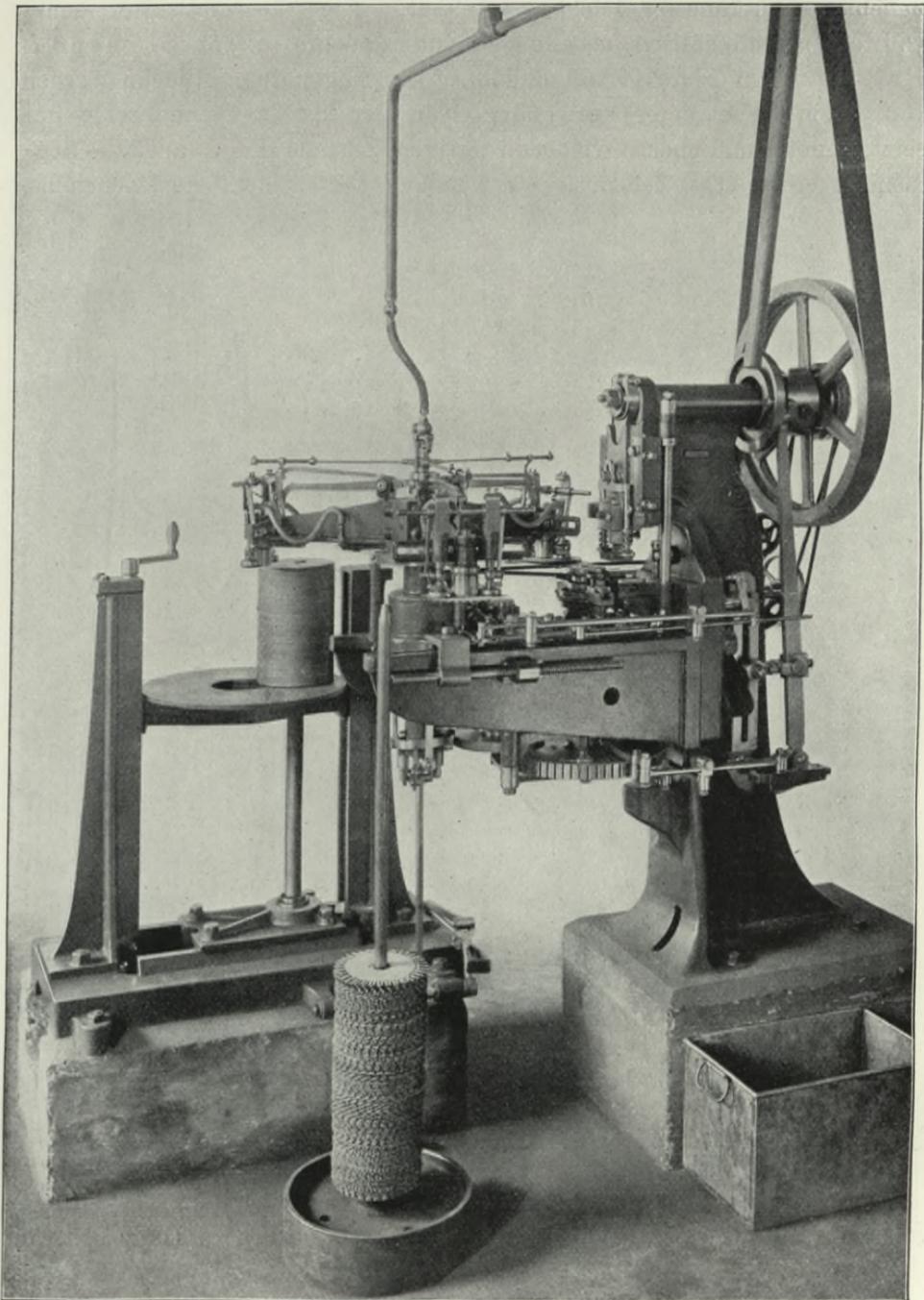


Fig. 107. Nutenstanzpresse von Siemens & Halske.

Stanzen lasse man die Bleche durch eine Walze (Fig. 109) laufen, welche den Grat wegnimmt; ausserdem entfernt man die Fettschicht durch Seifenwasser.

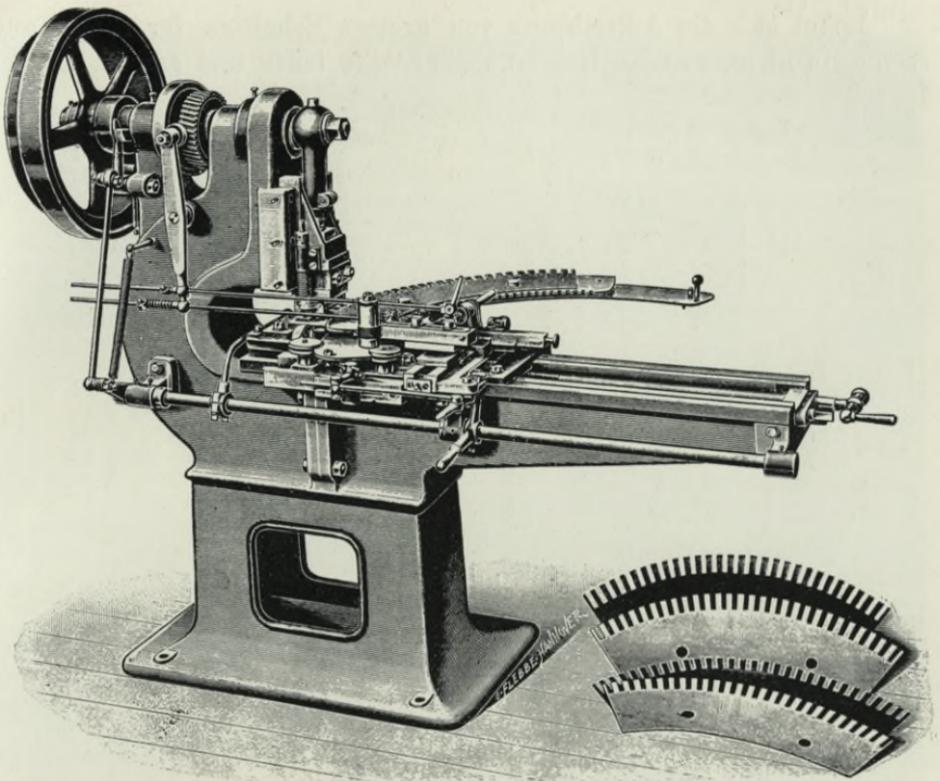


Fig. 108. Gebrüder Scherb, Wien.

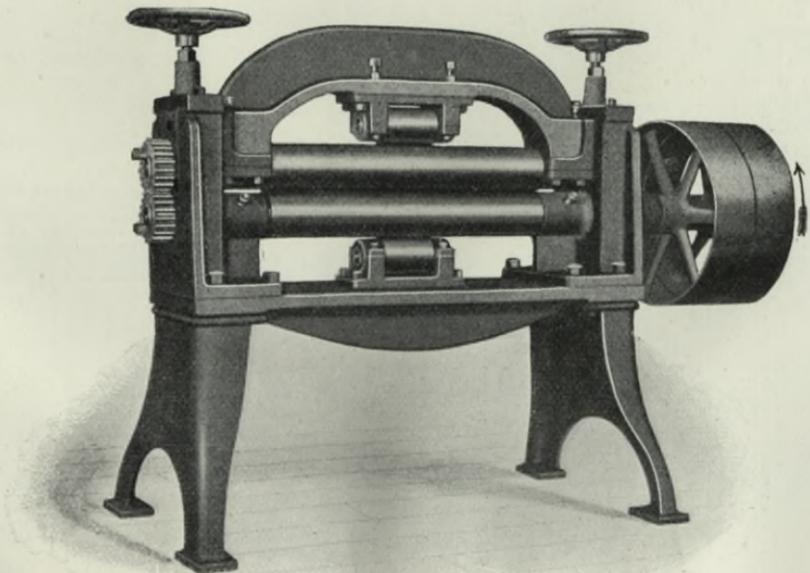


Fig. 109. Blissches Schartenwalzwerk.

Lohnt sich die Anfertigung von grossen Schnitten für Ringe und Segmente nicht, so schneidet man die Bleche innen und aussen auf der

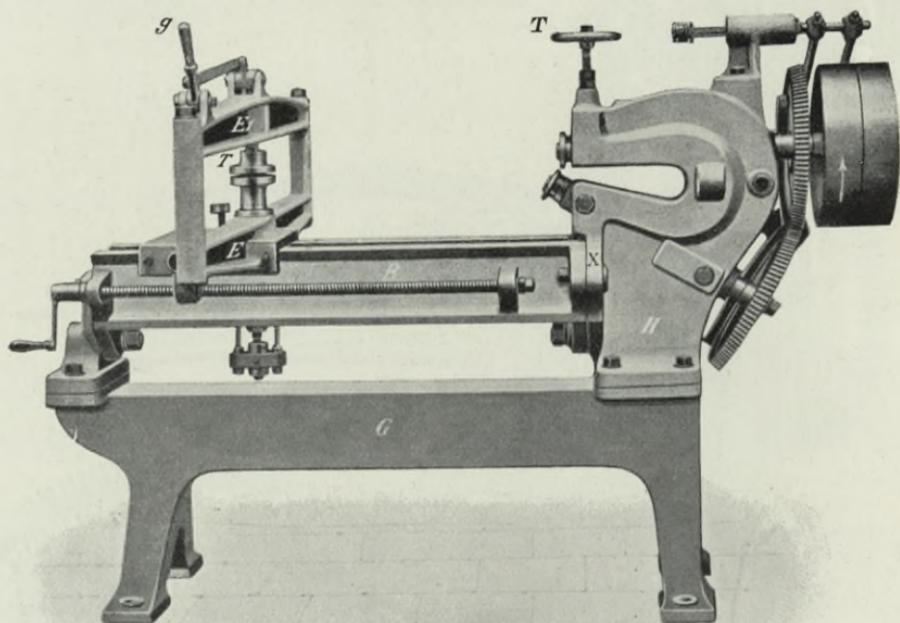


Fig. 110. Blechschere von Kircheis.

Kreisschere aus (Fig. 110 von Kircheis für Rundbleche und Fig. 111 von Bliss für Segmente) oder bei Transformatoren auf der Plan- oder

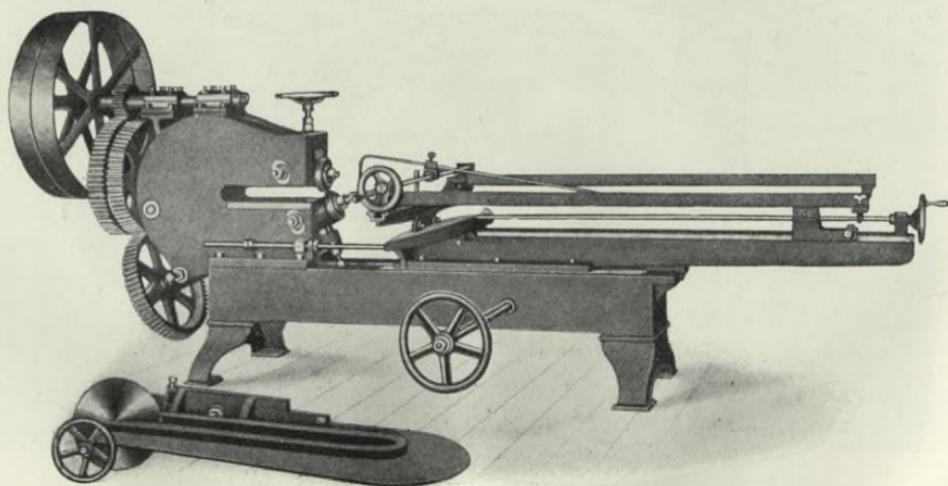


Fig. 111. Blechschere von Bliss.

Tafelschere (Fig. 112 aus den Werkstätten der Union E.-G.), um nachher die Nuten und Löcher einzustanzen oder aber nach dem Zu-

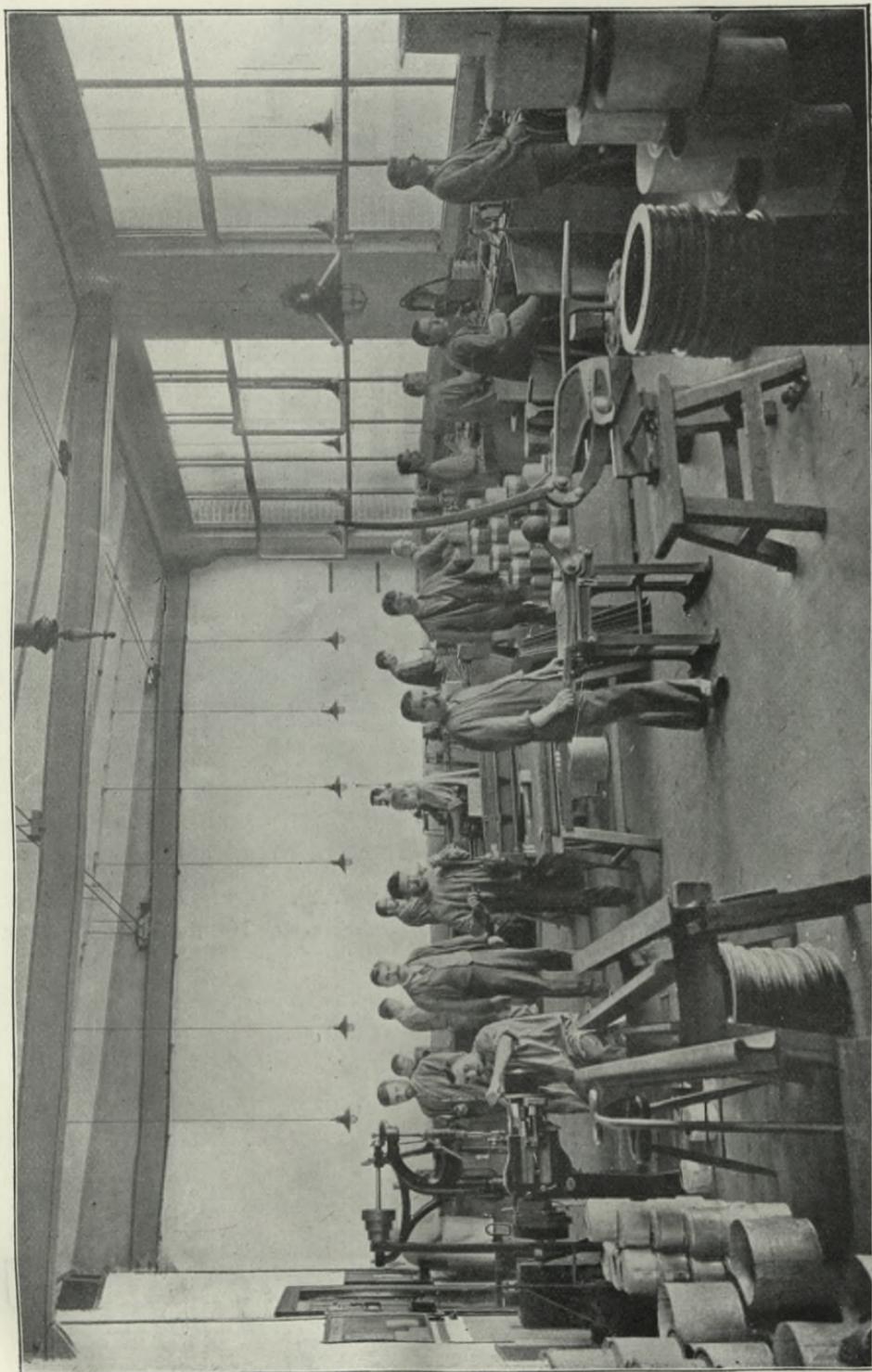


Fig. 112. Union E.-G. Berlin.

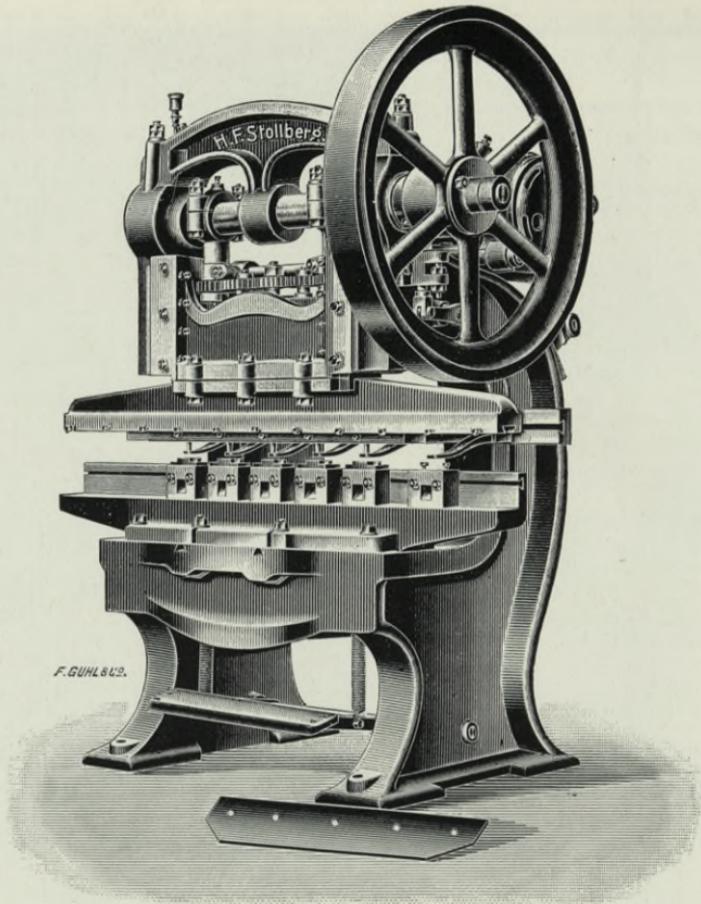


Fig. 113. Stollberg-Offenbach.

sammenbau die Nuten einzufräsen (siehe später). Das Scheren lässt aber stets an Sauberkeit zu wünschen übrig; Löcher unter 100 mm Durchmesser

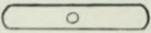


Fig. 114.



Fig. 115.



Fig. 116.

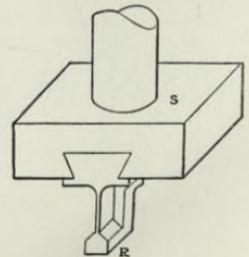


Fig. 119.

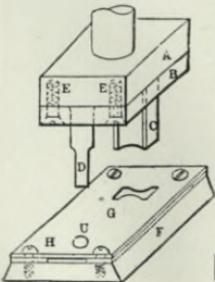


Fig. 117.

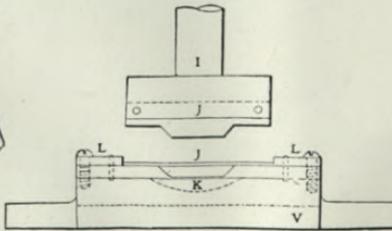


Fig. 118.

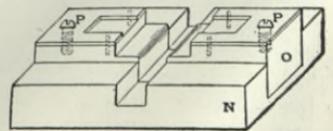


Fig. 119a.

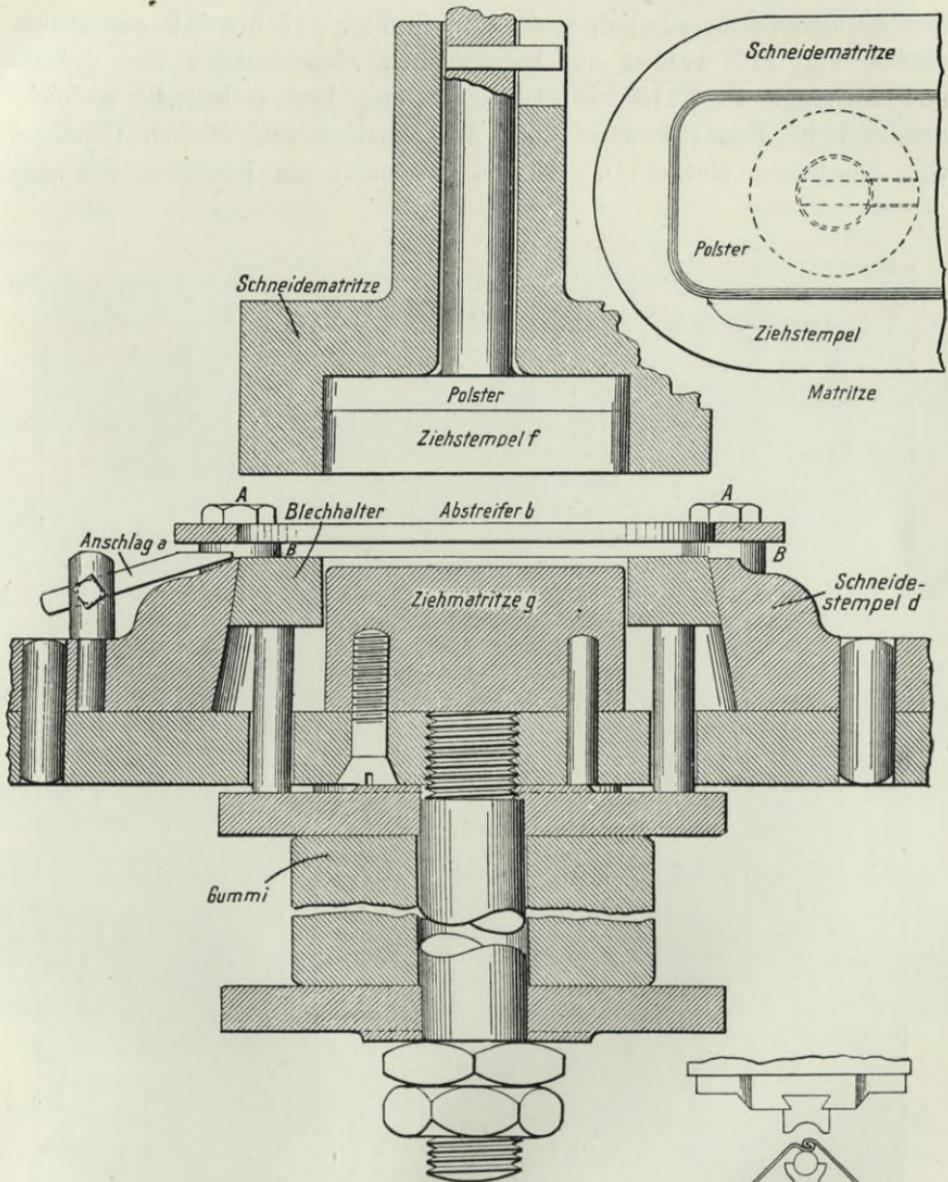


Fig. 120.

lassen sich auf der Kreisschere kaum herstellen. Einzelne Löcher, wie sie für Transformatorbleche erforderlich werden, stanzt man auf Pressen nach Fig. 113 von Stollberg-Offenbach ein. Die Zahl und Stellung der Stempel kann beliebig geändert werden.

Die verschiedenen Schnitte, welche zur Herstellung der in Fig. 114 bis 116 gezeichneten

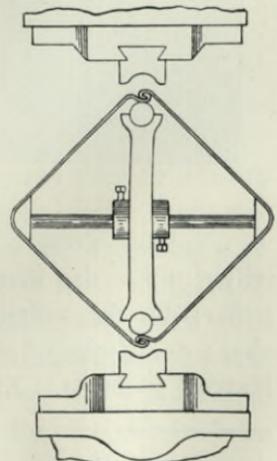


Fig. 121.

Schalterklemme erforderlich sind, sind in Fig. 117 bis 119 angegeben. Mittels Fig. 117 werden die Blechstreifen abgeschnitten und gelocht und vermittels Fig. 118 bis 119a gebogen. Der vollständig gezeichnete Schnitt Fig. 120 dient zum Ausschneiden und Ziehen (Pressen) von länglichen Deckeln¹⁾. Es ist besonders zu beachten der An-

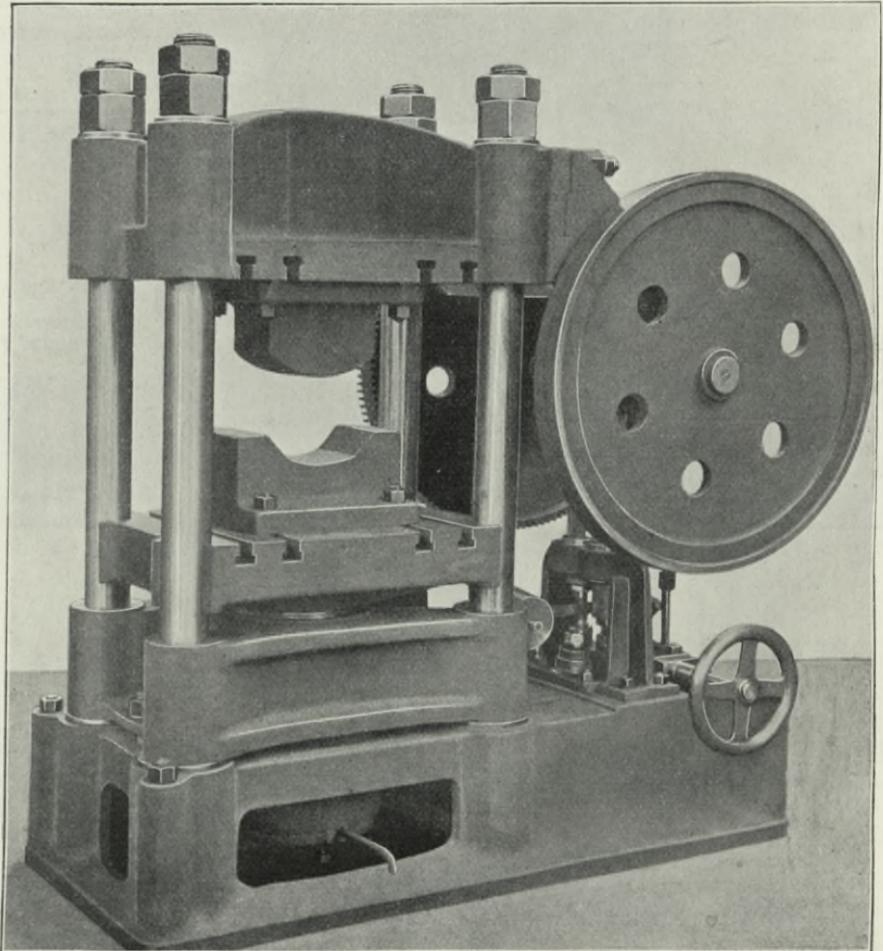


Fig. 122. Breuer, Schumacher & Co.

schlag a für das einzuschiebende Blech, der Abstreifer b, der Gummipuffer; der Schneidestempel d liegt unten, die zugehörige Schneidematrize oben; der Zieh- oder Pressstempel f ist am Oberteil, die entsprechende Matrize g unten. Eine weitere Pressarbeit, wie sie bei der Herstellung

¹⁾ Am. Mach. August 1902.

von Gehäusen für Transformatoren, Anlasser u. a. zur Verbindung von Blechen notwendig wird, zeigt die Fig. 121.

Zum Pressen von Polschuhen hat die Kalker Werkzeugmaschinenfabrik Breuer, Schumacher & Co. die äusserst kräftige Maschine Fig. 122 gebaut.

Anker, Kommutatoren, Riemscheiben u. a. werden entweder durch Handspindelpressen oder meist vermittels hydraulischer Pressen nach Fig. 123 auf ihre Welle oft unter einem Druck von 100 und mehr Tonnen aufgepresst. Die zugehörige Druckpumpe wird zweckmässig elektrisch betrieben.

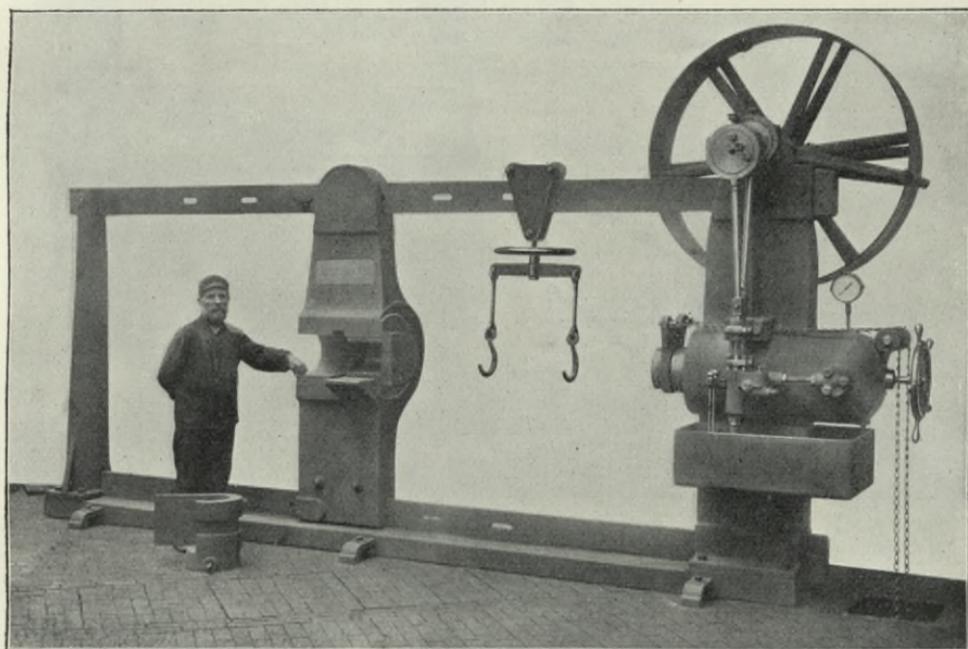


Fig. 123. Deutsche Niles-Werke.

Bis 100 mm Wellendurchmesser benützt man etwa $p = 10$ bis 30 t Druck und hält die Bohrung um $\delta = 0,02$ mm schwächer als den Wellendurchmesser; bis 300 mm Durchmesser ist $p = 20$ bis 90 t, $\delta = 0,05$ mm; darüber $p = 50$ bis 300 t und $\delta = 0,1$ mm. Das Aufpressen muss in einem Zug geschehen und die Welle muss auf derjenigen Seite, von der aus aufgepresst wird, schwach konisch zulaufen, um die Presslänge zu vermindern. Die Achse der Anker- und Kommutatorpressen kann auch vertikal stehen (Fig. 124); solche Pressen verwendet man auch zum satten Zusammenpressen aufgeschichteter Anker-, Transformatoren- und Pol- oder Polschuhbleche. Formpressen sind ferner bei der Herstellung vieler in warmem plastischem Zustand verarbeiteter Isolationsstücke (Glimmerhülsen und viele Teile von Schaltern, Klemmern etc.) erforderlich.

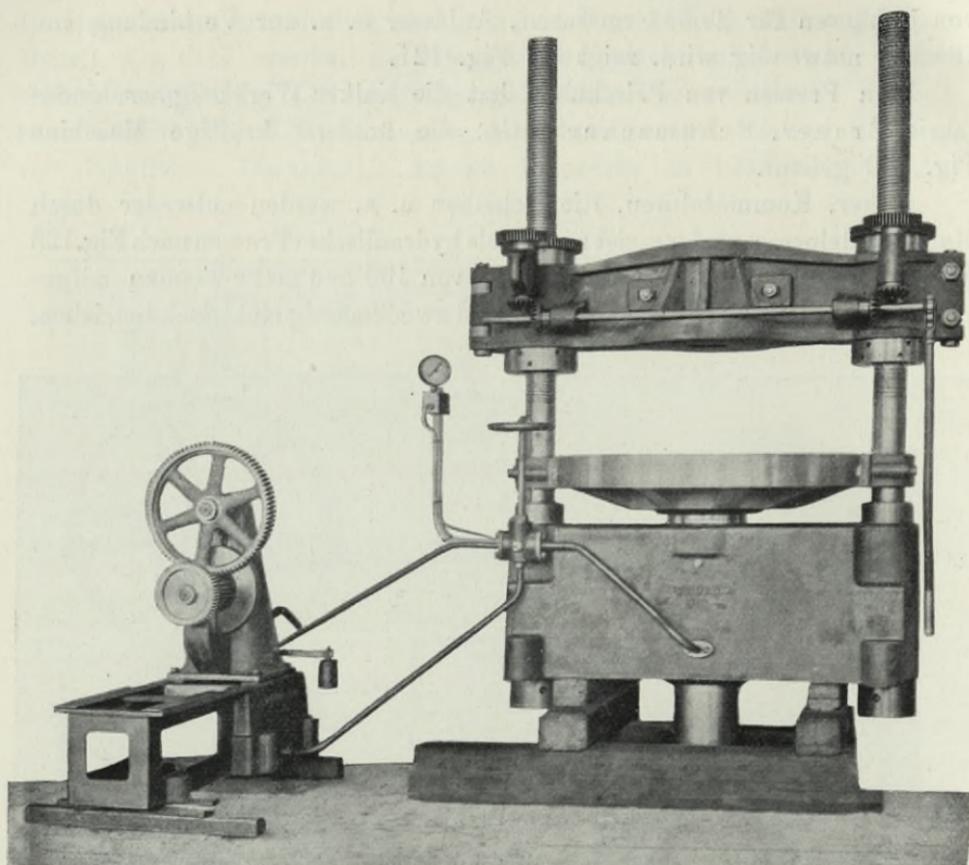


Fig. 124. Breuer, Schumacher & Co.

Zur Herstellung von konischem Kommutatorkupfer, von bestimmtem Profileisen, z. B. schwalbenschwanzförmigem Keileisen, empfiehlt sich die Aufstellung von Ziehpressen.

11. Antrieb der Werkzeugmaschinen.

Für den Antrieb aller Werkzeugmaschinen ist nach dem heutigen Stand der Elektrotechnik nur elektrischer Antrieb und Zentralisation der Krafterzeugung zu empfehlen. Alle Maschinen, die mehr als 2 bis 5 PS absorbieren, sollten jedenfalls Einzelantrieb erhalten, in vielen Fällen dürfte sogar die allgemeine Durchführung des elektrischen Einzelantriebs¹⁾ das Vorteilhaftere sein, wobei Motoren von $\frac{1}{4}$ bis 50 PS in

¹⁾ Siehe Lasche, Z. V. D. I. 1899. In einer einzigen Fabrik können viele Hunderte Antriebsmotoren notwendig werden. Ein äusserst wertvoller Aufsatz über

Frage kommen und pro 100 qm Bodenfläche je nachdem 4 bis 16 PS zu rechnen sind¹⁾. Man vermeidet mit dem elektrischen Antrieb alle verdunkelnden und beengenden Deckenvorgelege und deren Leerverluste. Der Betrieb einer Werkzeugmaschine ist dann unabhängig von allen anderen. Es erfolgt das Abstellen viel rascher und es sind auch weniger Unglücksfälle zu befürchten als bei verworrenen Transmissionen.

Die Tourenzahl kann durch Beeinflussung des Motors dem Arbeitsstück entsprechend auf die günstigste Arbeitsgeschwindigkeit eingestellt werden, oder allgemeiner gesagt, es wird nicht allein die Wirtschaftlichkeit, sondern auch die Leistungsfähigkeit erhöht.

Die direkte Anpassungsfähigkeit der Tourenzahl gilt allerdings im wesentlichen nur für Gleichstrommotoren — es handelt sich dabei meist um Nebenschlussmotoren —, deren Tourenzahl durch Feldschwächung praktisch gewöhnlich im Verhältnis 1:2 bis 1:4 oder durch Verwendung von Doppelkommutatormotoren oder eines Drei- oder Mehrleiternetzes (Fig. 125) in weiten Grenzen geändert wird. Letzteres System, das nach Fig. 125 z. B. durch einfaches Umschalten die Tourenzahlen 200, 400, 600, 800, 1000 und 1200 zulässt, wird in Amerika viel benützt (Bullock Co.). Man verwendet auch Motoren mit verstellbarem Luftspalt. Für Drehstrom kommt ausser der sehr unwirtschaftlichen Regulierung durch Rotorwiderstand nur die Polumschaltung in Frage, die besonders von Oerlikon und Wüst, allerdings in verschiedenartiger Weise, für diesen Zweck mit Recht gepflegt wird. Einen einwandfreien (Dreh- oder) Wechselstrommotor mit variabler Tourenzahl dürfte erst der kompensierte Kommutatormotor abgeben, der aber für Fabrikbetriebe keine nennenswerten Vorteile vor dem Gleichstrommotor hat. Ist man gezwungen, bei Gleichstrom einen Nebenschlussmotor zu verwenden, so ist trotzdem in der Regel eine zusätzliche Lage einer Serienwicklung für das bessere Anziehen vorteilhaft. Diese Wicklung kann erforderlichenfalls mit dem Anlasser abgetrennt oder kurzgeschlossen werden. Die Anlasser sollten widerstandsfähig und genügend geschützt, sowie leicht zugänglich und sicher zu bedienen sein. Hauptschalter, Umschalter, Anlasser und Feldregler sollten für den ungeübten Arbeiter unbedingt zwangsläufig mit-

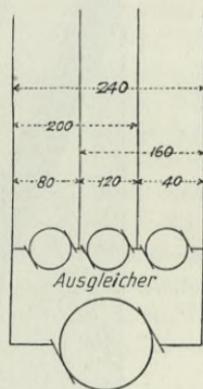


Fig. 125.

elektrische Kraftverteilung in Werkstätten ist im Journal Inst. El. Eng. London, Vol. 32, 1903, Nr. 163 von Williamson niedergelegt, wo für zahlreiche Arbeitsmaschinen und Krane der Stromverbrauch angegeben ist.

¹⁾ Pro installierter Motor-PS braucht man nur mit einem mittleren Wattverbrauch von 100—500, im Mittel mit 400 zu rechnen.

einander verbunden sein, da sonst der Arbeiter, der den inneren Zusammenhang der Schaltung nicht einsieht, verhängnisvolle Fehlgriffe begeht. Am besten dürfte für Reversiermotoren und häufig zu schaltende Typen die Kontrollieranordnung sein. An grossen Arbeitsmaschinen sieht man wohl auch nach Art der Laufkrane 2 und 3 Motoren vor, z. B. an einem Drehwerk einen Drehmotor für die Rotation des Tisches, einen zweiten zum Heben und Senken der Querschienen und den dritten

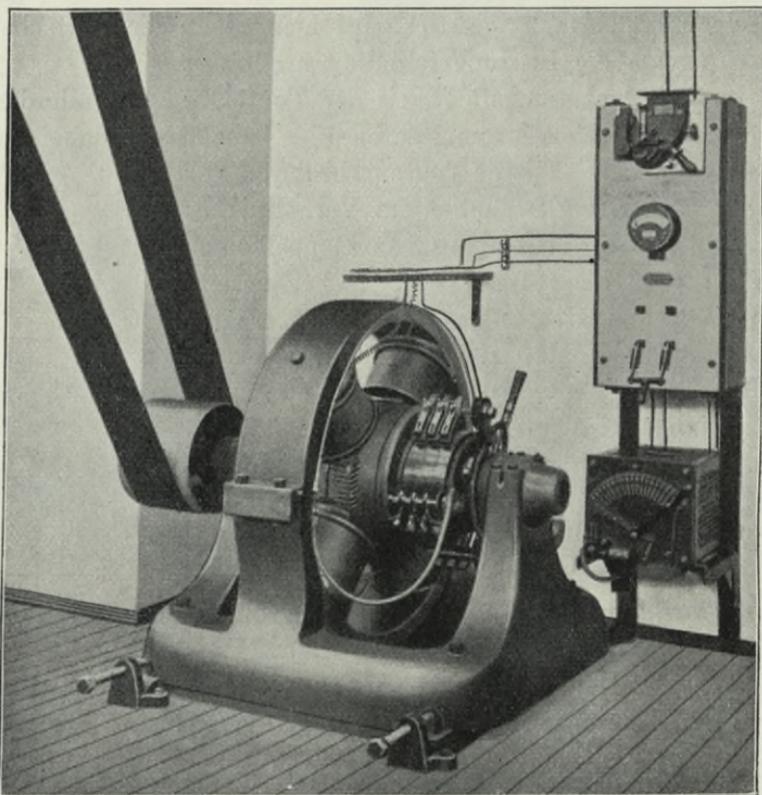


Fig. 126. Union E.-G.

zum Vorschub¹⁾. An grossen Drehbänken kann man einen Motor zum Drehen, einen anderen zum Verschieben des Reitstockes anordnen. Grösseren Motoren gibt man häufig eine kleine Schalttafel oder einen Schaltkasten mit Hauptausschalter, Automat und Amperemeter bei (Fig. 126). An letzterem kann man jederzeit rasch den Kraftverbrauch konstatieren und jede Unregelmässigkeit, auch eine etwa zu gross oder zu klein gewählte Motortype erkennen. Für Gruppenantrieb vereinigt man zweckmässig eine Reihe gleichartiger Werkzeugmaschinen zu einem Motor mit etwa 5 bis 50 PS, der, ohne sonst verwertbaren Platz wegzunehmen, an den

¹⁾ Siehe Fig. 61 u. 72.

Längsträgern oder an Wänden und Konsolen aufgehängt oder aufgestellt wird und möglichst mit der richtigen Tourenzahl (100 bis 250 pro Minute) direkt die Transmissionswelle antreibt. Solche Motoren benötigen nur einfache Anlasser, oft werden Flüssigkeitsanlasser vorgesehen, die aber vor Kälte zu schützen sind. Für 100 qm Fabrikfläche kann man auf 2 bis 15 PS Antriebsmotoren rechnen.

Den Kraftbedarf von Werkzeugmaschinen bestimmt man zweckmässig vor der definitiven Anbringung eines Motors vermittels eines fahrbaren geeichten Hilfsmotors. Nach Lasche und anderen kann man setzen für Leitspindel- und Zugdrehbänke bei einer Spitzenhöhe von 110—480 mm und einer Spitzenweite von 500—4500 mm den Kraftbedarf bei schnellstem Leergang ca. $\frac{1}{4}$ —2 PS; für Plandrehbänke bei einem Planscheibendurchmesser von 900—4000 mm und einem grössten Drehdurchmesser von 1200—5400 mm ca. 2—10 PS¹⁾; für Horizontalplanscheibenwerke, Planscheibendurchmesser = mm 1270—4000, grösster Drehdurchmesser = mm 1300—7700, ca. 2 bis 15 PS; Revolverdrehbänke (mit einem Werkzeug arbeitend), Spindelachsenhöhe = mm 230—425, grösster Drehdurchmesser = mm 520—865, grösste Drehlänge = mm 850—1600, ca. 1—5 PS; Horizontalbohrwerke, Spindelhöhe max. = mm 550 bis 1400, Bohrlänge = mm 1000—3500, ca. 1,5—2 PS; Bohrmaschinen ca. $\frac{1}{2}$ —2 PS; Fräsmaschinen für Räder von 500—1200 und bis 1400 mm Durchmesser ca. 1—5 PS; Schleifmaschinen, Schmirgelscheibendurchmesser = mm 100—550, ca. $\frac{1}{2}$ —2 PS; Hobelmaschinen, Hobellänge = mm 1000—5250, Hobelbreite = mm 650—2660, Hobelhöhe = mm 600—2660, ca. 1—10 PS; Shapingmaschinen, Hub = mm 120—650, Hobelbreite = mm 380—975, ca. 0,5—1 PS; Vertikalstossmaschinen, Hub = mm 130—200, Stossbreite = mm 320—750, Stosstiefe = mm 220—750, ca. 0,5—1,5 PS; Schmiedehämmer (Fallhämmer), Bärgewicht 150—250 kg, Hub max. = mm 1100—1300, Umdrehungen pro Minute 155—126, ca. 7,5 PS; Lufthämmer 3—20 PS; Stanzen und Scheren 2—6 PS; Blechbiegemaschinen 5—20 PS; Kaltsägen 2—5 PS.

Es ist üblich geworden, dass die Werkzeugmaschinenfirmen ihre Maschinen durch Ansätze und Konsolen so ausbilden, dass ohne weiteres elektrischer Antrieb möglich ist. Oft nimmt der Motor die Stelle eines wegfallenden Vorgeleges ein oder er wird in eine geschützte Aussparung hineingesetzt, was zum Schutz vor herabfallenden Spänen und Oel sehr angezeigt ist. Bei nachträglicher Anbringung des Motors kann man sich immer durch Konsolen oder Böcke helfen. Womöglich isoliere man den Motor vom Maschinengestell in wasser- und öldichter Weise. Die Klemmen und Leitungen sind gut zu schützen und zweckmässig in Metallröhren zu legen. Man sollte möglichst nur Normaltypen von Motoren anwenden, jedenfalls sind die Gesamtdimensionen, die Füsse und der Wellenstumpf normal beizubehalten, man kann jedoch die Wickelverhältnisse und damit die Umdrehungszahlen dem Einzelfall etwas anpassen. Es dürfte sich nur in seltenen Fällen lohnen, Spezialmotoren zu entwickeln, deren Gehäuse z. B. direkt in das Werkzeugmaschinen-gestell eingegossen ist oder die mit vertikaler Achse organisch mit einer Bohrmaschine zusammengebaut werden. Die leichte Manövrier-

¹⁾ Durchweg bei schnellstem Leergang.

fähigkeit des Elektromotors ist in jeder Beziehung, d. h. für Tourenänderung und zum Umsteuern, voll auszunützen. Sehr rasches Umsteuern (≤ 10 Sek.), wie das für Hobelmaschinen und Stossmaschinen automatisch der Fall sein muss, ist noch eine schwierige Aufgabe. Neuerdings verwendet man öfters magnetische Wendekupplungen zu diesem Zweck und vermeidet damit die doppelten Riemengetriebe¹⁾. Motoren, die stark stossweisem Betrieb ausgesetzt sind, sollten mit einem Schwungrad auf der Ankerwelle versehen werden. Als Antriebselemente zwischen Motor und Arbeitsmaschine kommen ruhig laufende Zahnräder mit Rohhauttrieb, Grissongetriebe, Schnecken, Ketten (in Amerika besonders Renolds Silent chain) und Riemen (z. B. auch konische Riemen der Maschinenfabrik Grafenstaden) in Frage. Die Transmissionen sind zur Reduktion der Wartung mit Ringschmierung zu versehen. Bei der mehr und mehr forcierten Ausnützung der Werkzeugmaschinen ist für genügende automatische Kühlung der Arbeitswerkzeuge durch Seifenwasser oder Oel zu sorgen, eventuell durch ein in der Fabrik vertheiltes Röhrensystem.

An den Werkzeugmaschinen sind nicht allein zweckmässige Schutzvorrichtungen²⁾ (Abdeckung von Zahnrädern etc.) anzubringen, sondern es ist auch zu verlangen, dass sie von vornherein so konstruiert werden, dass der Arbeiter möglichst wenig Gefahr läuft, verletzt zu werden, d. h. es sind vorspringende bewegliche Teile zu vermeiden; die Einschaltvorrichtung von Stanzen kann man so ausführen, dass zwei Hände zur Betätigung erforderlich sind, also beim Betriebsanfang keine Hand unter dem Stempel sein kann etc. Auch durch zweckmässige anliegende Kleidung und eventuell durch Schutzbrillen ist gegen Unfälle Sorge zu tragen. Besondere Vorsicht und Aufmerksamkeit ist bekanntlich bei den Arbeiten an Schleifsteinen, an Aufzügen und Winden und an den sehr raschlaufenden Holzbearbeitungsmaschinen (siehe später), sowie beim Auflegen von Riemen, überhaupt beim Arbeiten an Transmissionen erforderlich.

12. Transportable Werkzeugmaschinen.

Es ist bei allen grösseren Firmen üblich geworden, eine Reihe Werkzeugmaschinen auf einem grossen, schweren Gusseisenrost nach Fig. 127 u. 128 mit tiefem Fundament zur Vermeidung eines oftmaligen, zeitraubenden Umspannens um das ruhende Arbeitsstück zu

¹⁾ Siehe Niethammer, Elektrische Maschinen und Apparate (Oldenbourg), Fig. 204 und Z. V. D. I. 1901, S. 1114.

²⁾ Siehe „Sammlung von Vorrichtungen und Apparaten zur Verhütung von Unfällen an Maschinen“. Mülhausen (Elsass), bei J. Springer erschienen.

gruppieren. Auf solchen Platten, die eine Fläche von 60×15 m einnehmen können, werden die grossen Stücke auch angezeichnet und aus-

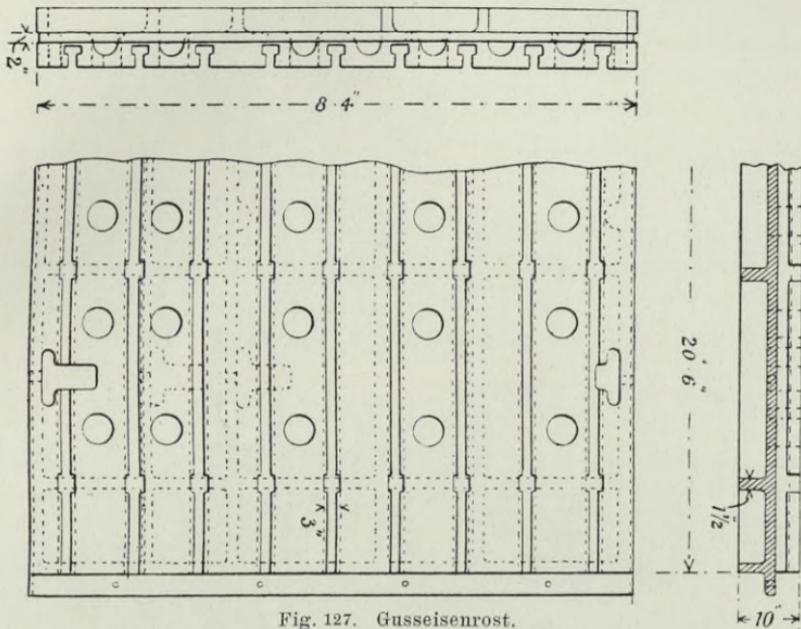


Fig. 127. Gusseisenrost.

gerichtet. In Fig. 129 bis 133¹⁾ sind eine Reihe solcher mit den Laufkranen leicht versetzbarer Werkzeugmaschinen abgebildet: Fig. 129, 130

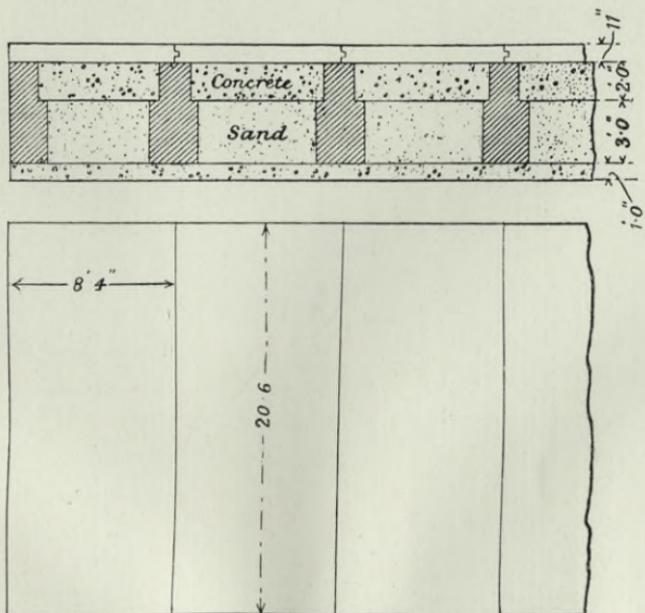


Fig. 128. Fundament zum Rost Fig. 127.

¹⁾ Siehe auch Fig. 61.

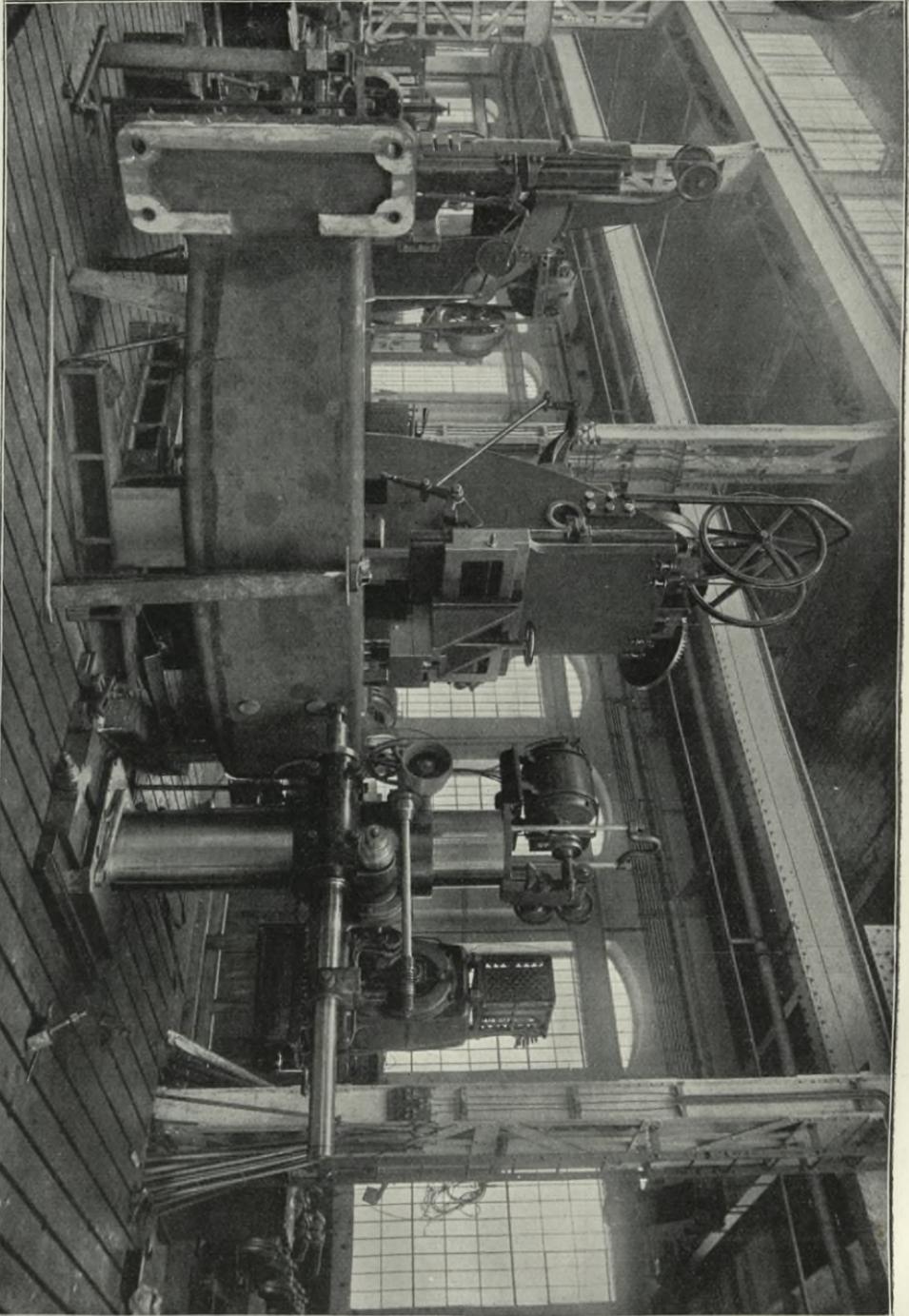


Fig. 129. Oesterr. Union E.-G.

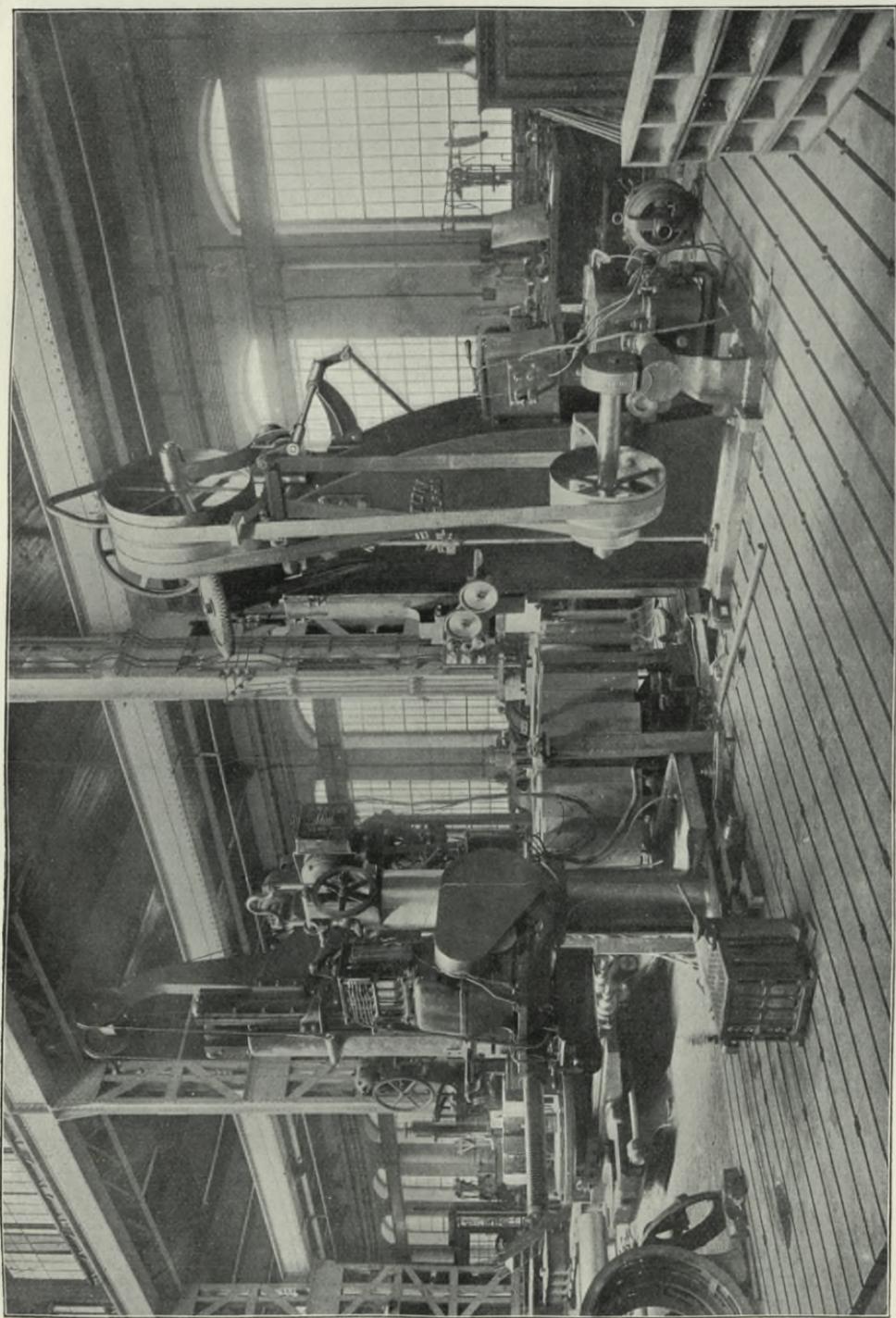


Fig. 130. Oesterr. Union E.-G.

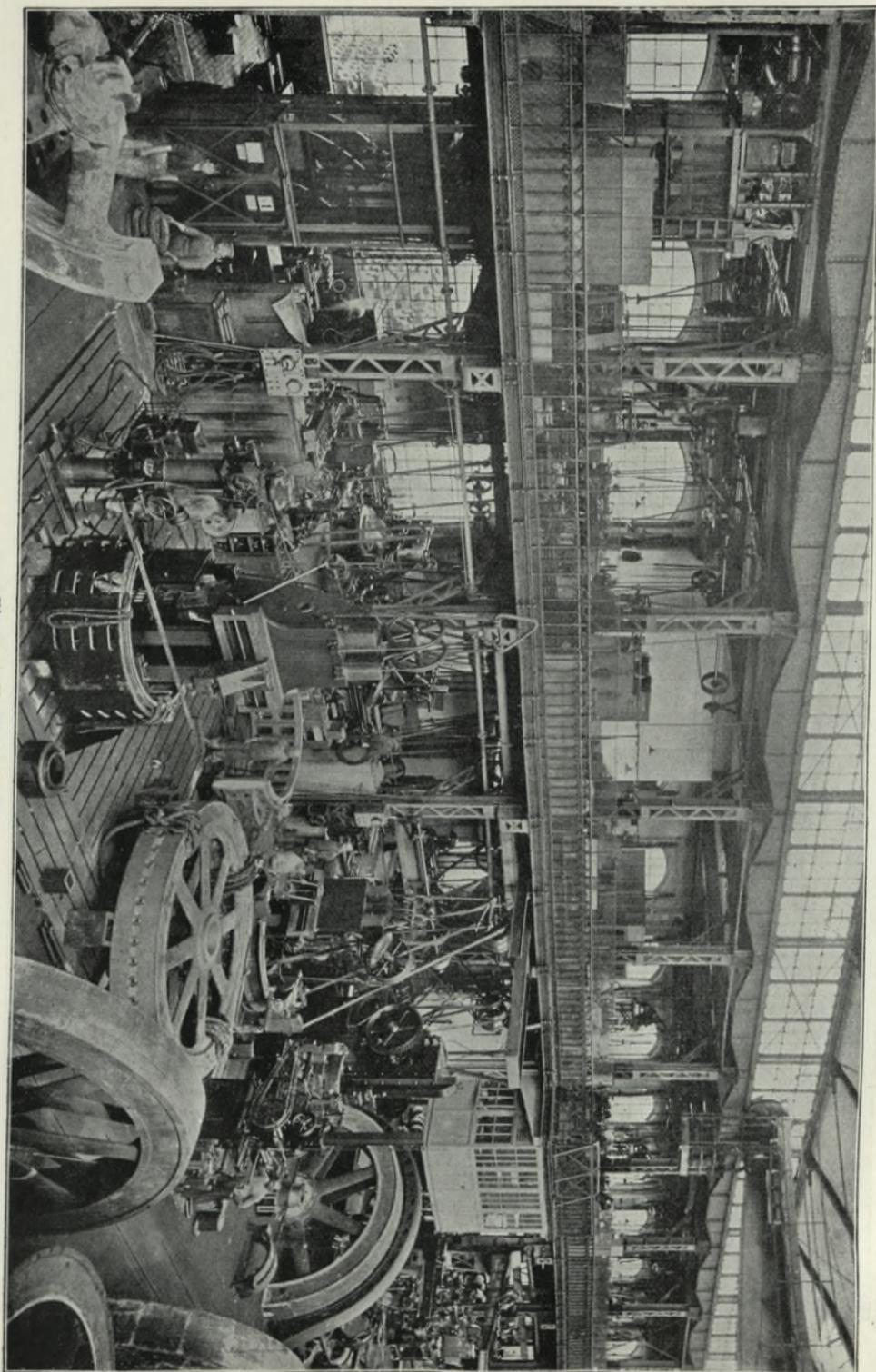


Fig. 131. Union E.-G.

und 131 Vertikalstoss- oder Hobelmaschinen, sowie Horizontalbohr- und Fräsmaschinen der Wiener und Berliner Union E.-G.; Fig. 132 Horizontal- und Vertikalbohr- und Fräsmaschinen zur Bearbeitung eines

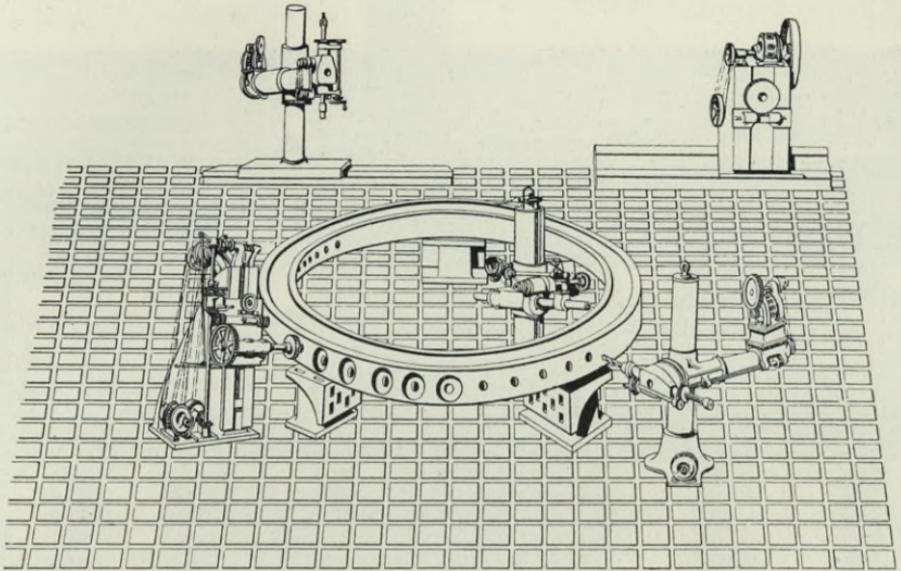


Fig. 132.

Feldradkranzes¹⁾; Fig. 133 Nutenstossmaschine von Schuckert. Der Antrieb erfolgt in der Regel durch einen oder mehrere Elektromotore, die meist in einen Kasten des Maschinengestells eingebaut sind. Der Strom wird von Stöpselanschlüssen an den Werkstattsäulen mittels flexibler Kabel abgenommen²⁾.

Für manche Zwecke empfehlen sich auch fahrbare Werkzeugmaschinen (Fig. 134) oder kranartige auf I-Eisen verschiebbare Typen.

An kleinen, handlichen, transportablen und elektrisch angetriebenen Werkzeugmaschinen (Fig. 135), deren Verwendung die Leistungsfähigkeit der Werkstätten wesentlich erhöht und von denen oft viele Dutzende in einer Werkstätte Anwendung finden, gibt es zahlreiche Konstruktionen³⁾, für die man an allen Werkstattsäulen mit Deckel verschliessbare Anschlussstöpsel für 1 bis 2 PS anordnet. Fig. 136 zeigt eine am Kranhaken aufzuhängende, fahrbare Bohrmaschine von Schuckert mit

¹⁾ Diese Photographie ist mir in lebenswürdiger Weise von Herrn Direktor Recsei-Wien überlassen worden.

²⁾ Siehe auch Am. Mach. 1900, S. 1129, transportable Maschinen der Gen. El. Co., N. Y.

³⁾ Siehe auch Zeitschr. f. Werkzeugm. 25. August 1903; eine besonders reichhaltige Reihe von transportablen Werkzeugmaschinen fertigt die Maschinenfabrik Oerlikon.

elektromagnetischem Bohrbügel; Fig. 137 eine sehr handliche Handbohrmaschine von Siemens & Halske, und Fig. 138 eine tragbare Schleifmaschine, welche von einem Elektromotor vermittels eines aufgerollten Lederriemens innerhalb zweier Rohre betrieben wird, und

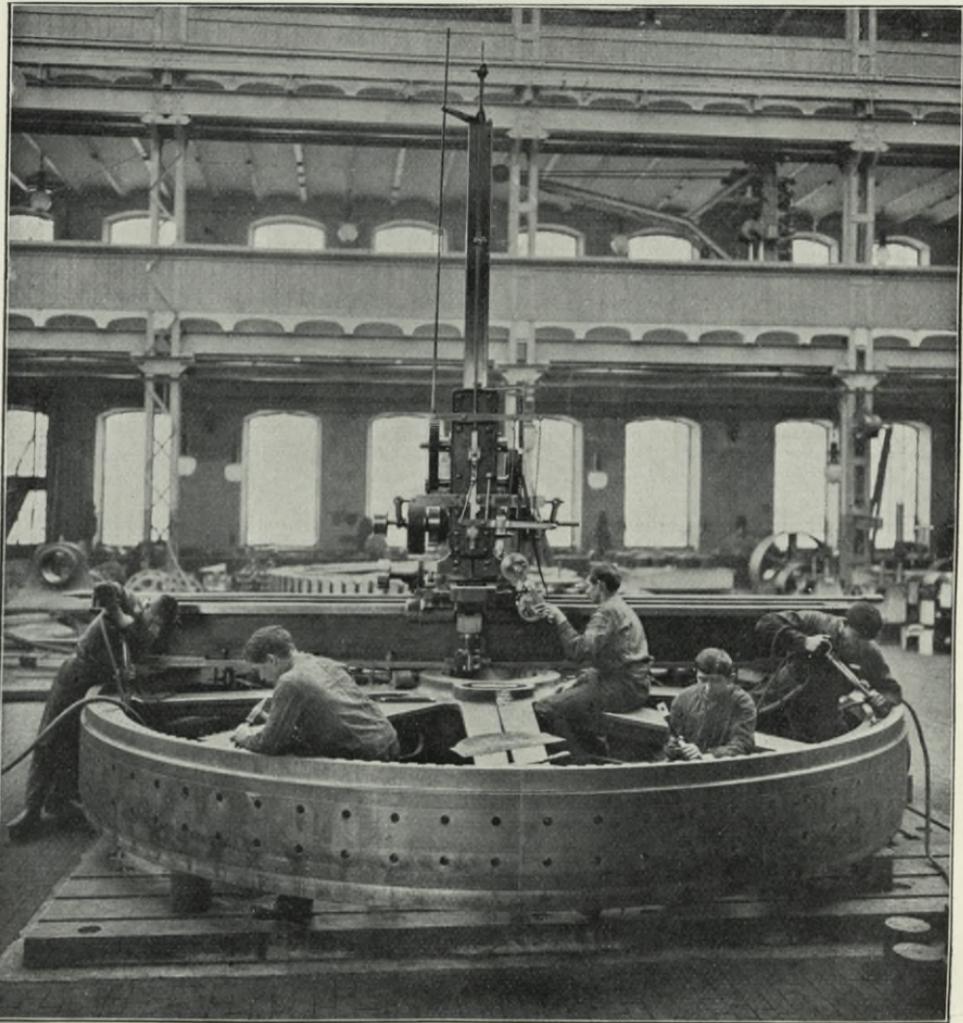


Fig. 133. Schuckert.

Fig. 139 eine elektrisch betätigte Bohreinrichtung von E. Capitaine zum Bohren von Polschuhlöchern in Polgehäusen.

Schliesslich sind auch noch die sehr praktischen pneumatischen Werkzeuge wie Luftdruckhämmer, -meisel und -bohrer (Fig. 133 u. 140) sehr beachtenswert.

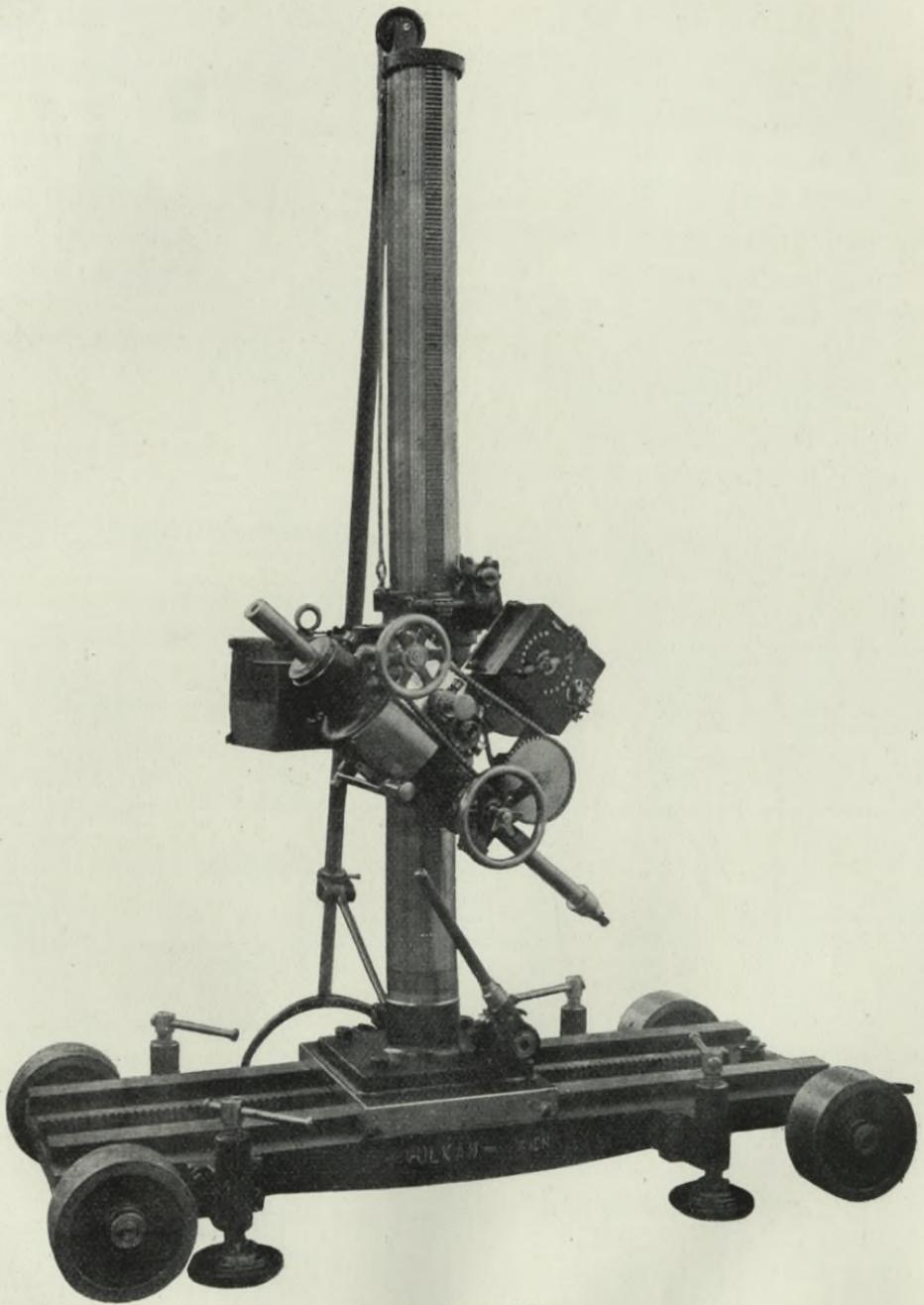


Fig. 134. Vulkan-Wien.

13. Verwendung der Werkzeugmaschinen.

Die eingehende Verwendung der einzelnen Werkzeugmaschinen wird in dem Kapitel über die Herstellung einiger bestimmten Typen besprochen.

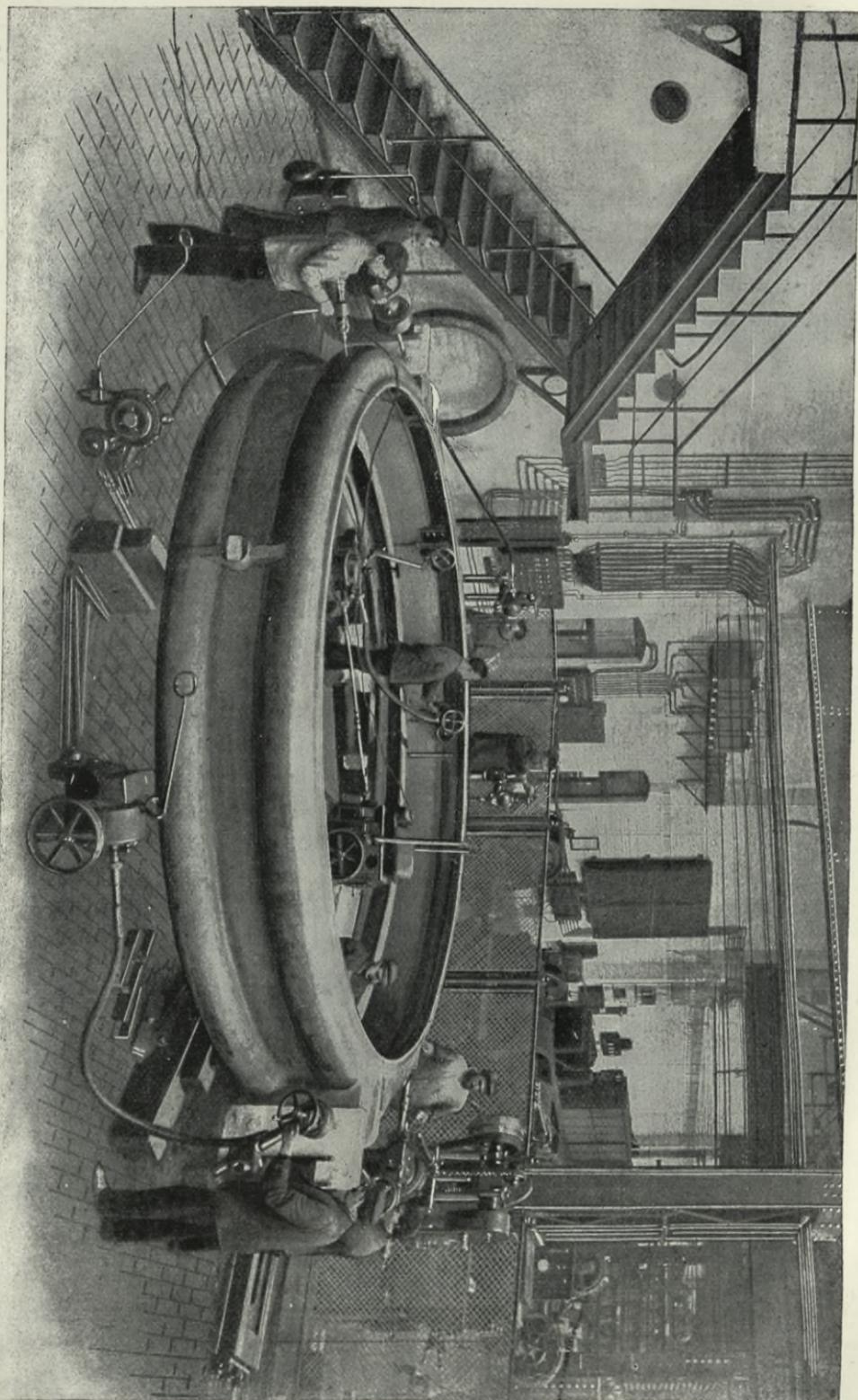


Fig. 136. A. E.-G. Berlin.

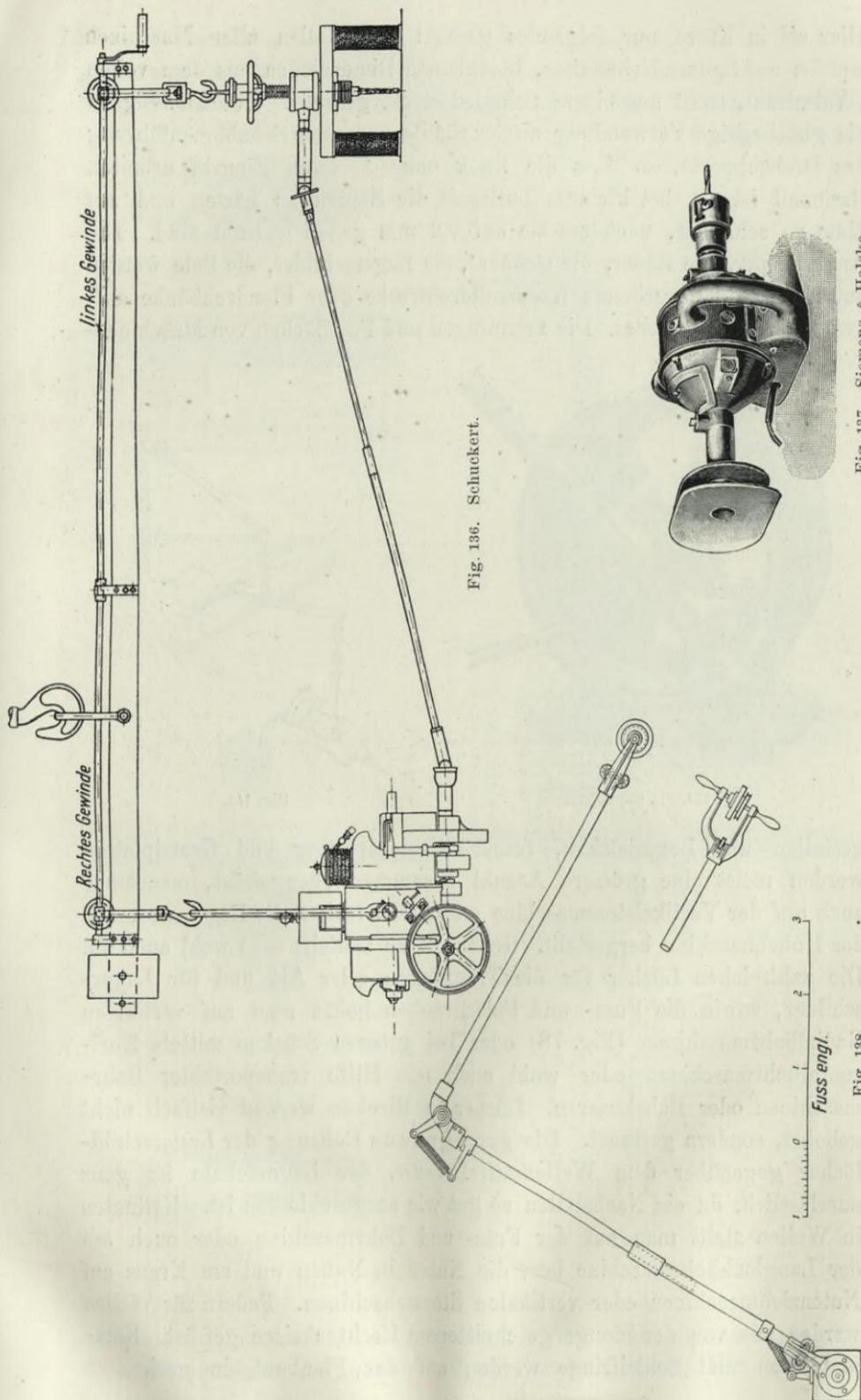


Fig. 136. Schuckert.

Fig. 137. Siemens & Halske.

Fig. 138.

Hier sei in Kürze nur folgendes gesagt: Die Wellen aller Maschinen werden auf Spitzendrehbänken, bei kleinen Dimensionen aus dem vollen (Walzeisen), sonst aus einem Schmiedestück, gedreht. Zweckmässig ist die gleichzeitige Verwendung zweier Stähle und einer Schablonenführung des Drehsupports, so dass die Bank ohne äusseren Eingriff arbeitet. Rationell ist es, bei kleinem Luftspalt die Zapfen zu härten und auf Mass zu schleifen, nachdem sie auf 0,2 mm genau gedreht sind. Die Ankerkörper, alle Räder, die Gehäuse, die Lagerschilder, die Pole werden auf kleinere oder grössere Karusselldrehwerke oder Plandrehbänke aufgespannt und bearbeitet. Die Trennfugen und Fussflächen von Maschinen-

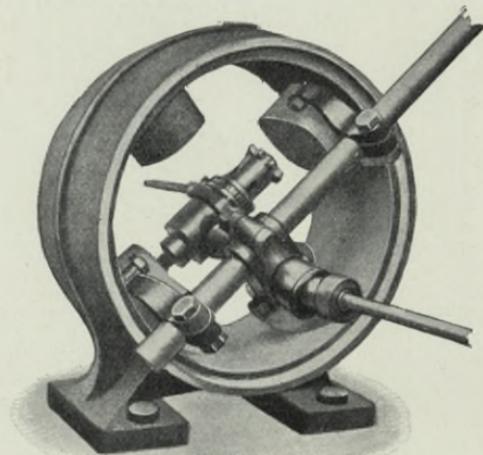


Fig. 139. E. Capitaine.

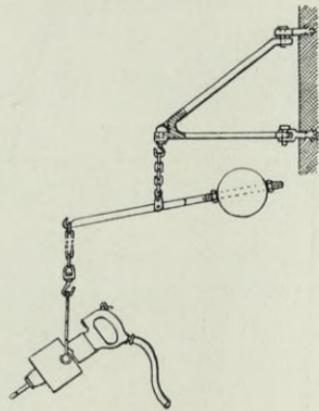


Fig. 140.

gestellen und Lagerböcken, ferner Riemenspanner und Grundplatten werden meist eine grössere Anzahl zusammen ebengefräst, manchmal auch auf der Vertikalstossmaschine oder, was früher die Regel war, auf der Hobelmaschine hergestellt. Gehäusefüsse schleift man wohl auch ab. Die zahlreichen Löcher für die Trennfugen aller Art und für Lagerschilder, sowie die Fuss- und Polschrauben bohrt man auf vertikalen Radialbohrmaschinen (Fig. 78) oder bei grossen Stücken mittels Horizontalbohrmaschinen oder wohl auch mit Hilfe transportabler Bohrmaschinen oder Bohrkarren. Löcher in Blechen werden vielfach nicht gebohrt, sondern gestanzt. Die ganz genaue Bohrung der Lagerschildlöcher gegenüber dem Wellenmittel bzw. der Lagerschale ist ganz unerlässlich, da ein Nachstellen so gut wie ausgeschlossen ist. Keilnuten in Wellen stellt man auf der Fräs- und Bohrmaschine oder auch auf der Langlochbohrmaschine her; die Nuten in Naben und am Kranz auf Nutenziehmaschinen oder vertikalen Stossmaschinen. Federn für Wellen werden aus von der Stange geschnittenem Rechteckisen gefräst. Kommutatoren und Schleifringe werden auf der Planbank in geeigneten

Klemmfuttern aus- und abgedreht. Die Lagerkörper bearbeitet man gleichfalls auf der Plandrehbank. Die Lagerköpfe dreht man auf der Planscheibe oder dem Drehwerk aus, bei grossen Typen mit dem

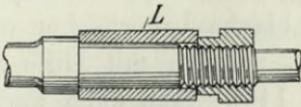


Fig. 141.

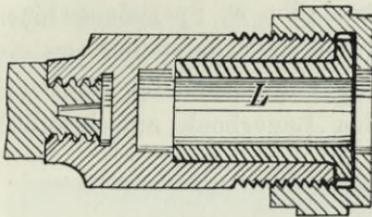


Fig. 142.

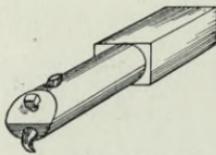


Fig. 143.

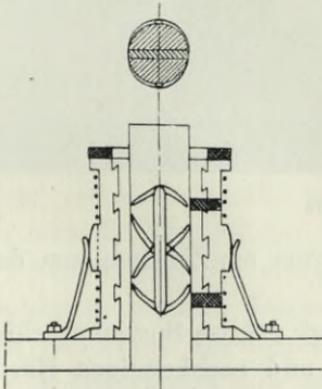


Fig. 144.

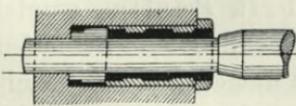


Fig. 146.

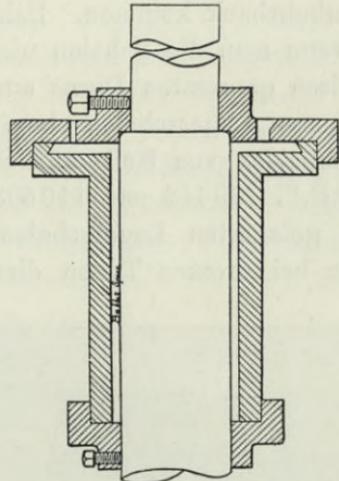


Fig. 145.

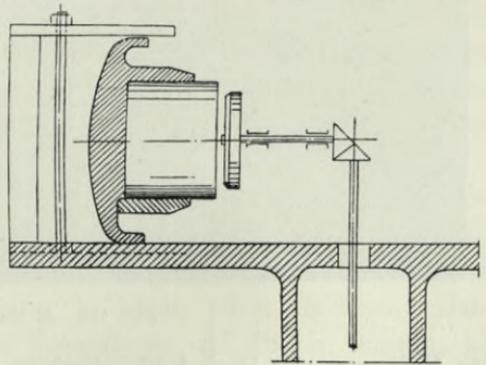


Fig. 147.

Horizontalbohrwerk, wobei das bearbeitete Stück stillsteht. Zum Ausdrehen und Abdrehen der Lagerschalen bedient man sich meist besonderer Klemmfuttern auf mehrspindigen Revolverbänken: Fig. 141 zum

Abdrehen, Fig. 142 zum Ausdrehen mit dem Stahl (Fig. 143). Geteilte Weissmetallagerschalen bearbeitet man erst in der Trennfuge durch Fräsen oder Hobeln, lötet die beiden Hälften zusammen, um sie dann in einer Giessform (Fig. 144 oder 145) auszugießen, worauf sie auf die Revolverbohrbank kommen. Sehr gute und blanke Lagerflächen erhält man, wenn man die Schalen nicht ausbohrt, sondern mit Hilfe eines hydraulisch gepressten Dorns ausstösst (Fig. 146). Man kann auch in die kleineren Lagerschalen einen gezogenen Messingzylinder einpressen. Zum Schneiden von Keil- und Schmiernuten gibt es Spezialmaschinen, z. B. D.R.P. 139448 und 110608. Die kugligen Lagerstellen von einstellbar gelagerten Lagerschalen erheischen ein besonderes Bohrwerk, das man bei grossen Typen direkt auf den Lagerbock aufschraubt¹⁾.

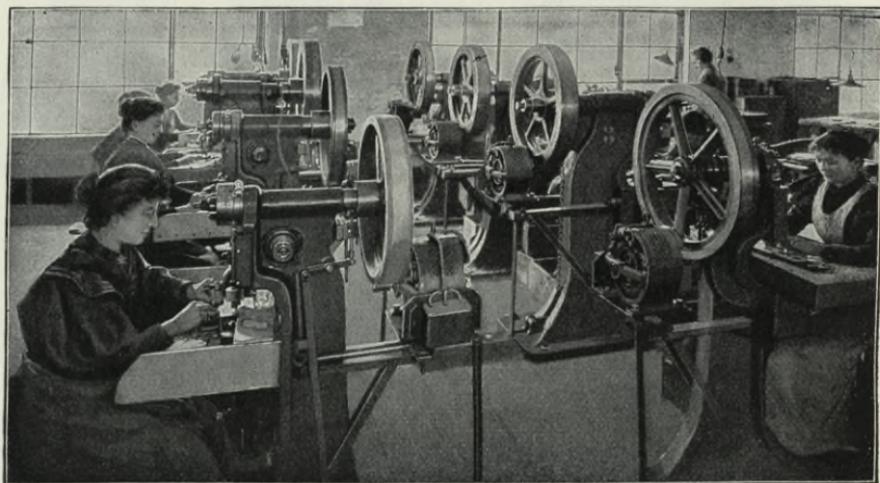


Fig. 148. A. E.-G. Berlin

Der Bohrarm mit Drehstahl schwingt dabei um ein Zentrum, um damit eine Kugelfläche zu beschreiben.

Die Herstellung von Kugellagern verlangt präzise Spezialmaschinen; von der absolut einwandfreien Kugelform und sachkundigen Härtung hängt der praktische Erfolg von Kugellagern wesentlich ab. In den meisten Fällen wird sich der Bezug von einer Spezialfirma, z. B. der Deutschen Waffen- und Munitionsfabrik Berlin, empfehlen.

Die Schleifmaschinen braucht man hauptsächlich zum Schleifen der Werkzeuge, wie Spiralbohrer und Fräser, und namentlich der Schnitte²⁾, dann zur präzisen Dimensionierung von Wellenzapfen und zum Abschleifen

¹⁾ Am. Mach. 1901 (Westinghouse Co.).

²⁾ Siehe American Mach. 1903, 17. Oktober: Tischschleifmaschine (ähnlich einem vertikalen Drehwerk) mit magnetischer Aufspannvorrichtung (2 Schleifringe zur Erregung).

und Ausschleifen von Ankern und Statoren (Fig. 147). Es bürgert sich überhaupt mehr und mehr ein, Wellen zunächst nur rasch grob zu überdrehen und sie dann genau auf Mass zu schleifen. — Mehrspindlige Spezialbohrwerke dienen zum gleichzeitigen Ausbohren der vier Lagerstellen von Strassenbahnmotoren (Fig. 90). Schrauben, normale Bolzen, Rollen und Handräder werden auf automatischen Revolverbänken von der Stange oder aus dem Rohguss vollständig selbsttätig hergestellt. Ausser zum Ausstanzen von Blechringen, Segmenten, Polen und Polschuhen stanzt man auch (Fig. 148) Bürstenhalterteile, Kabelschuhe, Unterlagscheiben aus Eisen, Metall und Isolationsstoff, Klemmen, Verbindungsösen, viele Schalterteile, Bogenlampen-, Glühlampen-, Instrumenten- und andere Apparatenteile, ferner Kommutatorsegmente und Glimmerformstücke. Auf Loch- und Biegemaschinen wird dieses Kleinzeug weiterbearbeitet. Um Bleche, z. B. für Kontrollerdeckel, zu biegen, bedient man sich der bekannten Blechbiegemaschinen mit drei Walzen. Mehrspindlige Bohrmaschinen werden mit Vorteil zum Bohren vieler normaler Apparatenstücke verwendet. Die Isolationsmaterialien lassen sich entweder scheren wie Papier, Leinwand und Glimmer, andere lassen sich sägen und bohren wie Marmor, Schiefer, Stabilit, Fiber und Holz; manche lassen sich auch drehen wie Holz und Stabilit; meist geschieht die Verarbeitung in warmem, weichem Zustand vermittels Pressformen; Glimmer wird vielfach auf einer raschlaufenden Fräsmaschine mit Zylinderfräser auf Mass geschliffen.

Ein wichtiger Punkt ist in vielen Fällen die Einhaltung der richtigen Reihenfolge der verschiedenen Bearbeitungsprozesse. An geteilten Polgehäusen wird man erst die Fussflächen und Trennfugenflächen anreissen und in grösserer Anzahl gleichzeitig behobeln oder abräsen. Dann kann man die Bolzenlöcher in den Trennfugen und Füßen bohren, um die Verbindungsbolzen einziehen und das Gehäuse auf dem Drehwerk ausbohren zu können. Daran schliesst sich das Bohren der Polschraubenlöcher und event. der Lagerschildschraubenlöcher. Das inzwischen ausgedrehte Lagerschild wird dabei als Bohrlehre benützt, siehe später unter Beispiele.

14. Schlosserarbeiten.

Die Schlosserarbeiten teilen sich in Maschinenschlosserei (Gross- und Kleindynamobau), in Montagearbeiten, Apparatschlosserei, Mechaniker- und Feinmechanikerarbeiten oder nach anderen Gesichtspunkten in folgende Arbeiten:

Feilen nach dem Gefühl oder nach Lehren und Schablonen, Polieren mit Schmirgel u. a., Ausreiben und Nacharbeiten von Löchern und Nuten, Schaben von Lagerschalen und anderen passenden Flächen, überhaupt viele Justier- und Passarbeiten, Ausbalanzieren, Ausrichten mit Lineal, Winkel und Wasserwage, Anreissen

und Anzeichnen, Meisseln von vorstehenden Teilen, Bohren und Sägen von Hand, soweit erforderlich, Gewindeschneiden und vieles mehr.

An Werkzeug erhalten die Schlosser: 20 und mehr Feilen (Hand-, Vor- und Schlichtfeilen verschiedener Form, sowie Putzbürsten dazu), Schaber, Meissel, Schraubenzieher, Schraubenschlüssel (Universalschraubenschlüssel), Holzraspeln, grosse und kleine Hämmer, Holz- und Kupferhämmer (Rohhauthämmer), Flach- und Rundzangen, Feilkloben, Handsäge (Fuchsschwanz), Schraubstockeinsätze zum Feilen blanker oder weicher Teile (federnde Spannfutter aus Holz, Kupfer, Blei etc.), Alphabete zum Einschlagen von Buchstaben und Zahlen, Blehscheren, Körner, Gas- oder elektrische LötKolben samt Weichlot und Hartlot, Brustleier, Lineale und Winkel aus Stahl, Spitzzirkel, Greifzirkel, Anreisser und Anreissnadeln, Besen, Oelkanne, event. auch Schutzbrillen.

In der Werkzeugausgabe werden gegen Quittung abgegeben: Gewindeschneidkluppen samt Zubehör, Reibahlen, Bohrknarren, Schraubzwingen, Lötlampen, Eisensägen, Gasrohrschneidzangen, Anreisser, kleine Richtplatten, kleine Ambosse, Gesenkplatten und die verschiedenen später besprochenen Messwerkzeuge, Einspanner und Vorrichtungen zum Ausbalanzieren.

Drehern und Hoblern wird ein ähnlicher, etwas beschränkterer Werkzeugsatz zugewiesen, der aber ausserdem ihre Spezialwerkzeuge wie Dreh-, Drück- und Hobelstähle, Bohrer, Fräser, Aufspanner etc. enthält.

15. Messwerkzeuge.

Ganz unerlässlich für moderne Maschinenwerkstätten ist die ausgiebige Verwendung genauer Messwerkzeuge¹⁾, nicht allein des Tasters, der Schublehre und des Zollstocks, sondern besonders auch der Präzisionslehren und Kaliber für zylindrische Stücke. Damit lässt sich am ehesten eine sichere Auswechselbarkeit aller Teile gewährleisten und ein grosser Teil des zeitraubenden Einpassens samt dem Hin- und Hertransport entbehrlich machen, d. h. es lassen sich die Herstellungskosten ganz wesentlich reduzieren. Die Verwendung einzelner Normallehren, in die das Arbeitsstück absolut genau passen muss, ist für die Werkstätten

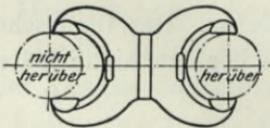


Fig. 149.

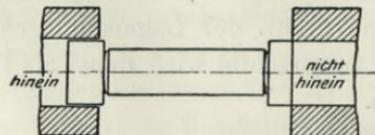


Fig. 150.

meist viel zu kostspielig oder dem individuellen Empfinden entsprechend zu ungenau. Auch die an sich empfindliche Mikrometerschraube, die in der Werkzeugmacherei ganz am Platz ist, überlässt dem Gefühl noch zuviel Spiel. Deshalb verwendet man immer allgemeiner

¹⁾ Siehe Z. V. D. I. 1903, S. 1379 ff., Schlesinger; Z. V. D. I. 1903, S. 1076 ff., Möller; Orcutt, Electrician 15. August ff. 1902.

Grenzlehren (limit gauges). Beim Arbeiten nach Grenz- oder Toleranzlehren verwendet man zwei um ein Minimum verschieden grosse Lehren (Fig. 149 Rachenlehre, Fig. 150 Kaliberdorn); in die eine muss das Arbeitsstück bequem hereingehen, in die andere noch nicht, und zwar alles ohne Zwang, so dass das Messen rasch und absolut zuverlässig innerhalb der gewählten Fehlergrenzen von z. B. 0,01 mm vor sich geht. Was nicht innerhalb die Grenzlehre fällt, ist unerbittlich abzuweisen. Die genaue Normallehre hat natürlich auch noch ihr Feld, aber im wesentlichen im genauen Werkzeugbau. Grenzlehren lassen sich auch so ausführen, dass sie etwas justierbar sind. Für Messungen von Innendurchmessern über 100 mm wird das Dornkaliber zweckmässig durch das sphärische Endmass (Fig. 151) mit kugelförmigen Endflächen ersetzt.



Fig. 151.

Einen Endmassstab für grosse Durchmesser, wie er von der Westinghouse El. und Mfg. Co. benützt wird, zeigt Fig. 152. Ebenso wie man

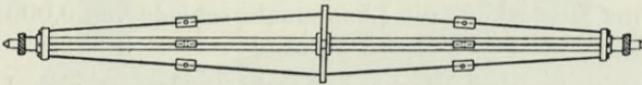


Fig. 152.

neuerdings alle genauen zylindrischen Aussenmasse erst nach der Dreharbeit und zwar gemäss der Grenzlehre genau auf Mass schleift, so werden auch präzise Bohrungen am billigsten in mehreren Operationen hergestellt: Erst wird mit dem Spiralbohrer vorgebohrt, dann folgt ein drei- oder vierschneidiger Bohrer ohne Spitze (Loch noch 0,3 mm zu klein), dann die Vorreibahle, die den Durchmesser noch 0,1 mm zu klein lässt, und schliesslich die nach der Grenzlehre verstellbare Reibahle, die auf Mass bringt, alles zweckmässig auf einer Revolverbank mit Fünflochkopf. Bei dem Ineinandergreifen eines Zylinders in eine Bohrung kann es sich um vier verschiedene Passungen handeln: Den laufenden Sitz, bei dem genügender Raum für Oel vorzusehen ist; den Schiebesitz, bei dem ein Rad sich gerade auf die Welle schieben lässt; den festen Sitz, der zur Uebertragung grosser Kräfte dient, wobei jedoch die Stücke mit mässiger Gewalt wieder abzunehmen sind, und endlich der Presssitz zur endgültigen Vereinigung einzelner Stücke durch hydraulischen Druck, durch Warmaufziehen u. a. Der Schiebe- und feste Sitz bieten in der Herstellung die grösste Schwierigkeit. Für jede Art Passung, die vom Konstruktionsbureau anzugeben ist, verwendet man andere Grenzlehren.

Alle Lehren sind periodisch, z. B. alle 4 Wochen scharf zu kontrollieren und zwar mit Hilfe von Messscheiben oder Normallehren oder aber mittels Feinmessmaschinen (Fig. 153¹⁾). An letzterer Maschine

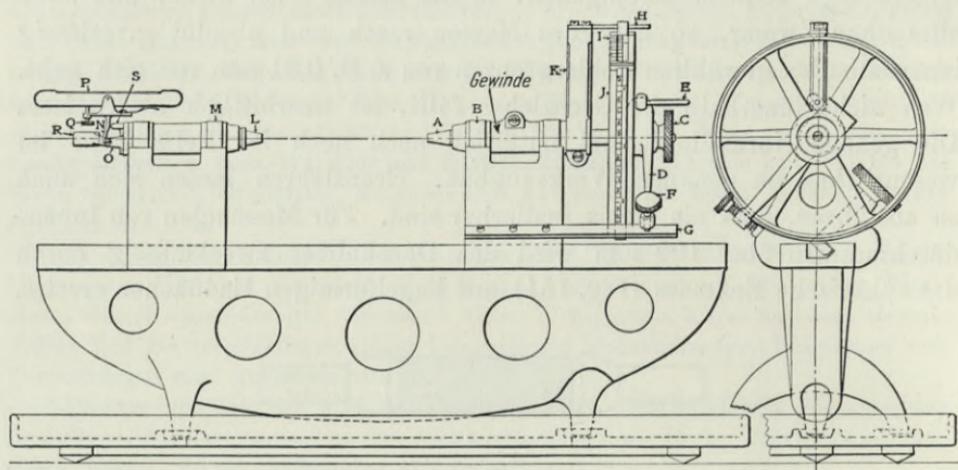


Fig. 153.

dient C zur groben, D mit F zur feinen Einstellung. Die Ablesung geschieht mit Hilfe des Stiftes H an dem Nonius I. Es gibt Messmaschinen ohne Mikroskop, die Längenunterschiede von 0,0001 mm noch deutlich zeigen.

Auch direkt an den Werkzeugmaschinen lassen sich Lehren und Schablonen benutzen, z. B. Messklötze, welche auf Hobelmaschinen zur Einstellung des Stahls auf genaue Hobelhöhe dienen, oder Schablonen mit den genauen Umrissen des zu hobelnden oder zu drehenden Stücks, wonach entweder der Stahl von Hand oder automatisch eingestellt wird. Auf diese Weise werden Wellen vollständig selbsttätig mit allen Ansätzen gedreht. Nach Blechschablonen pflegt man die Keilnuten an Wellen bei zwei Keilen am Umfang festzulegen, wobei namentlich die Möglichkeit gegeben ist, die Nuten in der Welle und in der Nabe gleich passend zu legen, selbst wenn beide von verschiedenen Firmen hergestellt werden.

Zur definitiven Kontrolle aller wichtigen Masse sind besonders zuverlässige Revisoren anzustellen, die sowohl die Einzelteile, als auch die fertige Maschine genau prüfen und ein Attest ausstellen, das alle tat-

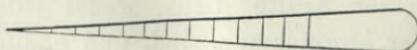


Fig. 153 a.

sächlich gemessenen Masse enthält, z. B. den Luftspalt, der entweder mit einem Keil nach Fig. 153 a, womit sich aber nur am Rand messen

¹⁾ Am. Mach. 1903, 18. Juli.

lässt, oder mit Hilfe von schmalen Streifen aus Messing, oder besser aus Pressspahn, die man in Dicken von 0,1 bis etwa 2 mm in mehreren Exemplaren aufeinander schichtet. Die Messinstrumente und Werkzeuge kann man zweckmässigerweise auf einem fahrbaren Revisionspult vereinigen (Fig. 154).

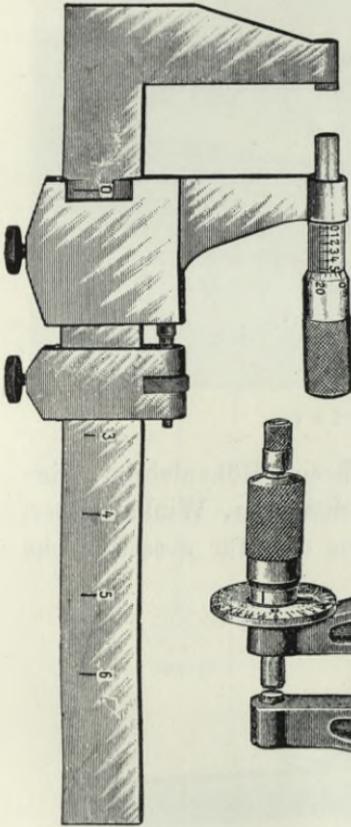


Fig. 155.

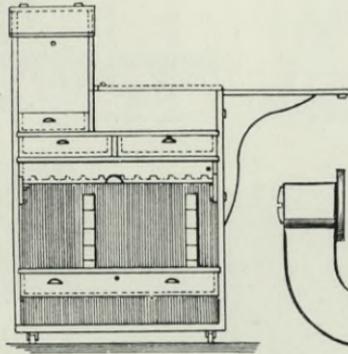


Fig. 154.

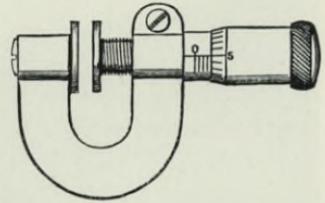


Fig. 156.

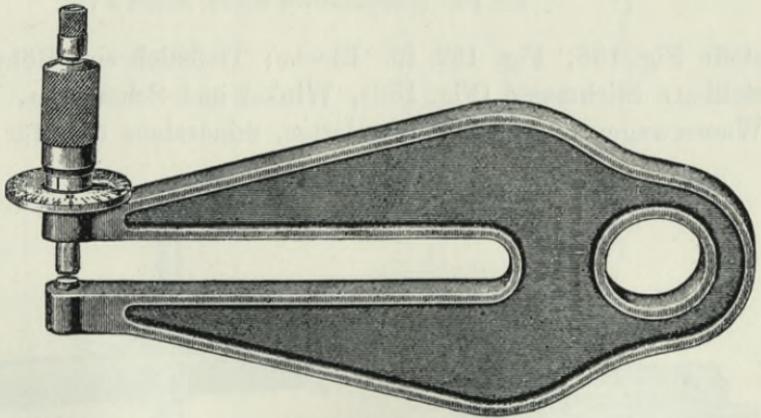


Fig. 157.

Neben der Verwendung der Normal- und Grenzlehren, Gewindelehren und Schablonen wird jedoch, namentlich im Werkzeugbau und

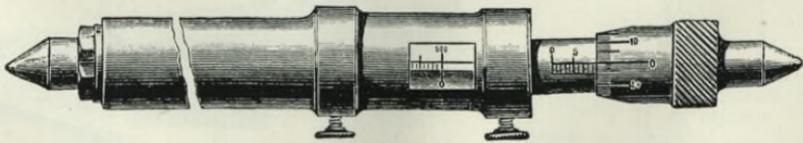


Fig. 158.

bei anormalen Stücken, die nicht in Menge fabriziert werden, die Benützung guter Messwerkzeuge erforderlich, wie Schublehren mit Nonius; Mikrometer aller Art (zur Messung von Aussen- und Innendurchmessern), z. B. die Mikrometerschublehre Fig. 155; für Papier und andere Isolations-

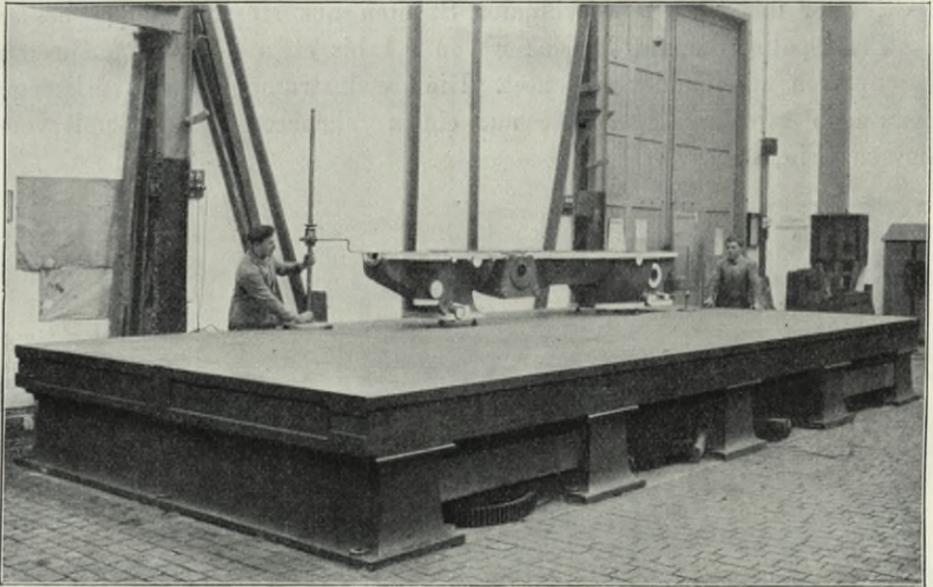


Fig. 159. Richtplatte von Brown, Boveri & Cie.

stoffe Fig. 156, Fig. 157 für Bleche; Tiefenlehren, Höhenlehren, einstellbare Stichmasse (Fig. 158), Winkel und Schmiegen, Winkelmesser, Wasserwagen, Senklote, Richtplatten, mindestens eine für grosse Stücke

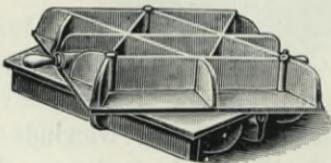


Fig. 160.

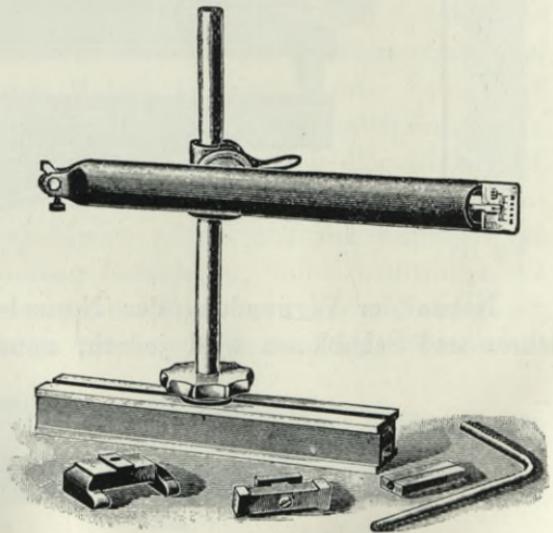


Fig. 161.

(Fig. 159) und verschiedene kleine (Fig. 160), Anreisser und Reissnadeln, Innen- und Aussentaster, Messstangen, Zirkel, Feinmesstaster, Lineale, Bandmasse, Massstäbe, Drahtlehren etc. Das Instrument Fig. 161 von Brown & Sharpe dient zur feinsten Kontrolle des Rundlaufens eines

runden Stabes, gegen den der vordere Fühler gelegt wird. Zeigt dann beim Drehen der Zeiger rechts eine Abweichung, so ist diese sehr stark vergrößert ein Mass für die Exzentrizität.

Besondere Schwierigkeiten bietet das Messen und Ausrichten grosser Maschinenteile von fünf und mehr Meter Durchmesser. Die grossen

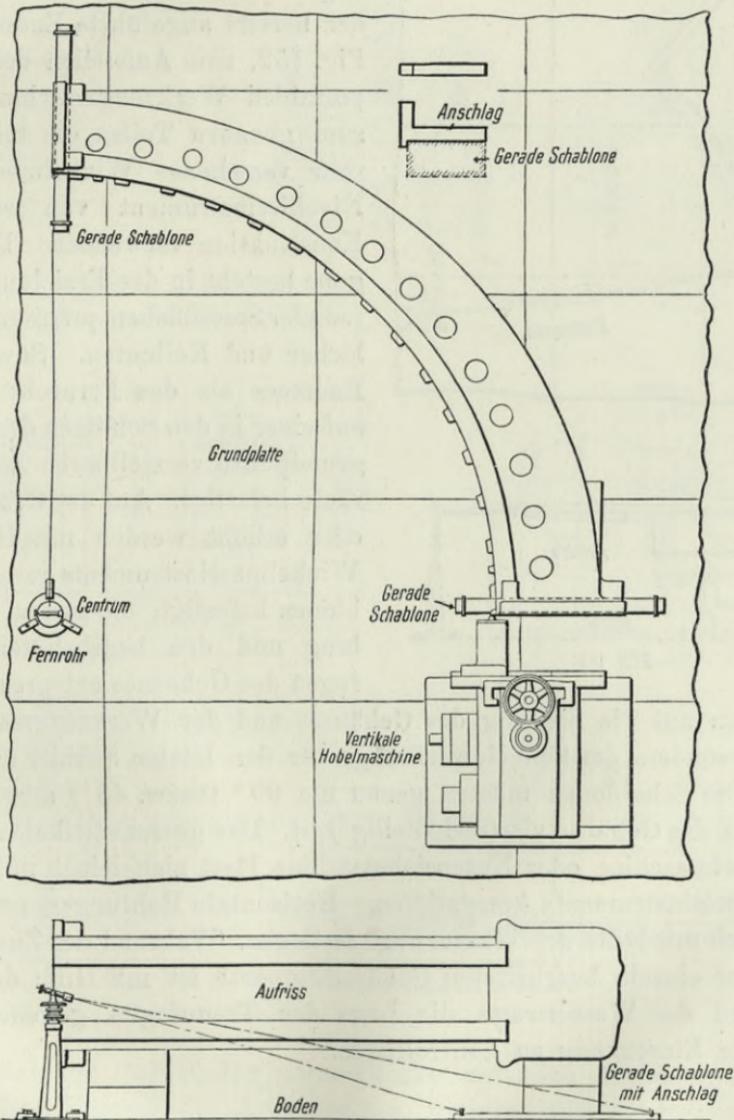


Fig. 162.

Drehwerke werden neuerdings hin und wieder mit radial wirkender hydraulischer Einstellvorrichtung ausgerüstet, so dass der Kran nur das Arbeitsstück auf den Drehtisch zu legen hat, worauf die Zentrierung selbsttätig von allen Seiten gleichzeitig erfolgt. Wie schon erwähnt, werden

grosse Stücke meist mittels transportabler Arbeitsmaschinen bearbeitet; das Ausrichten für einen solchen Fall, wie es bei der Westinghouse Co., Pittsburg für ein Gehäuse¹⁾ von 12 m Aussendurchmesser ausgeführt wurde, ist in den Fig. 162 u.

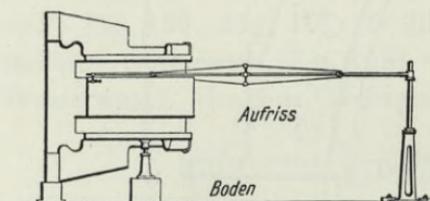
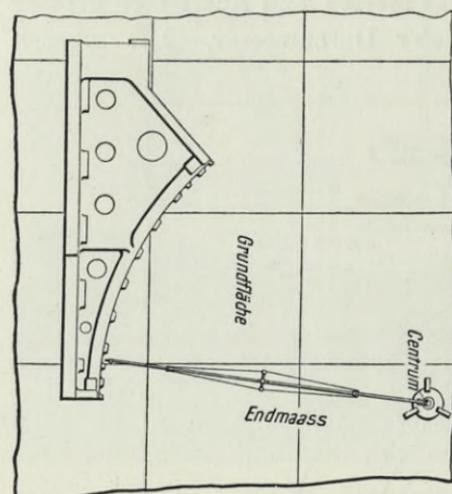


Fig. 163.

163 nach Am. Mach. 1903, 28. Febr. ff. angedeutet. Zum Zentrieren wird der bereits angeführte Endmassstab Fig. 152, zum Aufstellen der transportablen Werkzeugmaschinen und zum genauen Teilen ein mit Fernrohr versehenes Winkelmess- oder Nivellierinstrument von spezieller Konstruktion verwendet. Die Aufgabe besteht in der Erzielung genau radialer Stossflächen, präziser Bolzenlöcher und Keilnuten. Sowohl das Endmass als das Fernrohr werden auf einer in den Schlitzen der Boden Grundplatte verstellbaren Zentrums säule befestigt. Auf der Grundplatte oder erhöht werden mit Hilfe des Winkelmessinstruments gerade Schablonen befestigt, die genau der Teilung und den bearbeiteten Stossfugen des Gehäuses entsprechen und

von denen aus die Stellung des Gehäuses und der Werkzeugmaschinen, sowie besonders der Schneidwerkzeuge für den letzten Schnitt festgelegt wird. Die Schablonen müssen genau um 90° (bzw. 45°) auseinanderliegen, da das Gehäuse vier(sechs)teilig²⁾ ist. Das genau vertikale Arbeiten der Hobelmaschine oder Nutenziehmaschine lässt sich leicht mittels des Winkelmessinstruments konstatieren. Horizontale Bohrungen und Nuten lassen sich mit Hilfe der Wasserwage festlegen. Während des Zusammenbaues der einzeln bearbeiteten Gehäusesegmente ist mit Hilfe des Senkbleis und der Wasserwage die Lage der Trennfugen gegeneinander, sowie die Einsenkung zu kontrollieren.

16. Einspanner und Aufspanner.

Um das mühsame Anreissen auf der Richtplatte und das Ankörnen zu umgehen, sowie die bei Massenfabrikation erforderliche Auswechsel-

¹⁾ Das Gehäuse ist z. B. abgebildet in Niethammer, Mod. Ges., Fig. 93.

²⁾ 2 Teile = 90° und 4 Teile = 45° .

barkeit zu unterstützen, bedient man sich zahlreicher Aufspannvorrichtungen, Aufspanner, Lehren und Anschläge¹⁾ (Bohrformen, Fräsformen, Hobelformen, Giessformen, Schleiflehren, Teil-schablonen), sowie ganz automatischer Maschinen. Diese letzteren enthalten eine ganze Kette von Aufspann- und Verschiebevorrichtungen,

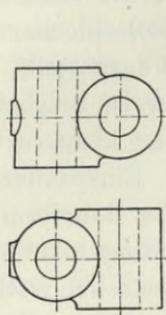


Fig. 164.

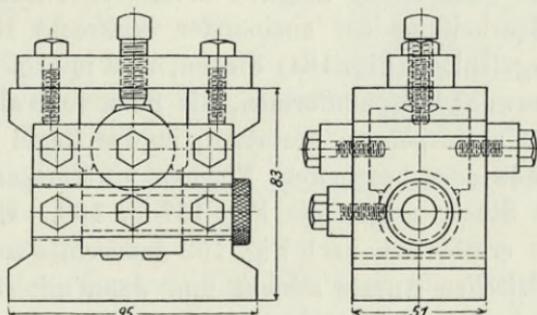


Fig. 165.

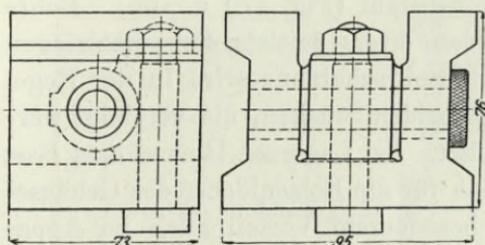


Fig. 166.

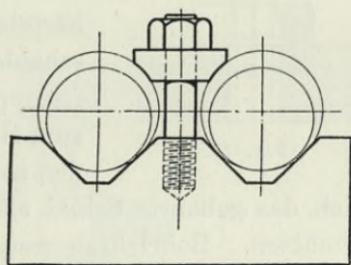


Fig. 167.

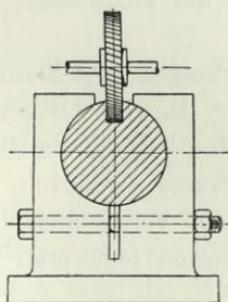


Fig. 168.

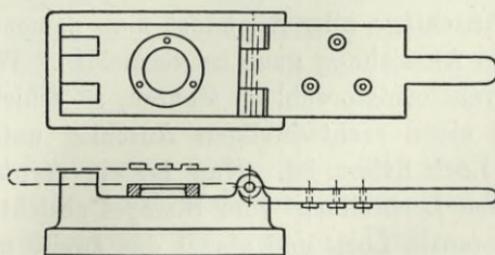


Fig. 169.

sowie Anschläge und stellen ganze Stücke mit allen Ansätzen und Gewinden ohne Eingriff des Arbeiters her, wodurch sich die Herstellungskosten oft auf ein Zehntel reduzieren lassen, abgesehen von der grösseren Genauigkeit und Gleichartigkeit. Die eigentlichen Einspannformen, deren Anfertigung sich erst beim Bau desselben Stückes in zahlreichen Exemplaren rechtfertigt, umgeben entweder das ganze zu bearbeitende

¹⁾ Siehe Z. V. D. I. 1903, S. 1177 ff., Möller.

Stück (geschlossene Formen), oder man legt bzw. schraubt sie nur auf eine oder mehrere Flächen desselben (offene Formen, Bohrlehren, Bohrschablonen). Sie müssen jedenfalls so gebaut sein, dass Formänderungen ausgeschlossen sind. Das Ein- und Ausspannen muss rasch vor sich gehen (Exzenter- oder Flügelschraubenverschluss) und es muss eine genaue Bearbeitung möglich sein. Zwei Bohrformen¹⁾, die sukzessive zur Bearbeitung der zueinander senkrecht stehenden Bolzenlöcher des Kreuzgelenkes (Fig. 164) dienen, sind in Fig. 165 u. 166 dargestellt. Es gibt sowohl Einspannformen, die ganz rohe als auch teilweise bearbeitete Stücke einzuspannen gestatten; in der Regel benützt man kleinere vorstehende oder bearbeitete Flächen zu Einspannflächen. Einspanner für runde Stücke zeigen die Fig. 167 u. 168. Eine einfache Bohrform für Ringe ergibt sich nach Fig. 169 dadurch, dass man den Ring über einen zylindrischen Ansatz schiebt und dann mit einem Klappdeckel festhält, in dem auch die Bohrlöcher vorgesehen sind. Die Bohrlehren erhalten

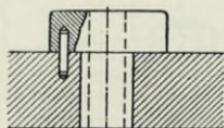


Fig. 170.

zur Führung des Bohrers Bohrbüchsen aus gehärtetem Maschinenstahl (Fig. 170 u. 166). Bohrschablonen werden öfters mittels Schraubzwingen festgepresst. Die Bohrschablone wird in der Regel zum Bohren auf beiden Stücken, die vereinigt werden sollen, benützt. Bei Lagerschildmaschinen lässt

sich das gebohrte Schild als Schablone für die Bolzenlöcher des Gehäuses benützen. Bohrlehren werden mit besonderem Vorteil auch im Apparatenbau zum Bohren der Kontaktplatten von Anlassern und Regulatoren benützt, für Schalttafelpaneele, ferner zum Bohren der Endplatten von lamellierten Polen.

Anschläge aller Art findet man namentlich an Pressen zum Stanzen, um ein Anzeichnen ganz zu vermeiden. Will man z. B. vier Löcher in ein Transformatorenblech stanzen, so schiebt man das betreffende Blech gegen einen rechtwinkligen Anschlag unter der Presse, wodurch das erste Loch fixiert ist. Nun ist ein vertikaler Bolzen vorgesehen, der um eine Lochteilung vom Stempel absteht; über diesen legt man das ausgestanzte Loch und stanzt das zweite u. s. f.

Eine Reihe verschiedener Bohrlehren²⁾ für verschiedene Zwecke sind in Fig. 171 bis 173 abgebildet: Fig. 171 zum Bohren von Löchern in Handgriffen; Fig. 172 zum Bohren zahlreicher radialer Löcher, wie sie z. B. an Ankerkörpern vorkommen können. Fig. 173 entspricht einer

¹⁾ Der Providence Engineering Works aus dem eben zitierten Aufsatz.

²⁾ Während die Polschuhlöcher zweiteiliger Gehäuse mit angegossenen Polen (Aussenpoltype) leicht auf der Radialbohrmaschine herzustellen sind, baut man sich für ungeteilte Gehäuse zweckmässig eine elektrisch oder mit Druckluft betriebene Spezialvorrichtung.

fahrbaren Bohrlehre der Westinghouse Co. für Strassenbahnmotoren; das Bild zeigt zugleich eine mehrspindlige Bohrmaschine. Häufig versteht man die Bohrlehren für Strassenbahnmotorengehäuse noch mit Drehzapfen und einer Kreiseinteilung, so dass man das ganze Stück samt Schablone unter der Bohrmaschine auf eine beliebige Neigung von 0 bis 90° einstellen kann. Bohrschablonen für Lagerschilder müssen eine zylindrische Zentrierung besitzen, die in die Lagerbohrung genau passt. Der Einspanner Fig. 174 gestattet die gleichzeitige Bearbeitung mehrerer Flächen eines runden Körpers; Fig. 175 dient zum schrägen Keilnutziehen. Die Form Fig. 176 wird zum Ausdrehen von Lagerschildern auf dem Drehwerk benützt. Zum Bohren der vielen Löcher

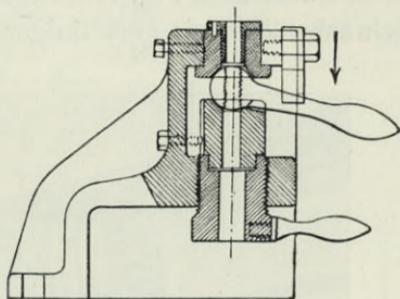


Fig. 171.

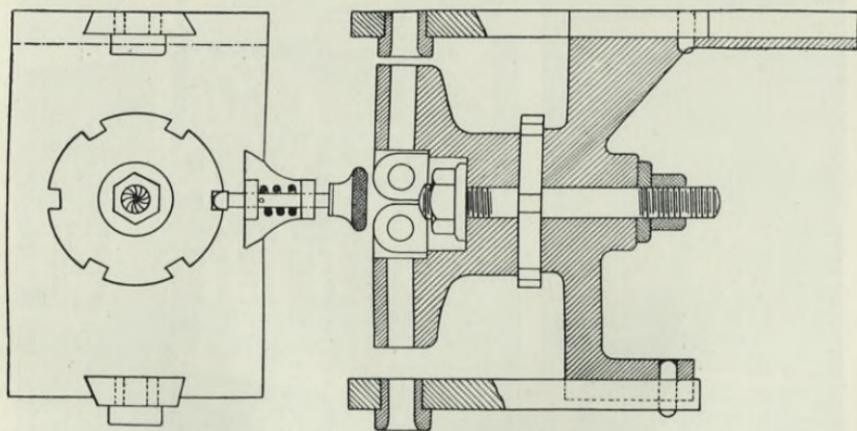


Fig. 172.

an den Segmenten einer Kontrollerwalze kann man entweder einen Stahlblechzylinder mit einer entsprechend sitzenden Anzahl von Bohrbüchsen über die Walze schieben, wobei die Lage am Umfang durch einen Anschlag fixiert wird, oder aber man benützt eine Drehbank (Fig. 177), auf der eine geradlinige (a) und eine kreisförmige (b) Lehre befestigt ist. Der fahrbare Bohrschlitten c hat einen Schnapper, der in Löcher von a einspringt; auf dem Umfang wird das Loch durch b mit Schnappstift eingestellt.

Das Zerschneiden von Gummirohren in Streifen kann man sich durch Anwendung der einfachen Holzlehre Fig. 178 sehr erleichtern. Es gibt auch Fälle, wo man das Arbeitsstück mit Schwefel oder einer anderen Masse in die Aufspanner eingießt.

Es gibt noch vieles Zubehör zu Werkzeugmaschinen, das etwas allgemeiner benützt werden kann als die eigentlichen Einspannformen, z. B. Böcke nach Fig. 179, deren Kopf gelenkig ausgebildet ist; Universal-schraubstöcke mit geradliniger und kreisförmiger Bewegung (Fig. 180);

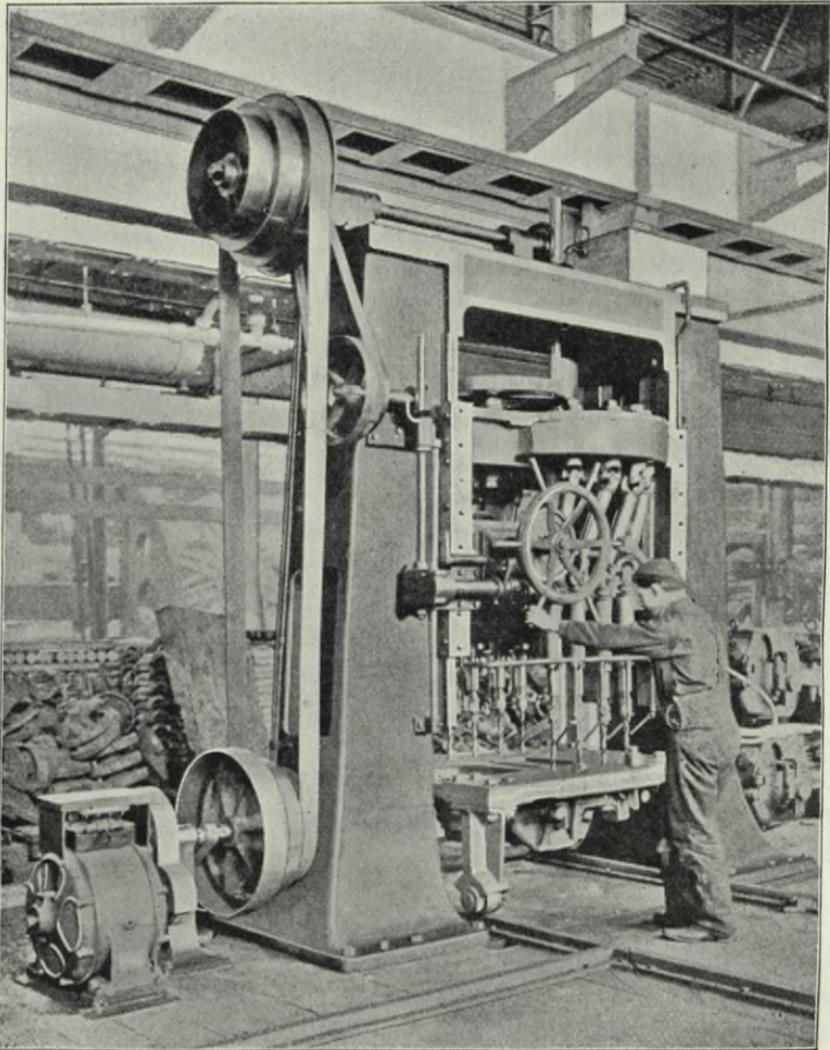


Fig. 173.

die Klammer Fig. 181 zum Aufspannen von Zahnrädern und Scheiben; verstellbare Winkelaufspannplatten, V-förmige Blöcke für runde Stücke, lange Aufschraubstücke zur radialen Erweiterung von Planscheiben u. a. m.

Auch die elektromagnetischen Aufspannvorrichtungen¹⁾ verdienen für

¹⁾ Eine ganze Reihe elektromagnetischer Aufspanner findet sich in Z. V. D. I. 1904, S. 68 ff.

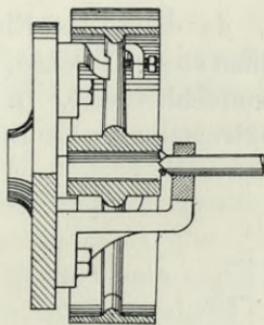


Fig. 174.

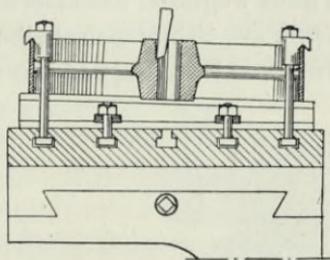


Fig. 175.

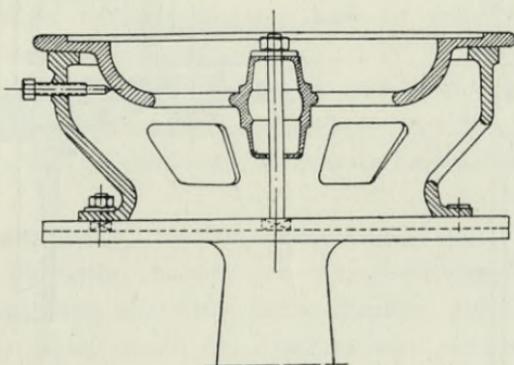


Fig. 176.

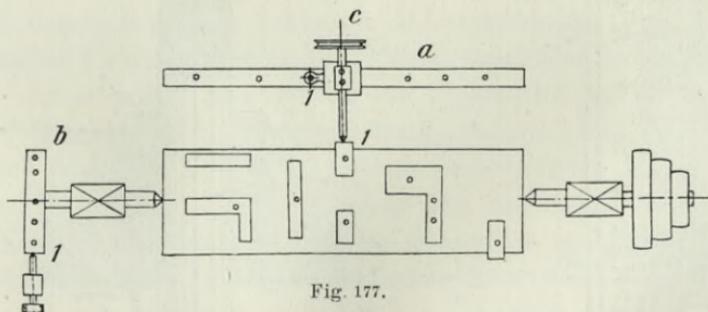


Fig. 177.

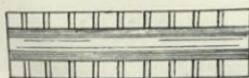


Fig. 178.

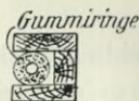


Fig. 179.

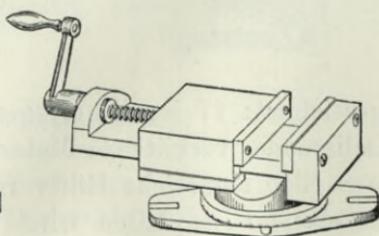


Fig. 180.

ebene Arbeitsstücke aus Eisen Beachtung, da dann das Einspannen eigentlich ganz wegfällt; besonders zum Schleifen ebener Flächen, z. B. von Schnitten mit der Schmirgelscheibe sind sie empfehlenswert. In Fig. 181 u. 182 ist nach D.R.P. 132 045 ein solcher elektromagnetischer Einspanner

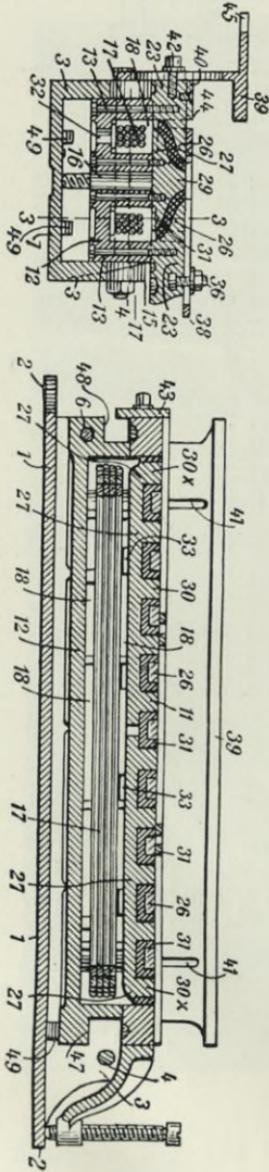


Fig. 182.

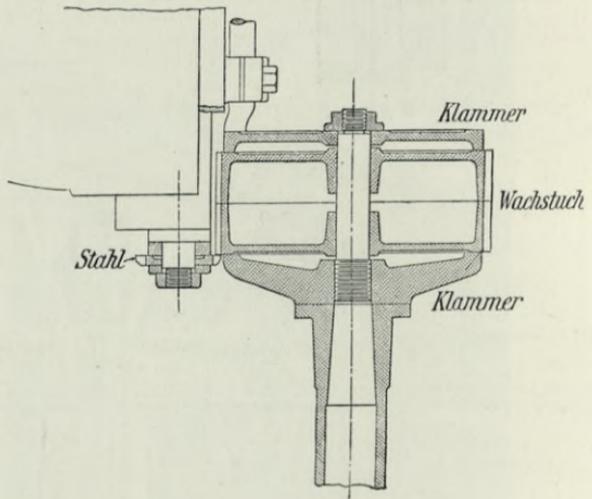


Fig. 181.

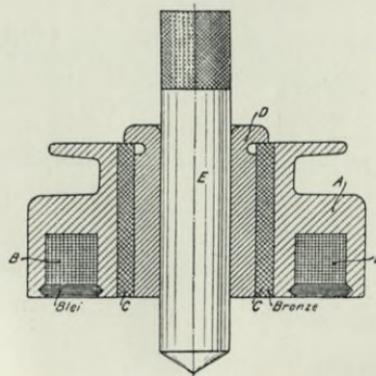


Fig. 183.

gezeichnet: 17 ist die erregende Spule, beide Polschuhe sind durch das isolierende, verkittende Material 31 miteinander verbunden.

Eine sinnreiche Hilfsvorrichtung zum Zentrischbohren von Löchern in ebene Eisenplatten wird von de Leeuw im American Machinist¹⁾

¹⁾ Am. Mach. 1902, S. 324; Z. V. D. I. 1902, S. 581.

beschrieben (Fig. 183). Sie besteht aus einem zylindrischen Körper A aus weichem Eisen, in dessen ringförmiger Eindrehung eine Magnetwicklung B eingebettet und durch einen eingestemmtten Bleistreifen festgehalten ist. In die zylindrische Bohrung von A passt die Bronzebüchse C, welche die stählerne Führungsbüchse D für den Bohrer von dem Eisenkörper magnetisch isolieren soll. Die Vorrichtung wird wie folgt gehandhabt: Der genau auf den Bohrerdurchmesser geschliffene Bolzen E, der unten zugeschärft ist, wird in den Mittelpunkt der Körnermarke gedrückt, welche das zu bohrende Loch bezeichnet, und dann wird die magnetische Bohrlehre übergestülpt. Schliesst man jetzt den elektrischen Strom, so haftet die Lehre an der zu bohrenden Platte fest, der Bolzen E kann herausgenommen und an seiner Stelle der Bohrer eingeführt werden. Der Stromverbrauch soll $\frac{1}{7}$ Ampere bei 220 Volt betragen. In D. R.-P. 149 667 ist ein zweifacher elektromagnetischer Stahlhalter für Hobelmaschinen beschrieben. Der Magnet legt bei jedem Hubwechsel den Doppelstahl um, so dass in beiden Richtungen gehobelt werden kann.

Zum sachgemässen, raschen Ausgiessen von vielen Lagerstellen, z. B. einer Grundplatte, lassen sich Ausgiessformen mit Vorteil verwenden. Sie bestehen aus einer Reihe Zapfen, welche in die einzelnen Lager mit einem Spiel gleich der Ausgussdicke passen. Seitlich werden die Zapfen durch Ringe abgeschlossen, um ein Auslaufen des Weissmetalls zu verhindern. Alle Teile der Lehre sind zu einem Gussstück vereinigt.

Das Bearbeiten ohne besondere Hilfsvorrichtung geschieht derart, dass zunächst die zu bearbeitenden Flächen weiss oder farbig angestrichen werden. Dann bringt man sie auf die Richtplatte, zu der verschiedene genaue V-förmige Blöcke für runde Stücke gehören, und zeichnet mittels Anreissers, Massstab und Zirkel die zu bearbeitenden Linien an bzw. körnt die Löcher an. Schliesslich hat man das Stück mit allen möglichen Winkeln, Unterlagscheiben und Schrauben mühsam aufzuspannen. Dass die auf solche Arbeiten verwendete Zeit durch Verwendung von Lehren, die das Anreissen und Ankörnen unnötig machen, und durch speziell angepasste Aufspanner, die man zweckmässig mit den Lehren vereinigt, ganz wesentlich reduziert werden kann, leuchtet ohne weiteres ein.

17. Werkzeuge und Werkzeugbau.

Neben der Leistungsfähigkeit der Werkzeugmaschinen ist deren Präzision von grösster Bedeutung. Eine Drehbank dreht nur insoweit rund, als ihre Wellen in den Lagern rund laufen. Gleich wichtig ist

aber auch die Verwendung guter Werkzeuge wie Fräser, Stähle, Gewindeschneider, Reibahlen (Fig. 184), Senker (Versenker) etc., die fortlaufend zu revidieren sind. Sehr zeitsparend für die Bearbeitung sind Fassonfräser, z. B. nach Fig. 185 u. 185a, womit sich viele Flächen

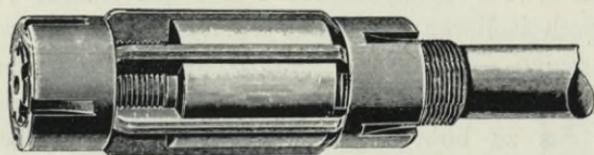


Fig. 184. Verstellbare Reibahle.

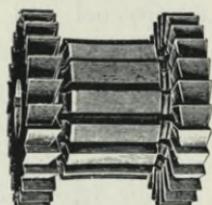


Fig. 185.

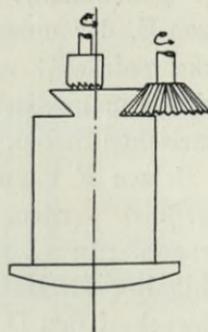
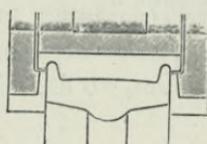


Fig. 185a.

gleichzeitig bearbeiten lassen, oder nach Fig. 186 für T-Nuten. Solche Werkzeuge sind allerdings teuer. Zum gleichzeitigen Aufreiben doppelter Lagerstellen in einer Flucht empfehlen sich die Reibahlen (Fig. 187).



Fig. 186.

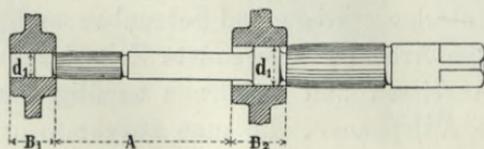
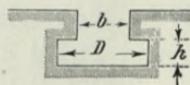


Fig. 187.

Selbstredend ist, wo immer möglich, von den neueren Schnelldrehstählen für Schrumparbeit Gebrauch zu machen, die weit mehr und rascher arbeiten als die alten Werkzeugstähle, allerdings auch äusserst kräftige Maschinengestelle verlangen. Zum Fertigbearbeiten empfiehlt sich in der Regel die Schleifscheibe, die sich an jeder Drehbank leicht anbringen lässt.

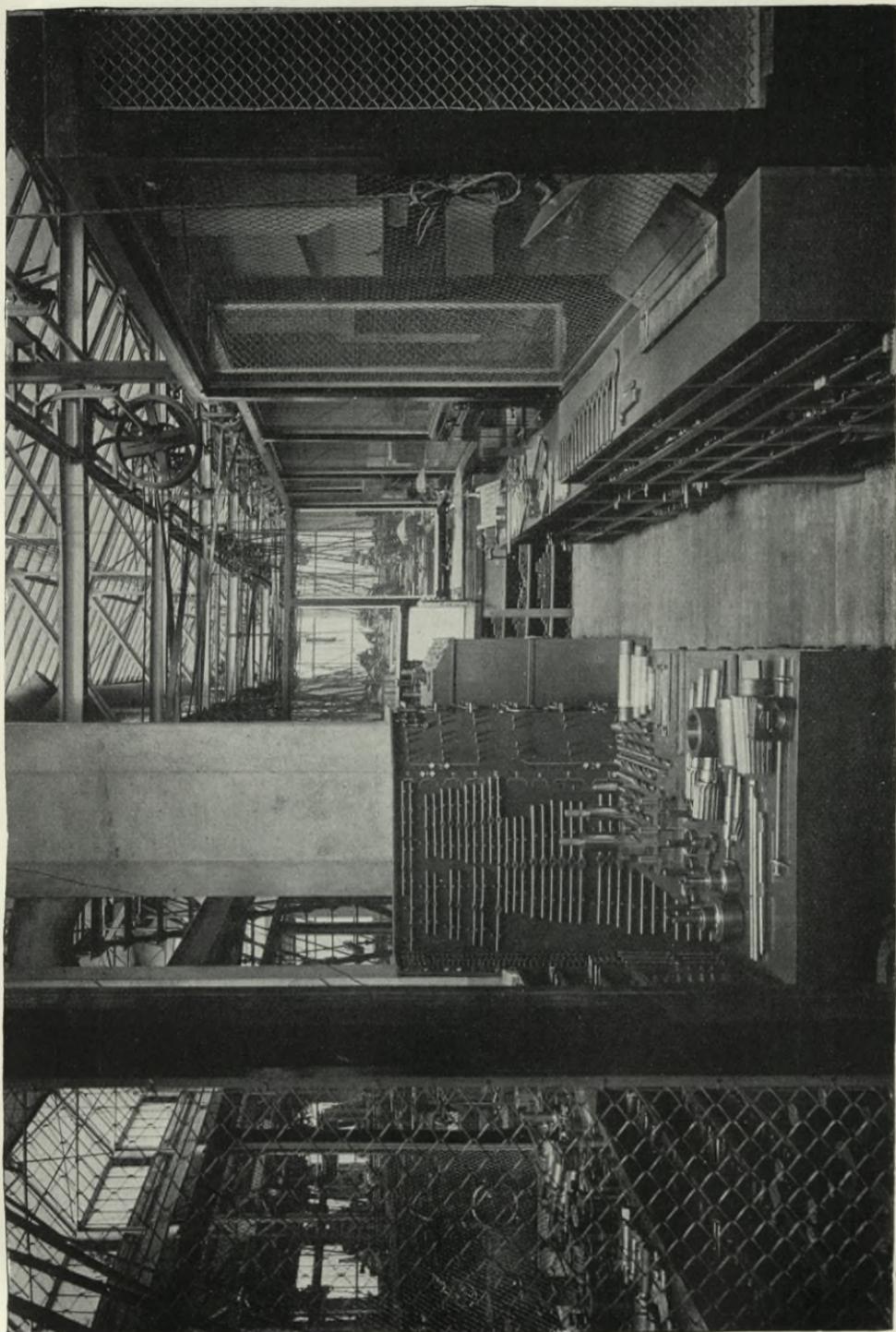


Fig. 187 a. Ludwig Löwe.

Alle Werkzeuge, Schnitte, Lehren, Aufspanner, Wickel- und Pressformen, event. auch ganze Werkzeugmaschinen (Spezialtypen¹) werden in der Werkzeugmacherei hergestellt. In dieser Werkstätte für Werkzeugbau braucht man eine Reihe kleinere und mittlere Präzisionswerkzeugmaschinen, Shapingmaschinen, Drehbänke, Stossmaschinen, Fräsmaschinen, Schleifmaschinen, ferner einen Härteofen, einen Bleischmelzofen, ein oder zwei kleine Schmiedefeuere, eine Reihe guter Schraubstöcke, Richtplatten und gute Messwerkzeuge. Die verschiedenen Gestelle (in Fig. 189) dienen zum ordentlichen Verwahren der Werkzeuge und Arbeitsstücke. Der Werkzeugmacherei untersteht auch das Werkzeuglager (Fig. 187 a von Ludwig Löwe & Co.) und die Werkzeugausgabe, überhaupt die gesamte Kontrolle, Instandhaltung und Reparatur aller Werkzeuge und Messapparate.

18. Allgemeines über die Montagehalle.

In der grossen Werkstatthalle sind ausser den besprochenen Werkzeugmaschinen und Hebezeugen noch untergebracht genaue Richt- und Anreissplatten, die sich nicht verziehen dürfen und schonend zu behandeln sind, grosse Montierungsroste



Fig. 188. Ludwig Löwe. Härteöfen.

und -gruben, Werkbänke mit guten Parallelschraubstöcken und Schubläden für das Schlosserwerkzeug, einige Gasschmelzöfen für Blei und Weissmetall zu Lager-schalen und anderweitigem Ausgiessen (z. B. zum Ausbalanzieren), ferner Härteöfen (Fig. 188) zum Härten²) der Werkzeuge, Feldschmieden, Schleifsteine mit staubfreier Abdehrrichtung (Brown und Sharpe). Das richtige Härten von Werkzeug-

¹) Wickelmaschinen u. ä.

²) Stahl wird zu drei Zwecken erhitzt: a) zum Schmieden, b) zum Härten, c) zum Ausglühen (allmählich erkalten).

stücken verlangt weitgehende Erfahrung. Es geschieht entweder im Gasofen, oder im Holzkohlenfeuer, oder im Muffelofen, im flüssigen Blei- oder im Sandbad, oder auch im elektrischen Ofen mit anschliessendem Abschrecken unter Wasser oder Oel.

Eine Reihe rechteckiger und runder Werkbänke mit Schraubstock und Werkzeugkasten und event. mit Schmiede sollte fahrbar oder durch den Kran versetzbar sein. Ausser den erhöhten Meisterbuden sind noch Magazine anzuordnen, aus denen Werkzeuge und Messvorrichtungen verausgabt werden, und zwar getrennt: Schlosserwerkzeug, Feilen, Dreherwerkzeug, Schrauben, Messwerkzeuge, Maschinenteile etc.

Um die Arbeiter möglichst an Ordnung zu gewöhnen, verwende man eine Reihe verschiebbarer Ständer (Fig. 189), worauf das Werkzeug sowie kleinere zu bearbeitende Stücke übersichtlich aufgestapelt werden können. Auch unter den Werkzeugmaschinen stelle man fahrbare Mulden auf (Fig. 190). Vor manchen Werkzeugmaschinen empfiehlt sich die Aufstellung eines Holzrostes. Zur Aufstellung

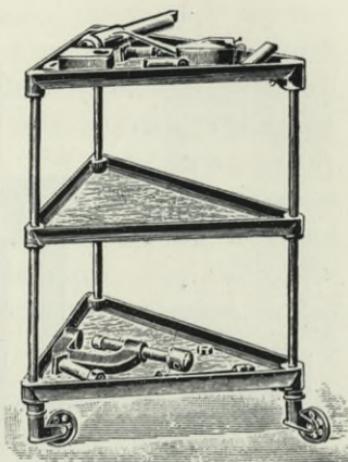


Fig. 189. Deutsche Garvin-Gesellschaft.

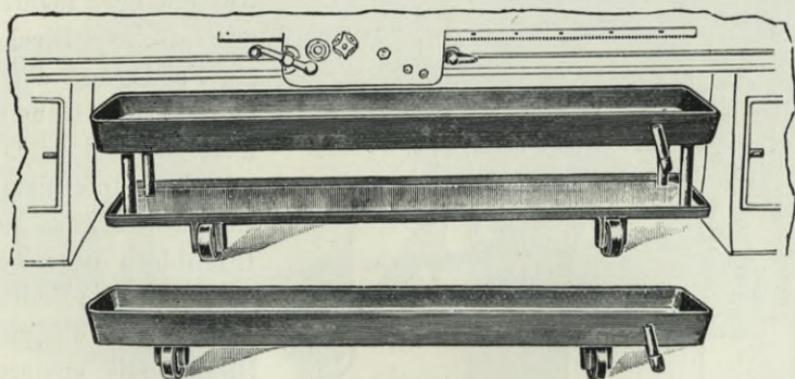


Fig. 190.

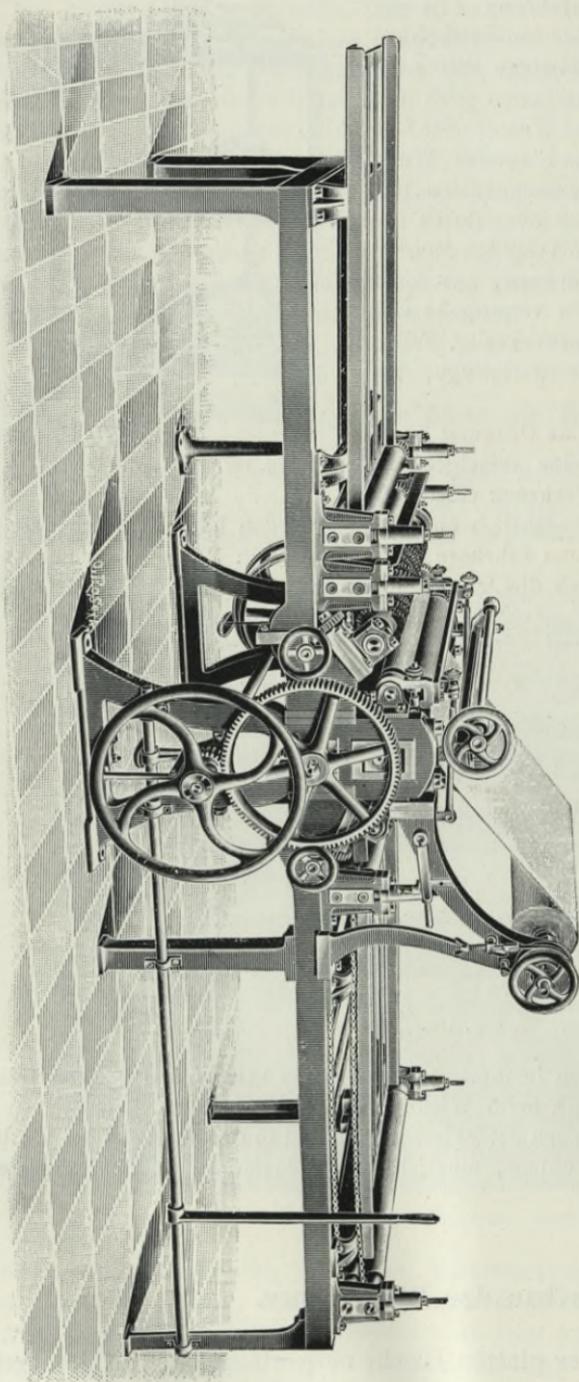
und Montage grösserer Maschinen benützt man einen Satz verschieden grosser Holz- oder Schmiedeeisenböcke, die auch beim Wickeln Verwendung finden.

Die teuren und zeitraubenden Schlosserarbeiten sind in den allgemeinen Werkstätten, abgesehen vom Werkzeugbau, möglichst zu reduzieren, was bei genauer Maschinenarbeit wohl angeht.

19. Aufbau der Blechkörper.

Sind die genuteten oder glatten Bleche ausgestanzt oder ausgeschert, so hat man sie zusammenzubauen. Sitzen die Bleche direkt auf der Welle, so schiebt man dieselben, Keil und Keilnute aufeinander passend, über die vertikal gestellte Welle, wobei der untere Flansch als Stützfläche dient. Ebenso verfährt man bei kleineren Ankerkörpern, die man

Fig. 191. Stollberg-Ofenbach.



auf und zieht die Schrauben an. Dieses Anziehen darf nicht ins

ohne Welle und mit dem angegossenen Flansch nach unten vertikal stellt. Zwischen die Bleche wird abwechselnd eine Scheibe dünnes (0,02 bis 0,03 mm starkes) Seidenpapier gelegt. Die Papierscheiben können von vornherein ausgezahlt sein, was aber teuer und unpraktisch ist, oder man brennt nachträglich die vollen Papiernuten mit einem glühenden Dorn aus; bei zu fräsenden Nuten legt man ohne weiteres volle Papierscheiben ein. Auf ein oder mehrere etwas stärkere Bleche, die zur Festlegung der Ventilationskanäle dienen, lötet, hakt oder nietet man mittels Kupfernieten Distanzstücke¹⁾ aus Messing, Eisenblech oder Temperguss. Vor die Endflansche schiebt man einige starke Bleche mit entsprechend starken Zähnen und wohl noch einen Pressspanring ein, eventuell werden zur Versteifung der langen Zähne Druckfinger aufgenietet. Die Endventilationskanäle sind aus den Flanschen ausgespart. Ist die genügende Zahl Bleche aufbeugt, so legt man den anderen Pressflansch

¹⁾ Siehe Niethammer, Elektrische Maschinen und Anlagen, I, 2.

Ungemessene getrieben und nicht zu ruckweise ausgeführt werden, da sonst die Schrauben unmässig beansprucht werden und abreissen. Die vorstehenden Papierstücke werden nach dem Zusammenbau durch ein glühendes Eisen ausgebrannt. Dies ist das primitivste Verfahren. Neuerdings gibt es Papierklebmaschinen (Fig. 191) von Stollberg-Offenbach, auf denen die ganzen Blechtafeln vor dem Stanzen oder Ausscheren einseitig automatisch durch eine Klebstoffwalze mit von einer Rolle laufendem Papier beklebt und mittels einer Gasheizeinrichtung getrocknet werden¹⁾. Besonders in amerikanischen Firmen werden

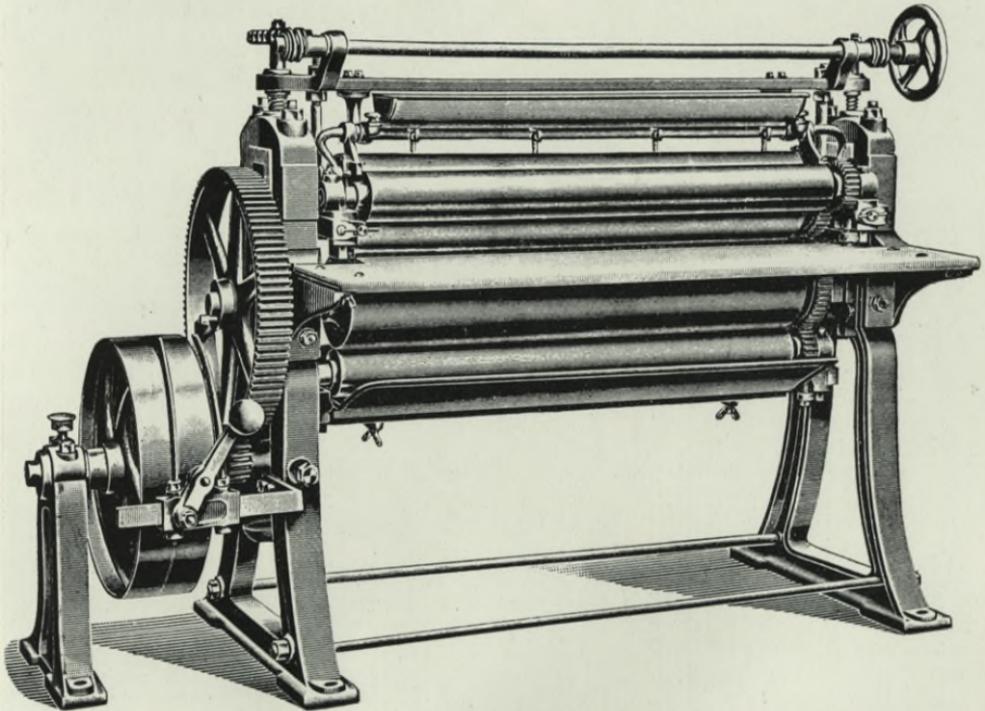


Fig. 192. Stollberg-Offenbach. Blechlackierwalze.

dagegen die ausgestanzten Bleche beiderseitig mit schwarzem Isolierlack (auch Schellack oder Wasserglas) bestrichen (Fig. 192 von Stollberg-Offenbach), jedes andere Blech kann unlackiert bleiben. Das Lackieren geschieht entweder von Hand oder meist selbsttätig zwischen zwei Farbwalzen, von wo die Bleche entweder von Hand an Gestellen mit Haken aufgehängt und in einen Trockenofen mit Dampf- oder Gasheizung (mit 100° C.) gesteckt werden, oder aber sie fallen auf eine endlos arbeitende Trockenmaschine, auf der sie nach Art der Papiermaschinen

¹⁾ Siehe auch D. R.-P. 115135 von Siemens & Halske, wonach feuchtweiche Papierfasermasse (unfertiges Papier) unmittelbar auf die Blechtafeln fest aufgebracht und auf ihnen getrocknet wird.

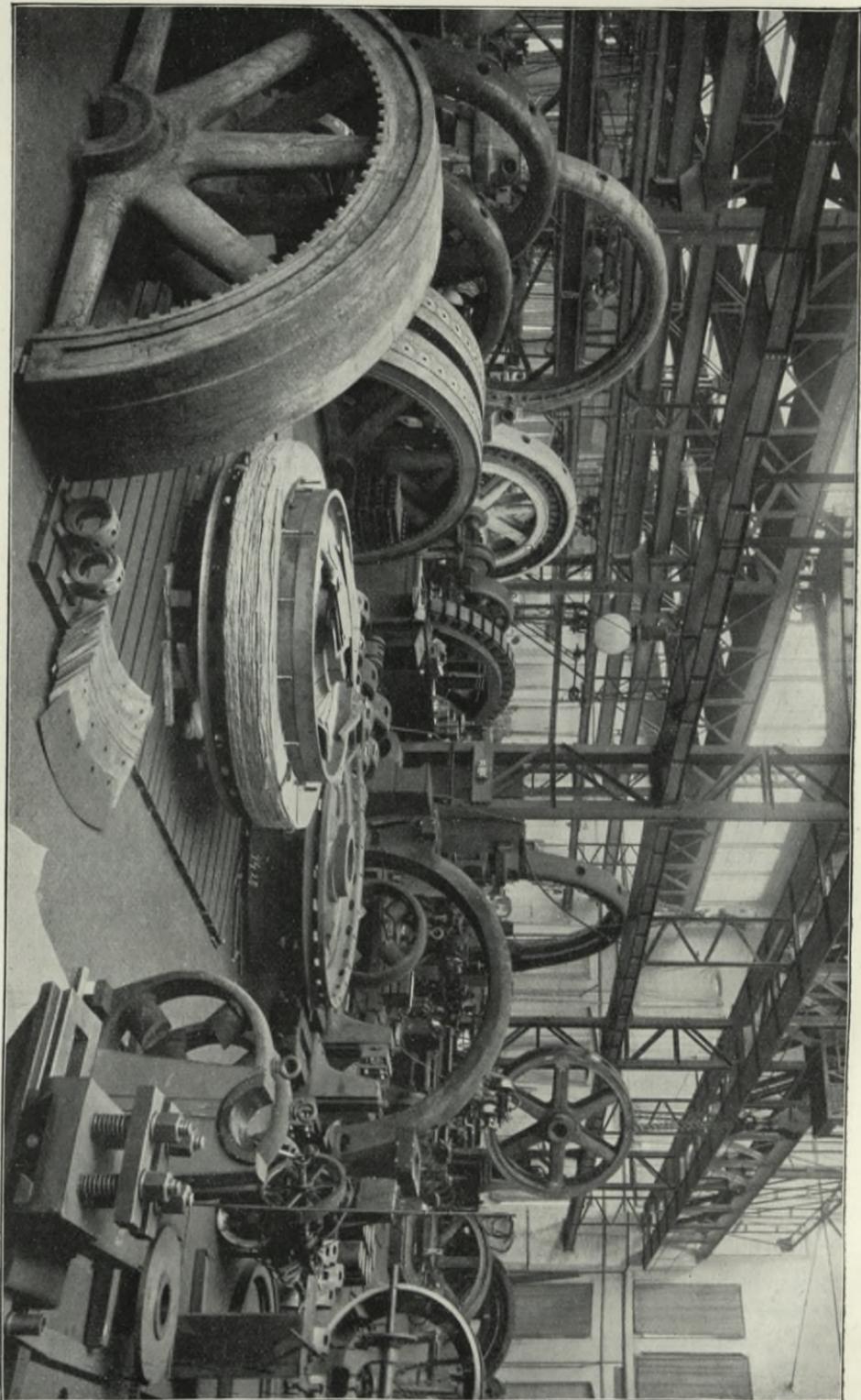


Fig. 193. Deutsche Elektrizitätswerke Aachen.

auf einem Filzband fortbewegt werden, unter dem geheizte Trockenwalzen liegen. Die Bleche für Polschuhe, Pole und Schlussanker bezw.

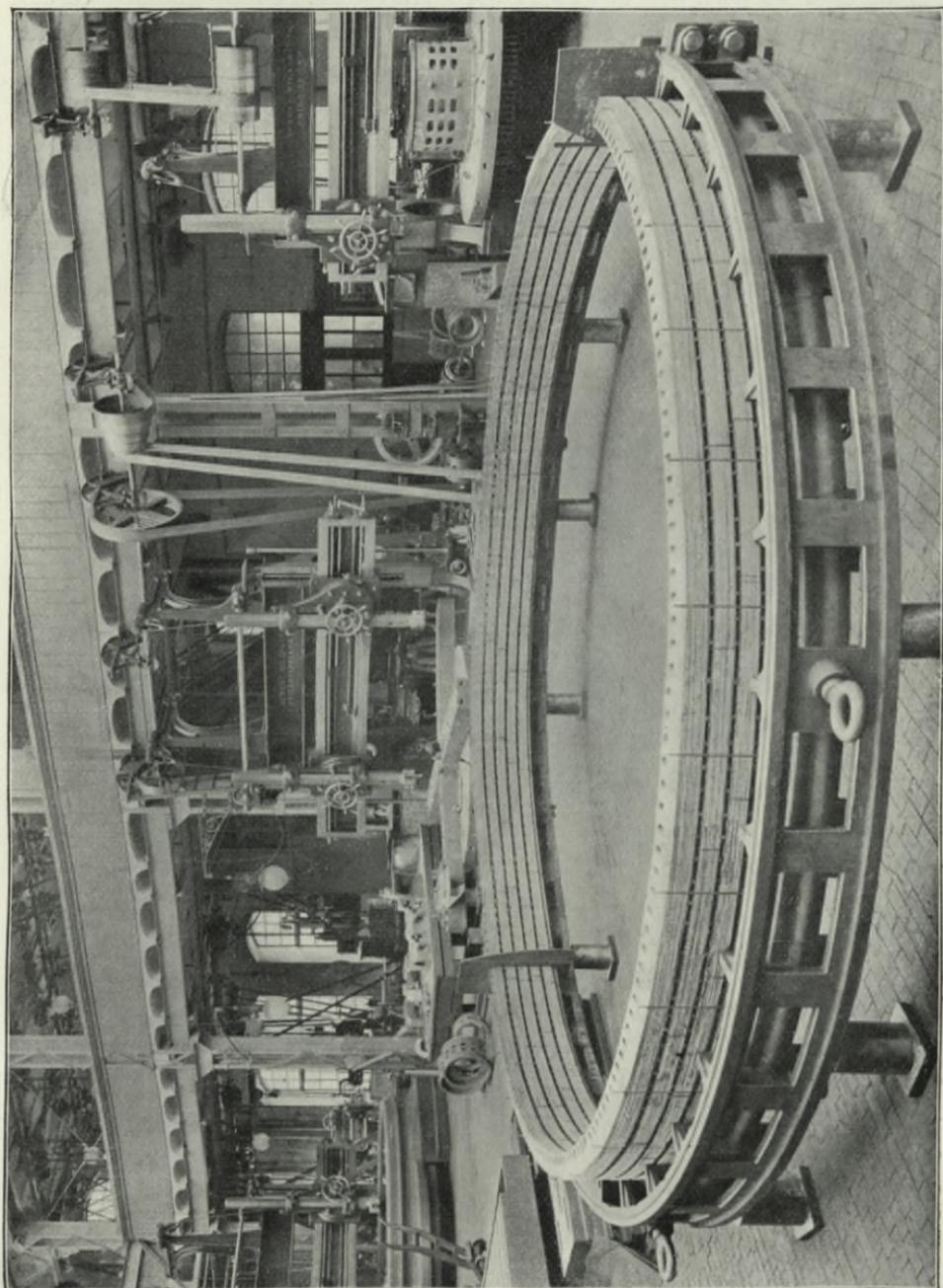


Fig. 194. Schuckert.

überhaupt Drehstromrotoren braucht man nicht zu isolieren, sie können auch stärker sein, 0,8 bis 3 mm, falls die Pressen es zulassen.

Der Blechaufbau bei Verwendung von Segmenten geschieht in ganz

ähnlicher Weise wie oben angegeben (Fig. 193 bis 195). Man stellt den Ankerkörper aufrecht auf Holzklötze, mit dem angegossenen Flansch unten, oder es wird der untere Flansch angepasst. Die Segmente werden nun entweder in eingesteckten Bolzen oder in Keilnuten geführt oder einfach an Rippen anliegend aufgehäuft, indem man zur Erhöhung der Steifigkeit und zur Verminderung des magnetischen Widerstandes in aufeinanderfolgenden Blechlagen die Fugen um $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ der Blechlänge versetzt. Die Segmente sollte man in der Umfangsrichtung mit etwa $\frac{1}{4}$ mm Toleranz stanzen, damit sie sich in den Fugen nicht klemmen. Ebenso ist zu beachten, dass die Nuten etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ mm breiter und tiefer gestanzt werden, um beim Zusammenbau das Sollmass

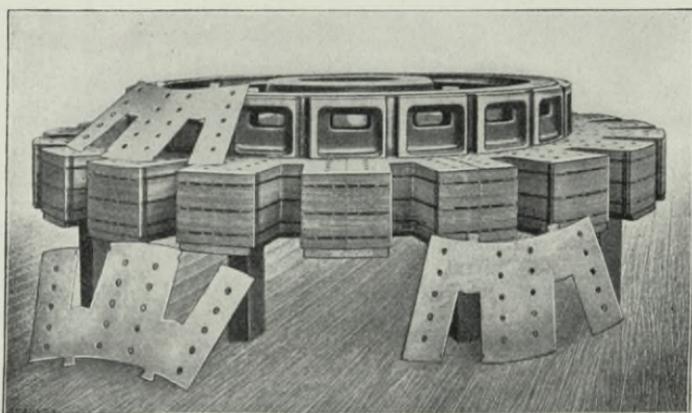


Fig. 195. Westinghouse.

zu ergeben. Um möglichst glatte Nuten zu erzielen, steckt man in etwa zwei Nuten pro Segment einen passenden Dorn, der etwas länger als der Anker ist und an dem die Bleche hochgebaut werden. Bei längeren Ankern legt man in Abständen von 50 bis 70 mm Pressscheiben ein. Der Zusammenbau der Stator- und Rotorbleche von Drehstrommaschinen und -motoren bietet nichts Besonderes. Für die Statorbleche benützt man wohl zu beiden Seiten des Blechpakets je einen nach dem Durchmesser liegenden Querbalken, zwischen welche durch einen kräftigen, im Zentrum verlaufenden Bolzen die Bleche mit Schraubenmuttern auf das richtige Mass zusammengepresst werden, um Sprengringe, Presskeile oder einen Bajonettverschluss einbringen zu können. Mit Hilfe präziser Stanzen kann man Stator- und Rotornuten nahezu geschlossen direkt samt Schlitz vollständig ausstanzen und weder Stator noch Rotor abdrehen, höchstens den Rotor mit einer Hilfsvorrichtung auf einem Drehwerk abschleifen oder den Stator in gleicher Weise ausschleifen. Viele Firmen stanzen jedoch beide Nutsätze geschlossen, drehen den einen Teil aus, den

anderen ab und sägen bzw. fräsen die Nutschlitze von Hand oder mit Hilfe eines Rundfräasers nachträglich ein. Man treibt wohl auch einen entsprechenden Aufschlitzdorn durch. Will man die Nuten gestanzter Bleche gegen die Achse etwas neigen, so hat man die Blechkeile entsprechend schräg zu stellen. Bei guten Stanz-einrichtungen erfordern Nuten sehr wenig Nacharbeit; man treibt einen Passdorn durch und rundet die scharfen Kanten an den Ankerenden gut ab, um die Wicklung nicht zu beschädigen. Bei mittelmässiger Stanzarbeit ist aber viel Feilen, das magnetisch sehr nachteilig ist, erforderlich. Manche Firmen haben besondere vertikal auf- und abgehende Nutenfeilmaschinen oder Nuten-ausräummaschinen.

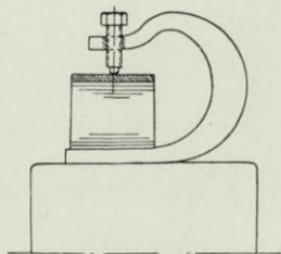


Fig. 195 a.

Die Transformatorenbleche werden gewöhnlich auf einer Eisenplatte längs der Pressbolzen aufgebaut und vermöge einer Art Eisenschraubzwinde zusammengepresst (Fig. 195 a), worauf die Blechbolzen mit den starken Endblechen vernietet oder verschraubt werden (Fig. 196). Das

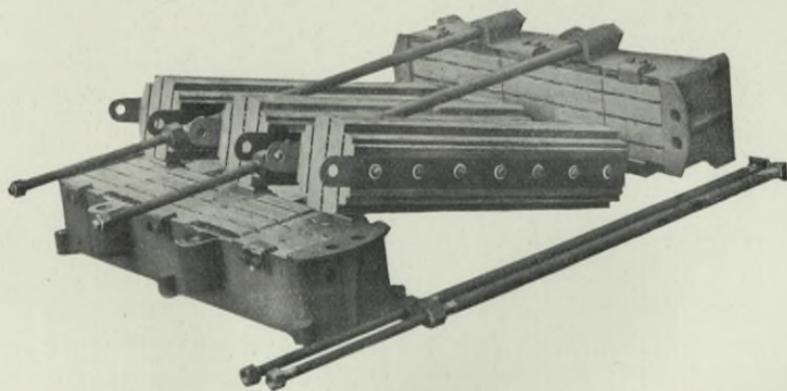


Fig. 196. Kolben & Co.

Aufnieten der Ventilationsstücke geschieht wie früher. Die einzelnen Schenkel stossen entweder mit abgefrästen Stossfugen zusammen unter Zwischenlage einer dünnen Papierscheibe, oder die Bleche werden einzeln oder in kleinen Paketen verzapft.

Sehr rationell ist es, mit den aufgebeugten Ankerblechen unter eine kräftige hydraulische Presse zu gehen und die Bleche auf Mass zusammenzupressen, wonach die Bolzen zwanglos angezogen werden können.

Die Pol- und Polschuhbleche werden auf dem einen kräftigen Endflansch über den Nieten vertikal aufgebaut, mittels eines Hammers oder einer Handpresse oder zweckmässiger hydraulisch zusammengepresst und dann ebenso vernietet.

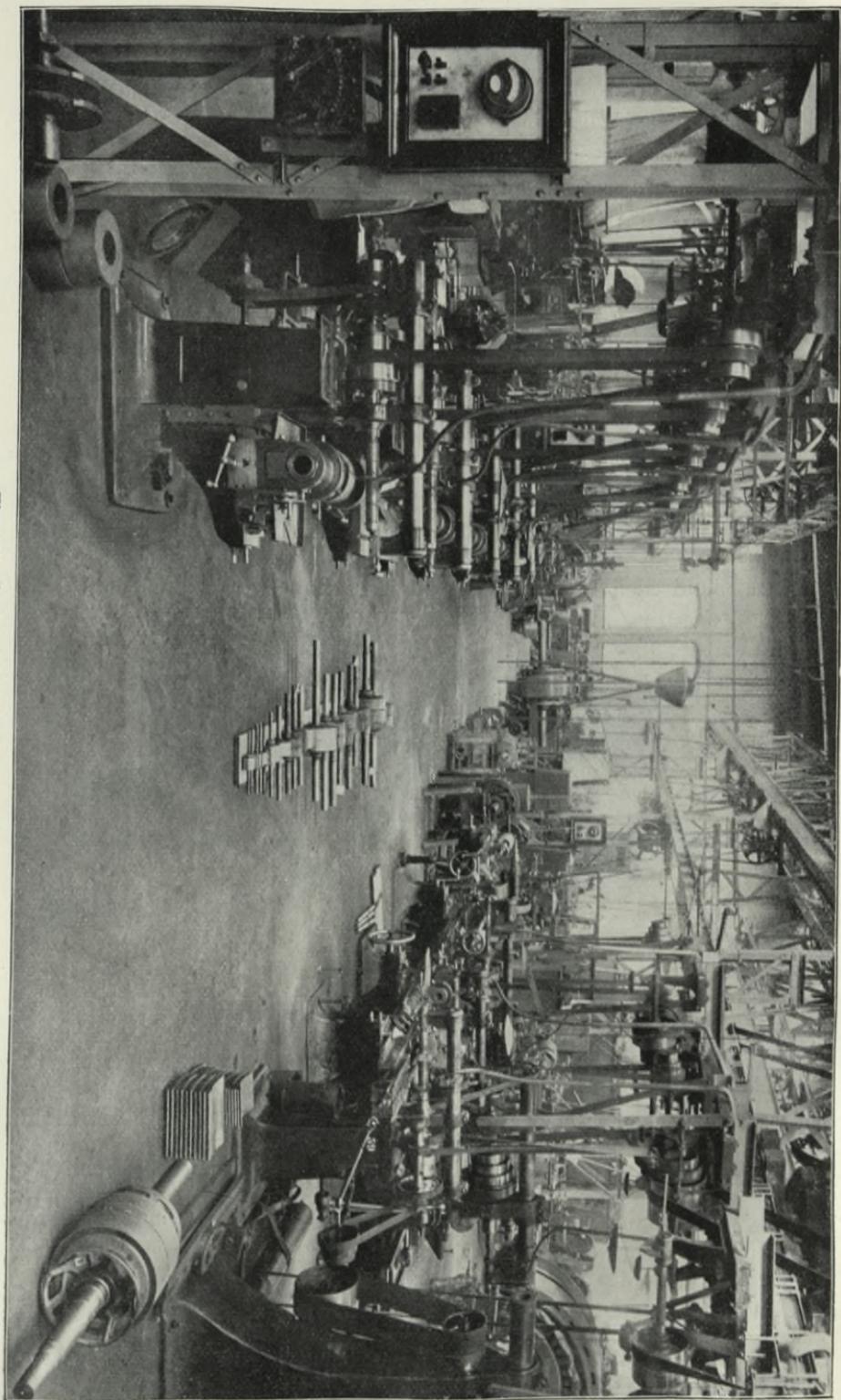


Fig. 197. Deutsche Elektrizitätswerke Aachen.

Es gibt noch eine Reihe Firmen, welche die Nuten nicht stanzen, sondern dieselben, nachdem der Ankerblechkörper aus gestanzten oder

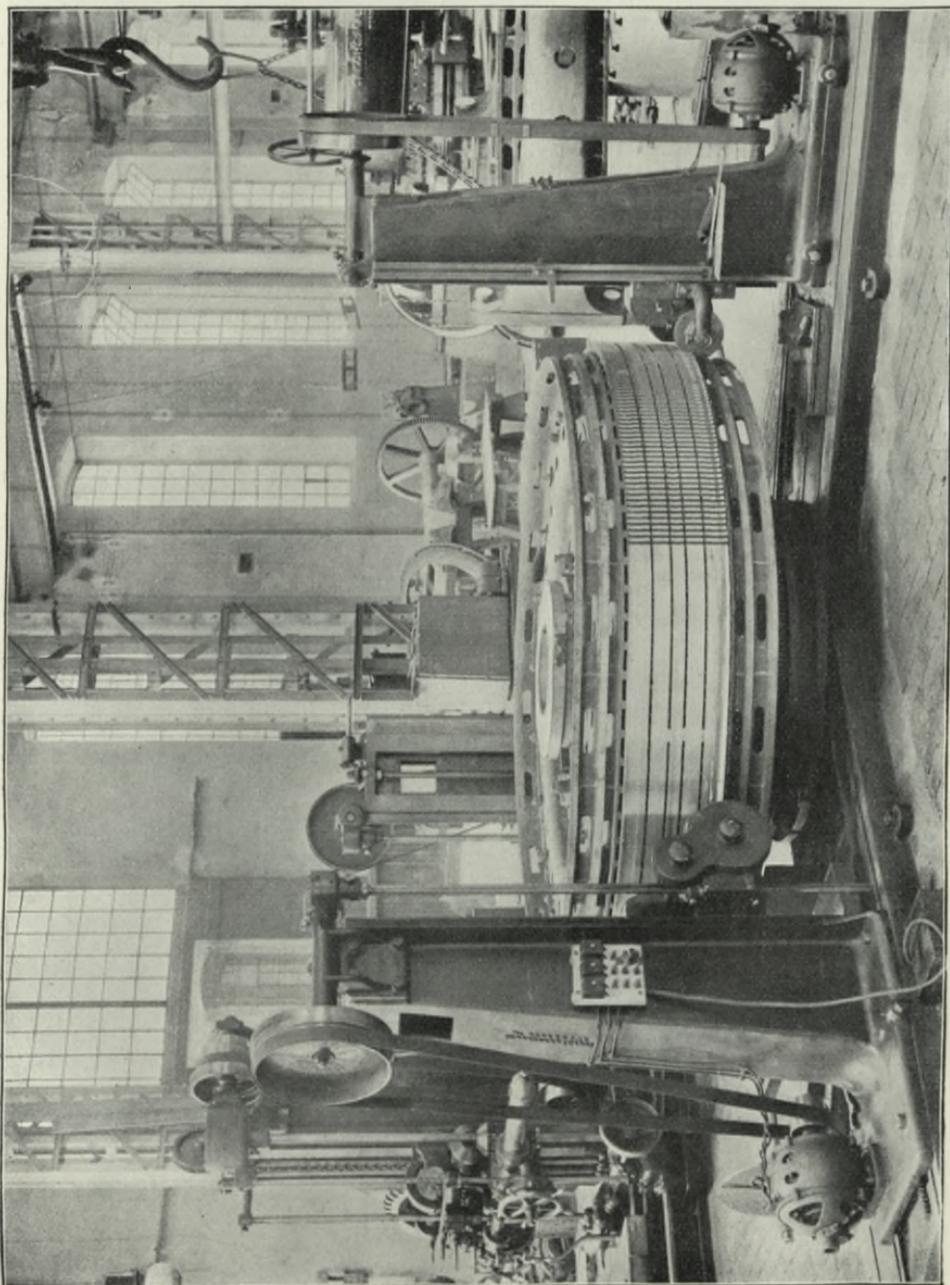


Fig. 198. E.-A.-G. Alloth, Basel.

gescherten Ringen oder Segmenten aufgebaut und abgedreht ist, einfräsen, und zwar kleinere Anker auf der horizontalen Universalfräsmaschine (Fig. 197), grössere auf mehrfachen Vertikalfräsmaschinen

(Fig. 198). Dabei ist es ein Leichtes, schräg zur Achse verlaufende Nuten zu erzeugen. Die Herstellung dürfte beim Fräsen, das aber nur für offene Nuten angeht, in der Regel etwas billiger als beim Stanzen ausfallen, auch die Nacharbeit der Nuten entfällt, aber das etwas starke Verschmieren der Nuten ist ein Nachteil.

Die zusammengebauten Ankerkörper zieht man, wie bereits erwähnt, hydraulisch oder mittels Spindelpresse auf die Welle auf. Dabei ist zu beachten, dass bei Wellen mit angeschmiedetem Flansch Oelringe vor dem Ankeraufziehen aufgeschoben werden müssen, falls man sie nicht zweiteilig macht.

Manche Firmen glühen die Dynamo- und Transformatorenbleche in Glühöfen nach Fig. 198a bei Temperaturen von ca. 800° aus, um die

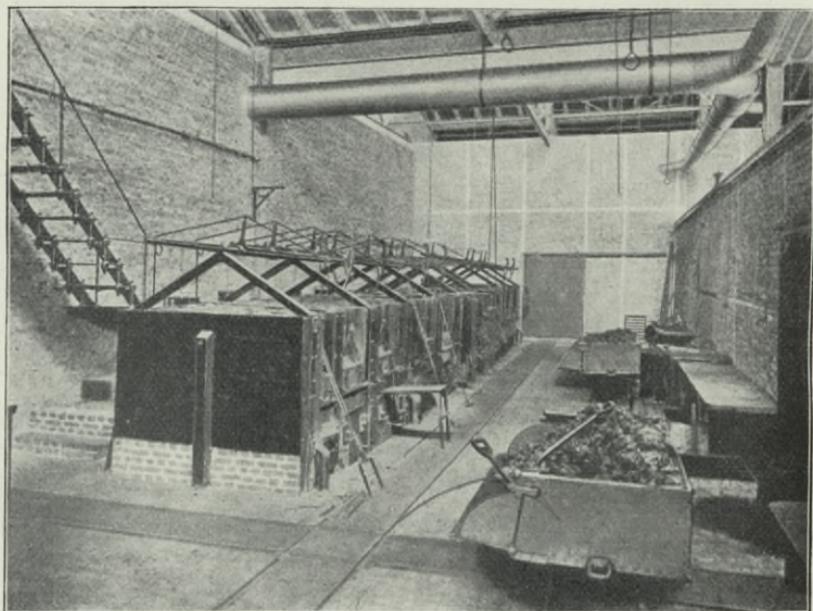


Fig. 198 a. Ludwig Löwe.

Eisenverluste und das Altern herabzusetzen, und zwar wird zweckmässig das Blech erst nach dem Stanzen ausgeglüht. Vor dem Einsetzen in den Ofen wird dasselbe luftdicht eingepackt.

20. Die Tischlerei.

Die Tischlerei (Schreinerei) teilt sich meist in eine Modell- und eine Kistentischlerei. Für Modelle verwendet man Fichten¹⁾, Kiefern-, Eichen- und Nussbaumholz, für Kisten meist Tannenholz. Für ersteres

¹⁾ Yellow pine. Für kleine Modelle soll Mahagoni vorzüglich sein.

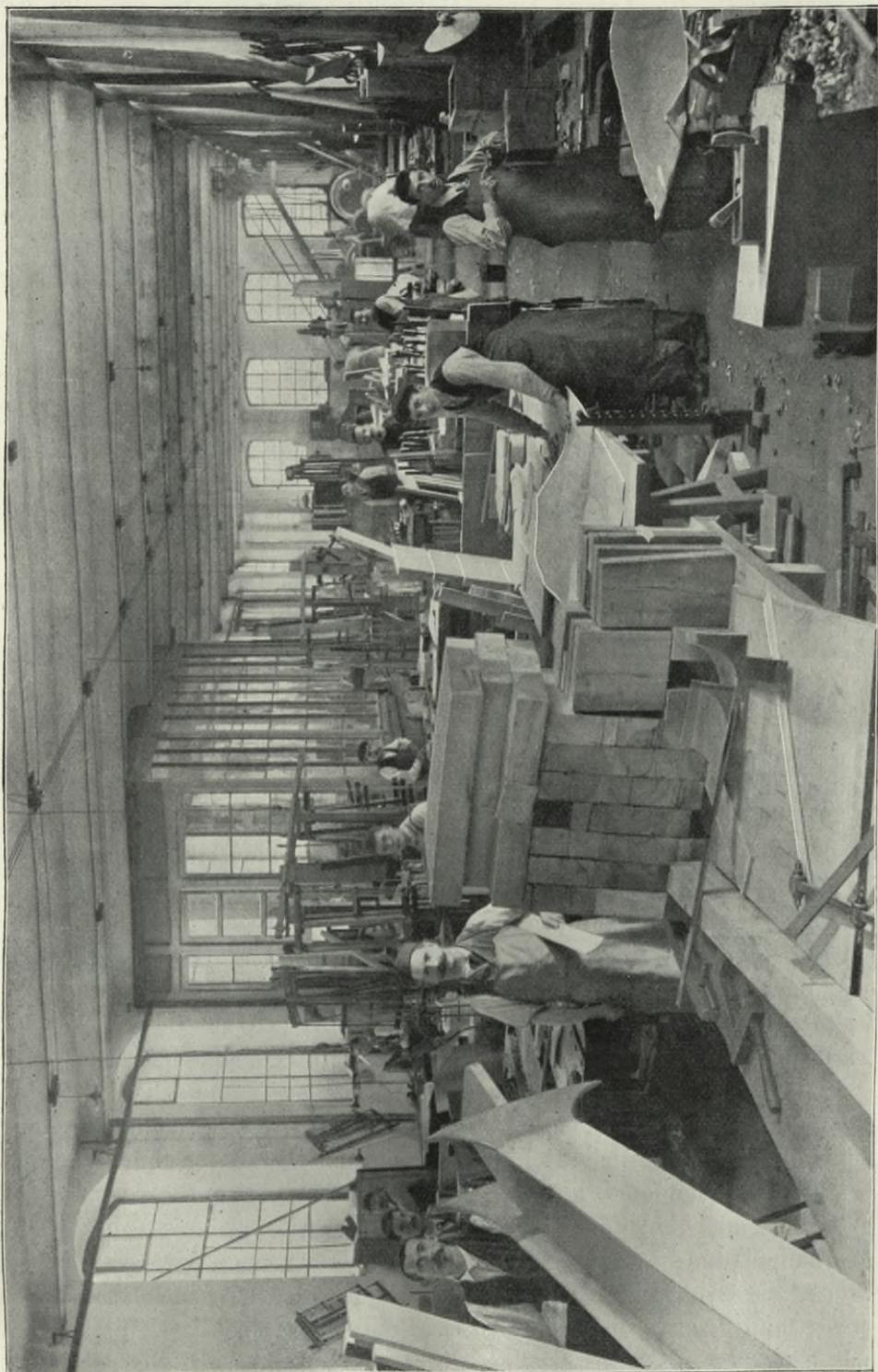


Fig. 199. Brown, Boveri & Cie.

empfiehlt sich die Anlage einer Holztrochekammer. In Fig. 199 ist die Modelltischlerei der Firma Brown, Boveri & Cie. dargestellt. Die maschinelle Einrichtung der Modelltischlerei besteht aus Holzdrehbänken, Dekupiersägen, Bandsägen, Pendelsägen und Kreissägen, Dickenhobel- und Abrichtemaschinen, Rundstabhobelmashinen, Bohr- und Stemmmaschinen, Füge- und Kehlmaschinen, Zapfenschneid- und Zinkenmaschinen, Nut- und Langlochbohrmaschinen, Holzfräsmaschinen, selbsttätige Sägeschleifmaschinen, Schnitzbänke, Hobelmesserschleifmaschinen, Schleifsteinen, Sandpapierschleifmaschinen, Putzmaschinen und Anreissplatten. Der Betrieb von Holzbearbeitungsmaschinen ist in der Regel stark aussetzend, so dass die Motoren etwas knapper dimensioniert werden können als bei Metallbearbeitungsmaschinen. Die Motoren sollten staubdicht abgeschlossen und hin und wieder ausgeblasen werden. Der Arbeitsverbrauch der Hobelmaschinen ist 0,5 bis 1 PS, derjenige der Sägen 1,5 bis 5 PS.

Die Modelltischlerei ist mit Staub- und Späneabsaugung für die Holzbearbeitungsmaschinen zu versehen; die Späne werden zweckmässig direkt nach dem Kesselhaus befördert. Die Tischler arbeiten an Holzwerkbänken und haben wie die Schlosser ihr eigenes Werkzeug, wie Hämmer, Zangen, Beile, Hobel, Sägen, Bohrer, Stemmeisen, Raspeln, Schnitzmessern, Lineale, Winkel, Normal- und Schwindmassstäbe, Kaliber, Anreisser, Zirkel, Schleifstein, Schraubenzieher, Lacke, Farben und Leim samt Leimwärmer. Die Verbindung der Holzteile geschieht durch Leimen, Verlappen und Verschrauben.

In der Tischlerei werden in der Regel nicht allein alle Modelle, sondern auch die im Dynamo- und Apparatenbau erforderlichen Holzteile gefertigt wie Nutenkeile, Kontrollerzylinder u. a. m. Diese Holzteile sind vor dem Gebrauch längere Zeit in kochendem Paraffin oder Harz gründlich zu behandeln. Der Modellboden liegt meist im zweiten oder dritten Stockwerk, schwere, sperrige Modelle bringt man besser im Parterre unter. Die Modelllager müssen ordentlich ventiliert, nicht zu heiss, aber auch nicht den Unbilden des Wetters ausgesetzt sein.

Da die Modelle ganz bedeutende Ausgaben verursachen, ist ihre Verwendung nach Möglichkeit zu beschränken. Es gibt auch kaum ein anderes Gebiet im Maschinenbau, wo die Gussgegenstände sich so bequem schablonieren lassen, was die Kosten wesentlich verringert, allerdings nicht für die Giesserei an sich. Alle Gehäuse und Räder, überhaupt runde Formen sind zu schablonieren, auch viele rechteckige Stücke wie Grundplatten; meist braucht man allerdings in solchen Fällen etwas mehr Kerne und Kernkästen. Hohlkehlen sind durch Bestreichen mit Kitt oder Blei herzustellen, grössere Bolzenlöcher sind stets mit Kernen — nicht voll — zu giessen, um an Bohrarbeit und Gussgewicht

sich die Verwendung von Metallmodellen, die erst nach einem Holzmodell (mit doppeltem Schwindmass) abgegossen und dann sauber bearbeitet werden, die aber wesentlich dauerhafter als Holzmodelle sind und saubereren Guss liefern. Bei Anfertigung der Modelle ist darauf zu achten, dass aller Formsand nach dem Abgiessen entfernt werden kann. Die Trennung der Füsse vom Gehäuse, wie dies in Fig. 199b angedeutet ist (Ganz & Co.), erleichtert die Arbeiten in der Tischlerei und Giesserei wesentlich, erhöht allerdings die Bearbeitung etwas. Es empfiehlt sich, die Ressortingenieure die Modelle vor dem Abgiessen kontrollieren zu lassen, wobei sich noch manche auf der Zeichnung kaum wahrnehmbare Verbesserungen vornehmen lassen, die das Gussstück gefälliger, leichter zu bearbeiten und betriebssicherer gestalten. Vor der Ablieferung der Modelle sind diese einer scharfen Revision zu unterziehen. Die Tischlerei hat sich in steter Fühlung mit der Giesserei zu halten, schon um sich über die von Fall zu Fall ändernden Schwindmasse auf dem Laufenden zu halten.

Kennt man die Schwindmasse und die Genauigkeit der Giesserei genügend, so lässt sich die Zugabe für Bearbeitung wesentlich reduzieren. Ausser der Berücksichtigung des Schwindmasses ist eine Zugabe für Bearbeitung von 2 bis 10 mm Stärke erforderlich. — Zur Bezeichnung der Firma werden auf den Modellen für Lagerschilder oder Hauben Buchstaben in Blei oder Zinn aufgesetzt.

Die Modelle sind übersichtlich in Gestellen, z. B. nach Fig. 199c, aufzustapeln und mit ihrer Nummer deutlich zu bezeichnen. Ueber jedes Modell stelle man etwa in nachstehender Form eine Modellkarte aus, die zu registrieren ist:

Modellkarte A 573.

Für Maschine: <i>DG 6—80.</i>	Stück: <i>Statorgehäuse.</i>
Aus: <i>Buchenholz.</i>	Fertig: <i>am 1. Juli 03.</i>
Ursprünglich hergestellt	Kontrolliert: <i>Aufbewahrt</i>
nach:	<i>Schmidt 1. 7. 03.</i> <i>im Fach:</i>
Zeichnung 8750 für Order Nr. 454.	<i>C 35.</i>

Einfache Skizze.

Zahl der Kernkästen: 3.

Zahl der Abgüsse pro Maschine: 1.

Rückseite.

Aenderung:	Datum:	Zeichnung:	Kontrolliert:
um 50 mm verlängert.	3. 8. 03.	10321.	Mayer 4. 8. 03.

Ebensolche Karten fertige man für Lehren u. a.

kasten für die Innenkonturen mit abschraubbaren Polen sowie ein zweiteiliger Kernkasten für die Lager erforderlich.

21. Giesserei für Grau-, Stahl- und Gelbguss.

Ein recht gutes Bild einer Giesserei¹⁾ samt Messinggiesserei gibt Fig. 200 bis 202 samt allen Erläuterungen²⁾. Es ist nur noch zu er-

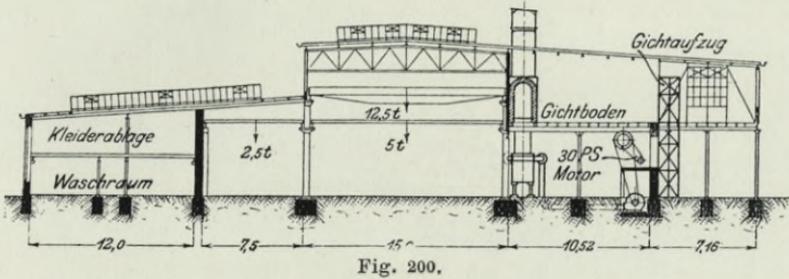


Fig. 200.

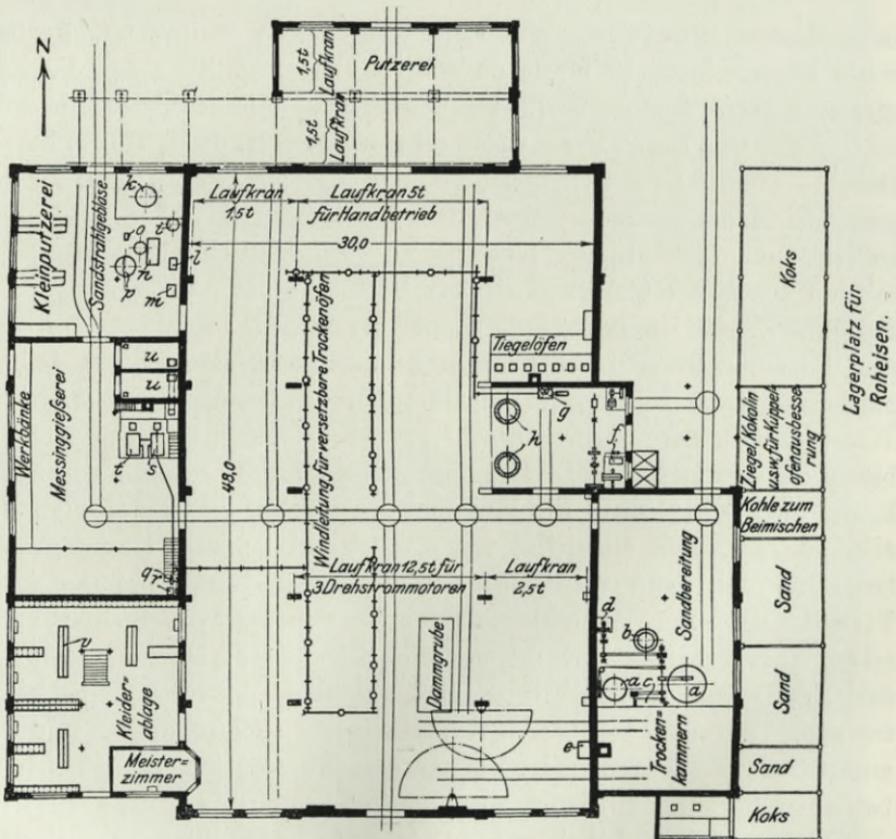


Fig. 201.

- | | | | |
|---------------------|--|--------------------|-------------------|
| a Kollergang. | g Ofen zum Ausblasen der Giesspfannen. | l Exhauster. | r 5 PS-Motor. |
| b Schleudermühle. | h Kuppelöfen für je 4,5 t/Stde. | m Bohrmaschine. | s Plat-Ofen. |
| c Mischmaschine. | i Windkessel. | n Sandfangkasten. | t Tiegelofen. |
| d 10 PS-Motor. | k Pressluftbehälter. | o Schleifmaschine. | u Trockenkammern. |
| e Kleiner Kernofen. | | p Drehtisch. | v Waschbecken. |
| f 30 PS-Motor. | | q Ventilator. | |

¹⁾ Siehe auch O. Leyde, Eine moderne Giesserei, Stahl und Eisen, 1. Juni 1903; ferner Iron Age, 9. Juli 1903, Brown & Sharpe's neue Giesserei.

²⁾ Aus der Schnellpressenfabrik von König & Bauer, Z. V. D. I. 1903, S. 553.

wähnen, dass rechts vom Sand- und Kokslager der Lagerplatz für Roheisen, gegenüber der Kleinputzerei das Kleingusslager und gegenüber der Grossputzerei der Gusslagerplatz mit einem Portalkran liegt. Die Beleuchtung durch Ober- und Seitenlicht ist 34 % der



Fig. 202. Gehört zu Fig. 201.

Grundfläche. Für eine gute Entlüftung durch zahlreiche, genügend weite Abzugschlote ist Sorge zu tragen. Die Fig. 203 zeigt die Kleingiesserei von Gebr. Sulzer, Winterthur mit zahlreichen Formmaschinen, und Fig. 204 die Giesserei der Firma Brown, Boveri & Cie., Baden. Für 100 qm Grundfläche kann man auf etwa 10000 kg Rohguss pro Monat rechnen. Bezüglich der Krane ist auf S. 51 zu verweisen, nur ist weiteres Krangeschirr erforderlich. Die Kuppelöfen sollen 3 bis 20 t stündliche Leistung haben, je nach Grösse der Fabrik. Formkästen sind in genügender Zahl vorzusehen. Für Massenfabrikation sind Formmaschinen¹⁾ (solche zum genauen Ausziehen des Modells und namentlich auch solche zum Einstampfen des Sandes durch Luft- oder Wasserdruck), Kernformmaschinen²⁾, Strohzipfspinmaschinen, Kerndrehbänke zu verwenden³⁾. Es kommen sowohl Innen- (meist) wie Aussenkerne in Frage. Zum Einstampfen grosser Stücke findet man Luftdruckstempel. Zum Herstellen von Kohlenstaub kommen Desintegratoren, ferner für den Sand verschiedene Misch-, Sieb- und Knetmaschinen in Verwendung. Zur Ermöglichung der Verwendung von Spänen als Zuschlag zum Roheisen sind magnetische Scheideapparate aufzustellen, die das Metall von Glimmer u. a. und anschliessend Eisen von Messing trennen. Bei den tragbaren und fahrbaren Giesspfannen, von denen man für grosse Gussstücke eine ganze Reihe zugleich braucht, ist auf betriebssichere Konstruktion besonders zu achten.

In Fig. 205 ist das eingeformte Modell eines Statorgehäuses mit drei Kernen (gekreuzt schraffiert) gezeichnet, in Fig. 206 bis 208 die Gussform für eine Grundplatte mit angegossenen Lagerböcken, sowie in Fig. 209 bis 211 nach Grimshaw die Schablonierung eines Magnetrades:

¹⁾ Ueber Formmaschinen siehe Iron Age, 13. Aug. 1903.

²⁾ Siehe O. Leyde, Z. V. D. I. 1904, 9. Juli.

³⁾ Verschiedene Hilfsmaschinen für Giessereien siehe Z. V. D. I. 1904, S. 612.



Fig. 203. Gebr. Sulzer.

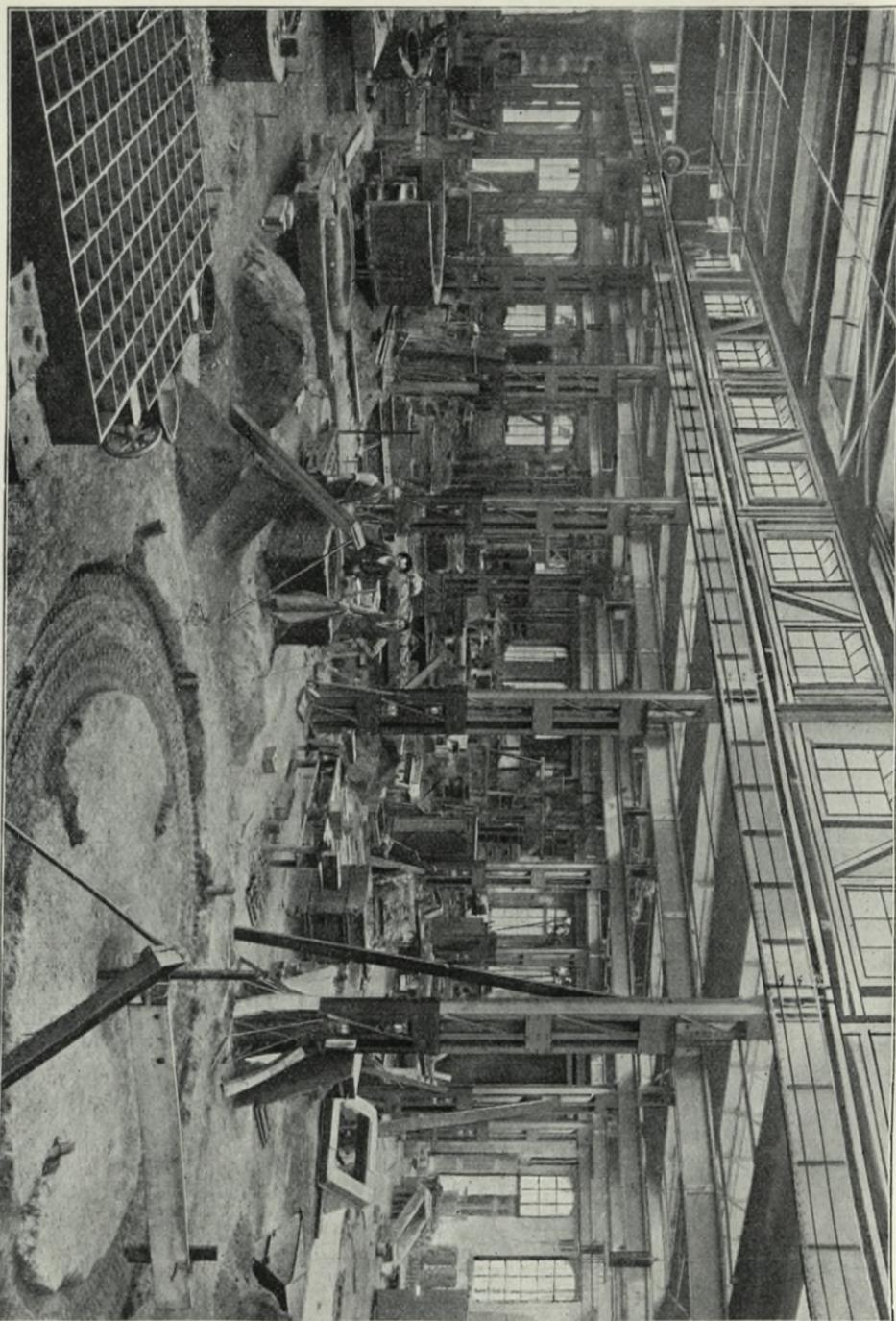


Fig. 204. Brown, Boveri & Cie.

Fig. 209 ist der Kernkasten für die Arme, Fig. 210 die erste Schablone, in Fig. 211 wird erst das Nabenmodell a aufgeschoben, dann die Armerkerne eingelegt, dann das Kranzmodell auf den Dreharm gesetzt und

ringsherum eingestampft und ausgedreht, schliesslich kommt der Klotz M und L, sowie das Modell a heraus und wird der Nabenkern eingesetzt.

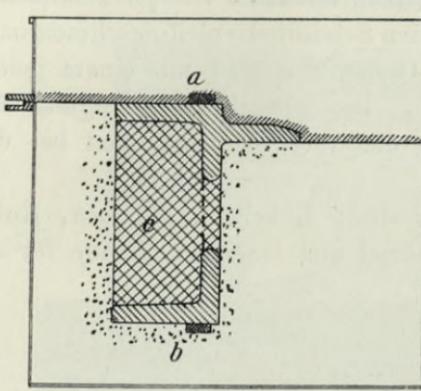


Fig. 205.

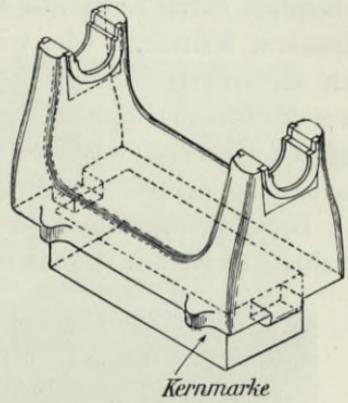


Fig. 206.

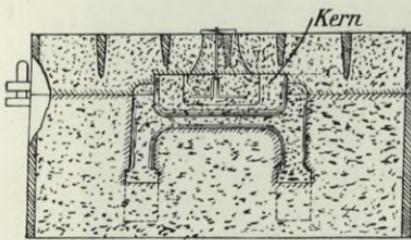


Fig. 207.

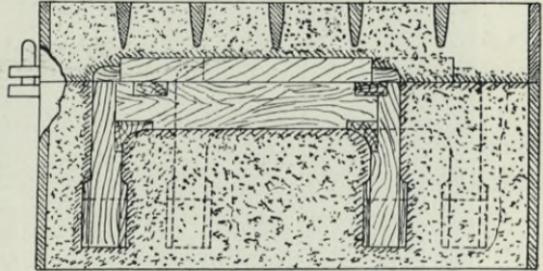


Fig. 208.

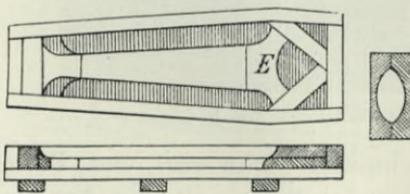


Fig. 209.

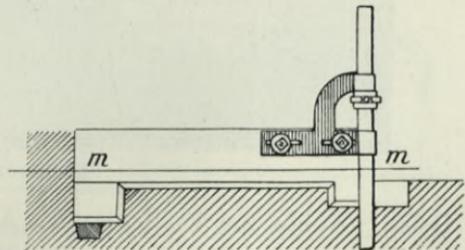


Fig. 210.

Das Reinigen der Gussstücke besteht zunächst im Abarbeiten¹⁾ des Sandes, das in der Putz- oder Schütteltrommel bezw. mit Hilfe eines Sandstrahlgebläses unter Verwendung von Druckluft oder auch mit

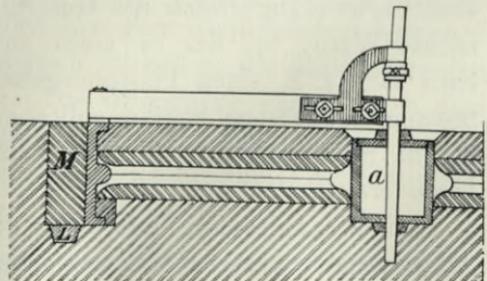


Fig. 211.

¹⁾ Der Arbeiter zieht bei dieser Arbeit zweckmässig einen Ueberzug, ähnlich wie ihn die Taucher haben, über den Kopf.

Putzbürsten geschieht, dann durch Beizen in verdünnter Säure zur Entfernung von Silikaten mit anschliessendem Abwaschen (Fig. 212) und schliesslich durch Entfernen der Gussputzen mit Hilfe von pneumatischen Hämmern, Kaltsägen oder transportablen Schmirgelschleifmaschinen oder auch mit rohen Schropffellen. Die Gussstücke sind mit einem jedem Former eigenen Zeichen zu versehen. Die gründliche Reinigung der sandigen Oberfläche ist zur Schonung der Werkzeugmaschinen bei der Bearbeitung dringend anzuraten.

Die Rohmaterialien der Giesserei sind: Roheisen, Alteisen, Koks, Zuschlag (Kalkstein), feuerfestes Material und feuerfeste Steine für die

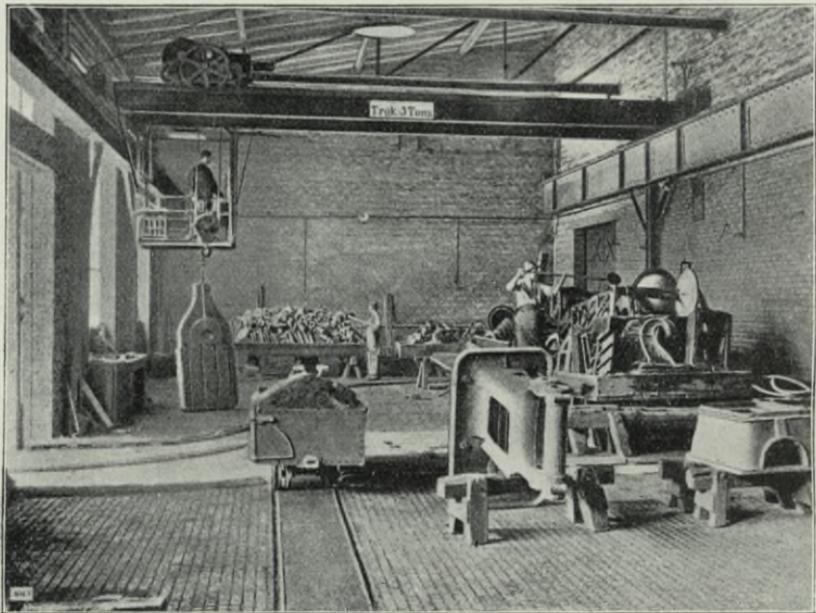


Fig. 212. Ludwig Löwe.

Oefen, Kohle für Kohlenstaub, Anstreichmittel (Schwärze) und Formsand, meist grüner Sand. Die Mischung des Eisens ist der Art und dem Verwendungszweck des Gussstückes entsprechend verschieden. Für leichte Ware, bei der es mehr auf das saubere Aussehen ankommt, kann man z. B. einen Phosphorgehalt bis 1,5 % zulassen, für schwere, Stössen gewachsene Stücke sollte er kleiner als 0,8 % sein bei reichlichem Siliziumgehalt. Heisses, schlackenfreies Giessen ist von ganz besonderer Bedeutung.

Die Graugießerei liefert für den Dynamobau folgende Teile: Die Ankerkörper, manche Mangnetjoche, die Statorgehäuse, Pressflansche, Kommutatorkörper, Lagerschilder, Lagerböcke, Grundplatten, Polräder, ferner auch Gehäuse für Transformatoren, worunter besonders dünnwandige, gewellte einige Aufmerksamkeit verlangen, ebenso das Ein-

giessen lamellierter Pole in das Joch (Fig. 213) oder gar von Polschuhen in Stahlpole¹⁾. Für den Apparatenbau kommen viele kleine Teile wie Anlasserkästen, Kontrollergehäuse, Schaltkästen und -hebel u. a. in

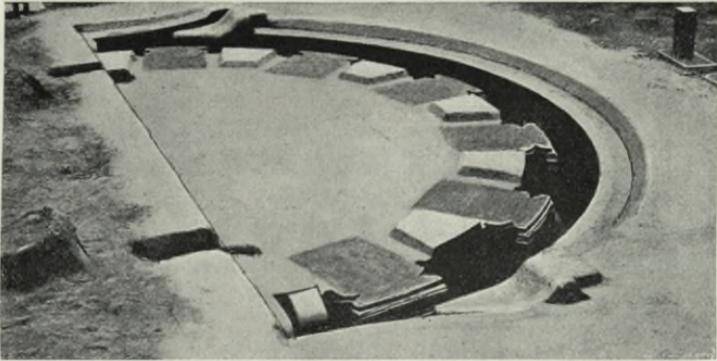


Fig. 213.

Frage, die in Masse auf der Formmaschine zu fertigen sind; eine besonders schwierige Aufgabe ist das Giessen dünner Gussspiralen als Widerstandselemente.

In der Stahlgiesserei verwendet man meist Herdöfen, Siemens-Martinöfen (Flammöfen) mit Gasheizung (s. Fig. 214)²⁾; in derjenigen

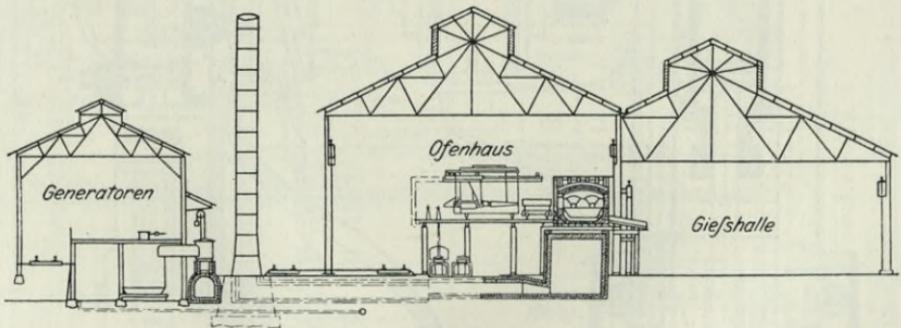


Fig. 214.

der Westinghouse Co., Manchester stehen zwei Wellmannkipföfen (offener Herd), die mittels fünf Duffgaserzeugern (Generatoren) betrieben werden. Das Rohmaterial wird elektrisch chargiert, die Mulden werden elektrisch oder hydraulisch gekippt. Die Gussstücke werden nach dem Giessen tagelang in Glühöfen gestellt. In der Stahlgiesserei werden Magnetpole, Magnetjoche, Gehäuse von Strassenbahnmotoren, gewisse Magneträder u. a. hergestellt.

¹⁾ Siehe D. R.-P. 130862 von Lahmeyer: Um das Ausbohren der Magnetpole und Lager nach dem Zusammenbau einer elektrischen Maschine zu vermeiden, werden die vorher bearbeiteten Magnetpole und Lagersitze auf einem Rohr befestigt, das in die Giessform eingearbeitet wird.

²⁾ Stahlgiesserei der American Steel Casting Co., Iron Age, 25. Sept. 1902.

500 kg Fallgewicht, eventuell auch Aufwurf- und Fallhämmer, Schmiedepressen für Bolzen und Wellen¹⁾, Ambose, Gesenke, grosse Blechscheren, Kalt- und Warmsägen und Stanzen, Richt- und Biegemaschinen, eine Reihe Wand- und freistehende Feuer; dazu gehören allerlei Zangen, Haken, Hämmer, Feilen und Raspeln. Auch in der Schmiede verwendet man mit Vorteil zur Erzielung genauer Dimensionen Schablonen

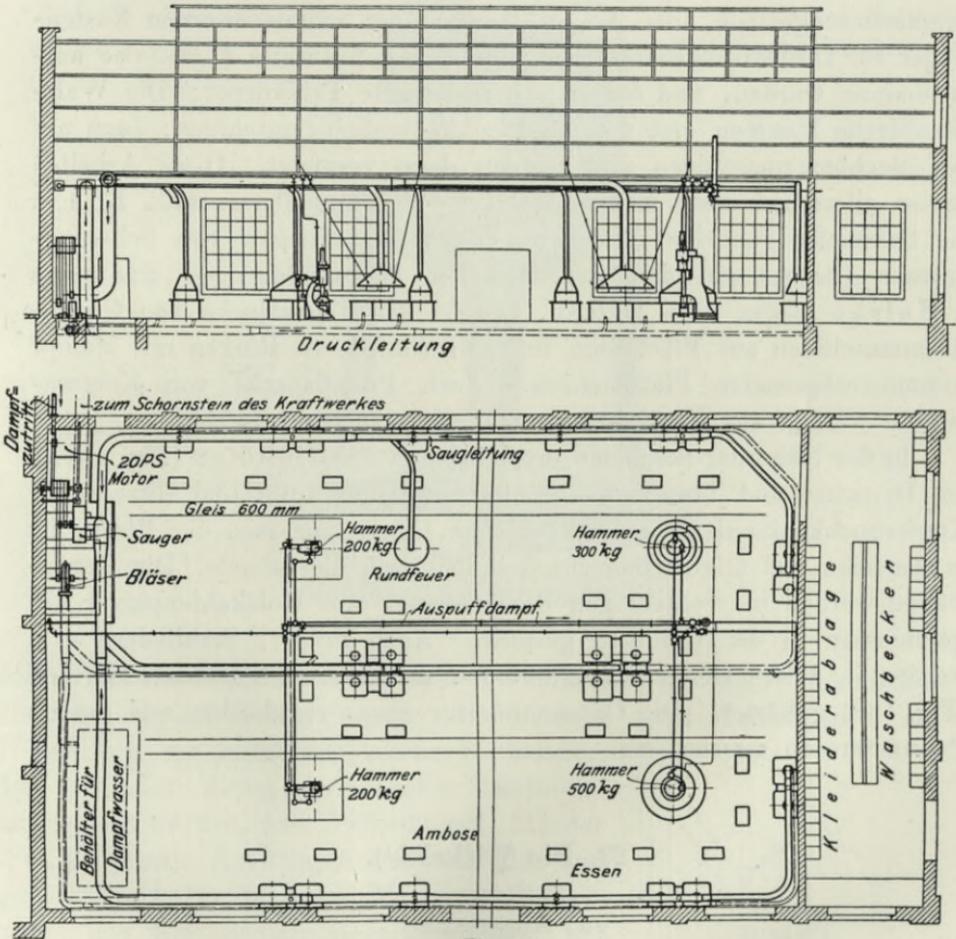


Fig. 216.

(ähnlich den auf S. 123 ff. besprochenen), um damit bei der nachfolgenden Bearbeitung zu sparen. Das Schmieden im Gesenke aus gehärtetem Stahl hat noch den weiteren Vorteil der Schnelligkeit der Arbeit. Das im Gesenke unter dem Hammer hergestellte Stück ist noch abzufräsen.

¹⁾ Schmiedepressen arbeiten in der Regel rascher und besser als Dampfhämmer, siehe auch Iron Age, 7. Mai 1903, Dingers Journal 1903, S. 473. Das Rohmaterial wird automatisch zugeführt und in der Presse durch Gas oder elektrischen Strom weissglühend gemacht.

Die Druckluft soll den Essen von unten zugeführt, oben abgesaugt und nach dem Hauptschornstein geführt werden. Der Bläser und Sauger braucht einen 10 bis 20 PS-Motor.

In der Schmiede werden hergestellt: grössere Wellen, namentlich auch solche mit angeschmiedetem Flansch, Schraubenbolzen aller Grössen, Schrumpfringe und -bänder, Leitungs- und Bogenlampenmaste, Strassenbahnmaste, Ausleger, Konsolen, Transformatorensäulen und Schmiedeisengestelle aller Art, z. B. auch die schmiedeisernen Kastenträger für Drehstromgeneratoren, wie sie von Siemens & Halske aufgenommen wurden, und ferner schmiedeiserne Feldkörper: Die Walzeisenbleche kommen erst auf die Blechkantenhobelmaschinen, dann auf die Blechbiegemaschinen und werden dann vernietet. Diese Arbeiten passen allerdings mehr in eine Brücken- und Kesselbauanstalt. Eine in die Schmiede gehörige Arbeit ist das Warmaufziehen von Schwungränzen (Ringe) auf den Armstern der Magneträder. — Siemens & Halske biegen nach D. R.-P. 146554 die Magnetjoche von Gleichstrommaschinen aus Flacheisen in der Schmiede zu Ringen mit stumpf zusammenstossenden Plattenenden. Auch Pressflansche von Kommutatoren werden aus Profileisen geschmiedet (D. R.-P. 146553).

In der Nähe der Schmiede errichtet man die Glühöfen (Fig. 198a), um Dynamo- und Transformatorenbleche, Kupferdraht und -litze sowie Kupferhochkantspulen u. a. auszuglühen. Das Ausglühen der Bleche ist in Amerika viel allgemeiner im Gebrauch wie hierzulande. Die Gegenstände werden in rechteckigen Blechgefässen mit Holzkohlenpulver abgeschlossen in den Glühofen gesteckt. Auch Fräser, Stahlfedern u. a. werden in diesen Oefen ausgeglüht und in der anschliessenden Härtereier (Fig. 188) gehärtet. Die Ofentemperatur muss regulierbar und mittels Pyrometers zu messen sein.

23. Die Wickelei¹⁾.

a) Allgemeines.

Die Arbeiten der Wickelei kann man nicht selten als Gradmesser für die Güte der elektrischen Maschinen ansehen. An Einrichtungsgegenständen sind in einer Wickelei erforderlich: Eine Reihe Wickelbänke zur Herstellung von Feld-, Transformatoren- und auch Ankerspulen, ferner eigentliche Schablonenwickelmaschinen mit den verschiedensten Wickelformen; Spindelpressen (Fig. 217) und Biegemaschinen zum Biegen

¹⁾ Es möge hier noch besonders auf Niethammer, Elektrische Maschinen, Apparate und Anlagen I₂, Abschnitt Anker- und Feldwicklung, verwiesen sein.

von Stabverbindungen, Drahtrichtemaschinen, Tafel- (Hebel-) und Kreisscheren zum Abschneiden von Kupferdrähten und -stäben, sowie von Isolationsmaterialien; Umwickelmaschinen; kleine und grosse Trocken-

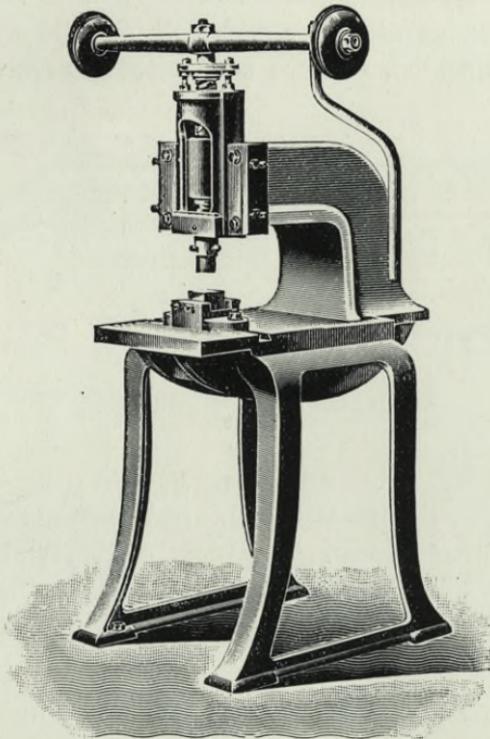


Fig. 217.

öfen, Vakuumtrockenapparate mit Dampfschlangen- oder elektrischer Heizung, hydraulische Pressen mit Heizung samt Pressformen zur Herstellung von Isolationsstücken; Wickelständer, auf welche die zu bewickelnden Maschinenteile gelegt werden, und Wickelhaspel; Ständer (Fig. 218) zum Aufhängen ungewickelter und gewickelter Anker; für grosse Maschinen Wickelböcke und Gestelle aus Holz und Eisen, auf denen man die Maschinen beliebig drehen kann; Glimmerabschleifmaschinen, Bandagierbänke, eine Prüfstation, Transportwagen.

Wickelräume, die an Maschinen- und Schlosserwerkstätten grenzen, sind wegen der dort abfallenden Späne abzutrennen; mit Drehbänken innerhalb der Wickelei zum Abdrehen und Abschleifen von Kommutatoren und Schleifringen ist ebenso zu verfahren. — Vor dem Einlegen der Wicklungen sind alle Flansche und

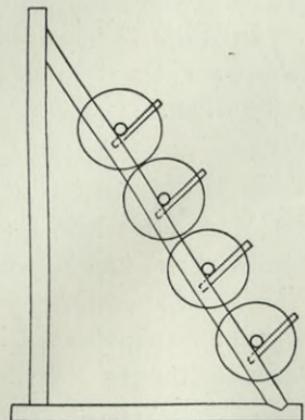


Fig. 218.

Metallteile, in deren Nähe Wicklungen zu liegen kommen, sorgfältig mit Isolationsmaterial (geöltem Papier, Pressspan, Oelleinen) zu bekleben (Fig. 219).

Bezüglich der Dimensionen der Drähte ist noch zu bemerken, dass in England und Amerika nicht nur nach Zoll (= 1000 mils) und Quadrat-zoll (= 1000 circular mils), sondern auch vielfach nach Lehren gerechnet

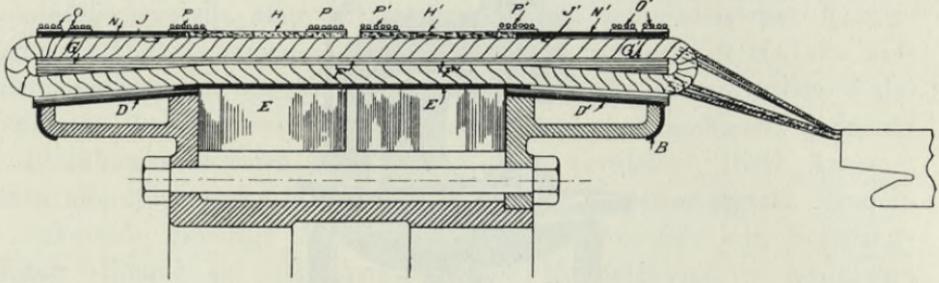


Fig. 219.

wird, z. B. nach der B. W. G. (Birmingham Wire gauge) oder nach B. & S. (Brown & Sharpe Wire gauge), amerikanisch. Ich führe nur einige Vergleichsdaten an (vollständige Tabelle in Uppenborns Kalender):

Nummer der Lehre	B. W. G. = mm	B. & S. = mm
0000	11,531	11,68
1	7,620	7,35
10	3,404	2,59
36	0,102	0,13

In Fig. 220 bis 224 sind nun zunächst eine Reihe Wickelwerkstätten zur Darstellung gebracht, um einen allgemeinen Ueberblick zu ermöglichen.

b) Handwickerei.

Man unterscheidet mit Rücksicht auf die Ausführung der Wicklungen Handwickerei und Maschinenwickerei; Ankerwickerei, Feldspulenwickerei, Transformatorenwickerei und Apparatenwickerei (Instrumenten- und Bogenlampenspulen). Die Ankerwicklungen teilen sich wieder in Gleichstromwicklungen (Wellen- und Schleifenwicklung) und Drehstromwicklungen verschiedener Art¹⁾, oder nach einem anderen Gesichtspunkt in Draht-, Litzen- und Stabwicklungen. Die Feldspulen können aus

¹⁾ Siehe z. B. Handbuch der Elektrotechnik, Bd. IV (Niethammer).

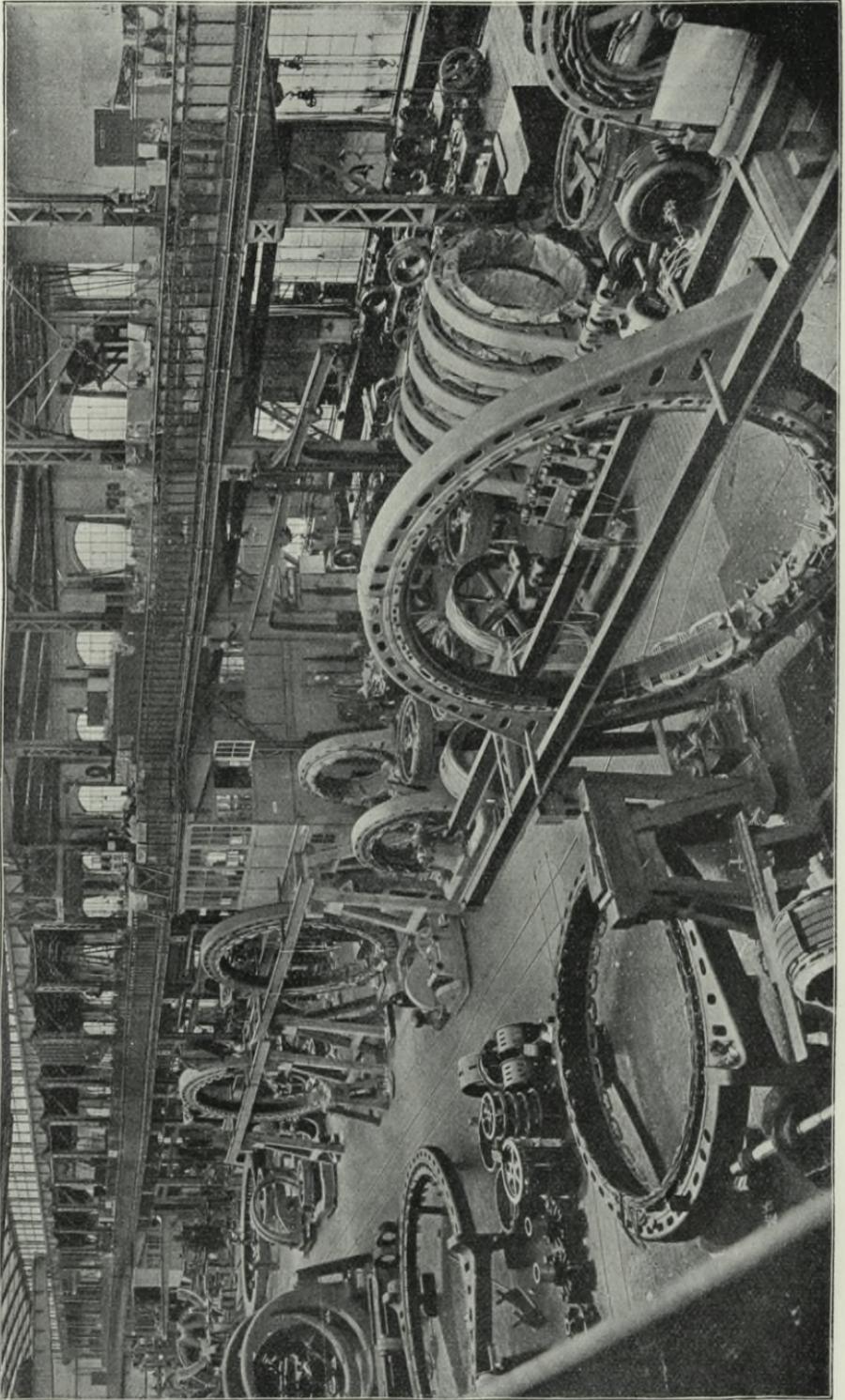


Fig. 20. Grosswickerei der Union E.-G. Berlin.

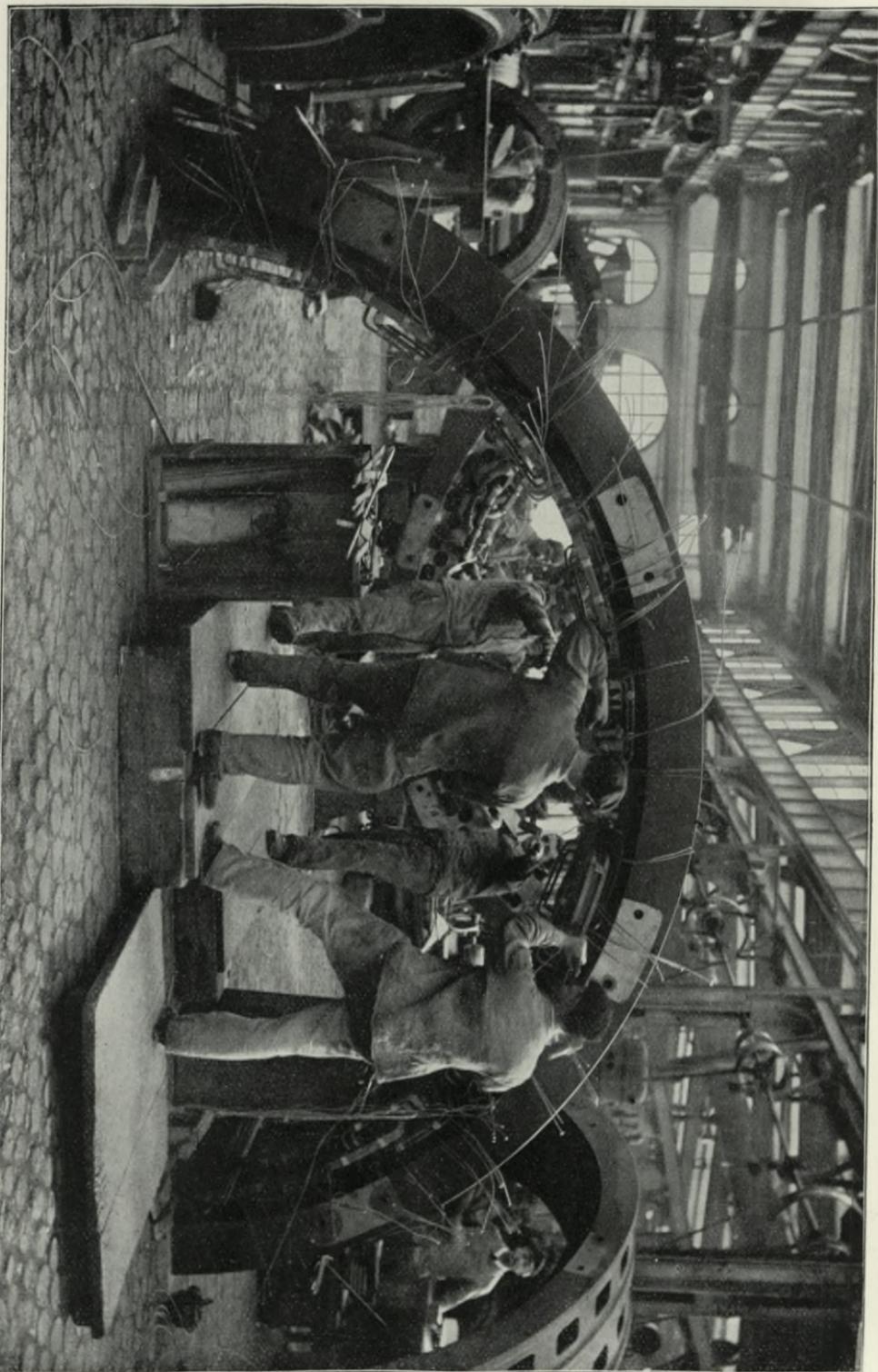


Fig. 221. Brown, Boveri & Cie.

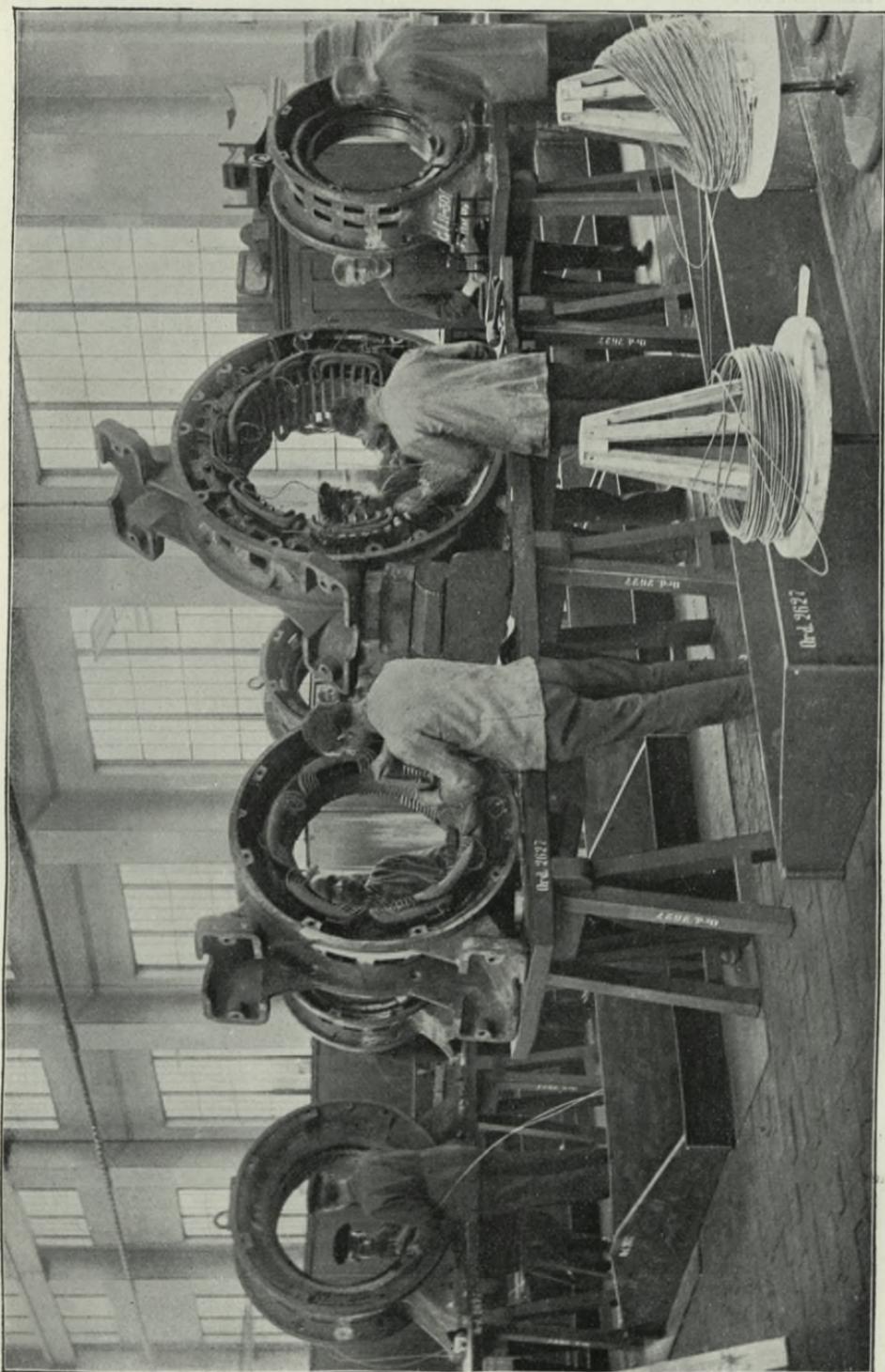


Fig. 222. Russische Union E.-G., Riga.

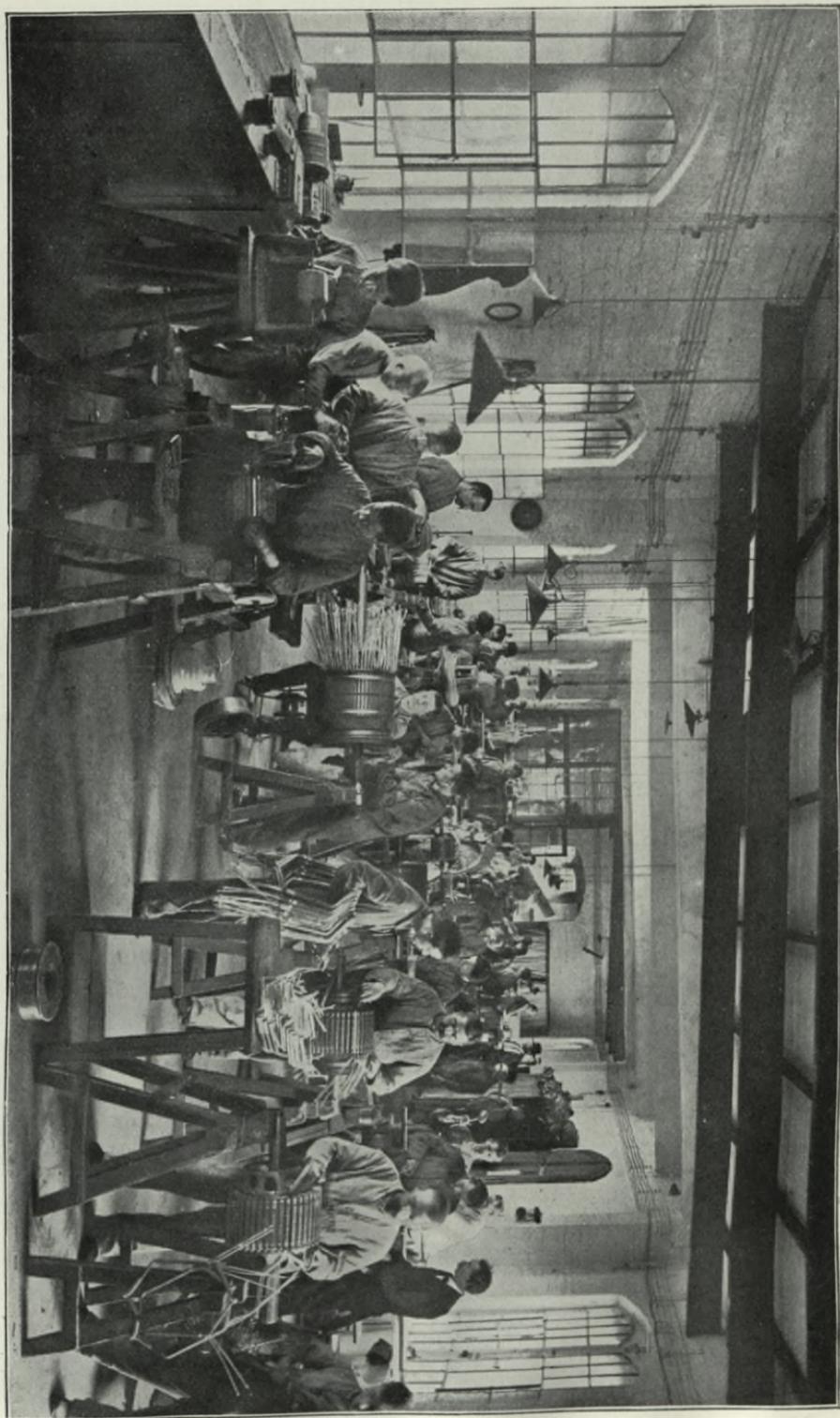


Fig. 223. Lahmeyer, Frankfurt.

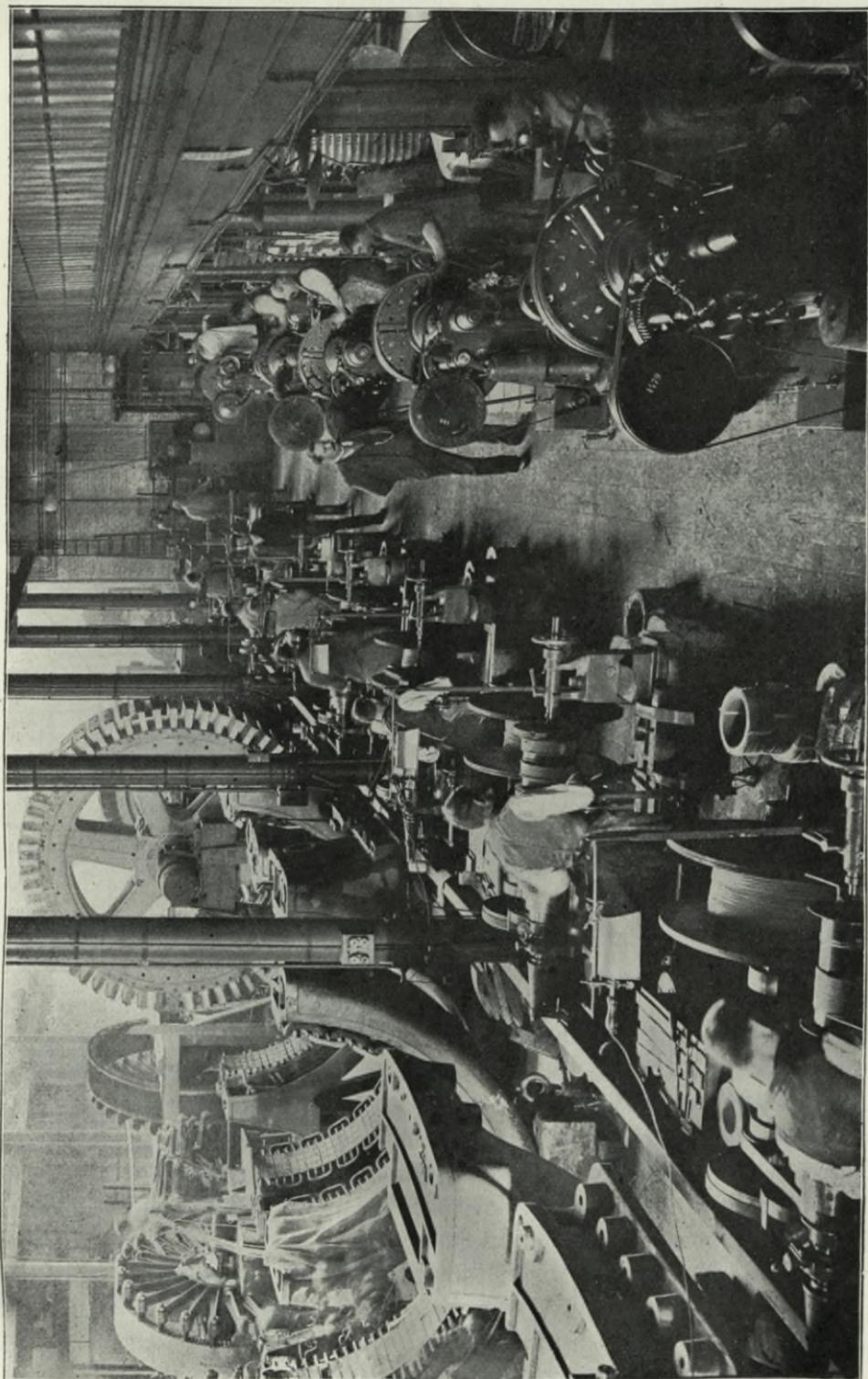


Fig. 224. Siemens & Halske, Charlottenburg.

Rund- und Vierkantdraht, Litze, Flachkupfer oder Hochkantkupfer gewickelt werden. Bei Maschinenwicklung werden die Spulen separat auf Wickelformen und Wickelmaschinen hergestellt und dann erst auf die Maschine aufgebracht. Dasselbe gilt für die meisten Feld-, Transformator- und Apparatspulen. Bei Handwicklung werden die Drähte oder Stäbe direkt in die Maschinennuten eingewickelt (Fig. 221). Handwickerei ist nur noch bei Drehstrommotoren und teilweise bei Drehstromgeneratoren üblich, sowie bei zweipoligen Gleichstrommaschinen. In Amerika werden auch für solche Fälle vielfach Formspulen verwendet. Beim Handwickeln braucht man um die zu wickelnde Maschine herum meist etwas mehr Platz (Fig. 222) als bei Maschinenwickerei, die

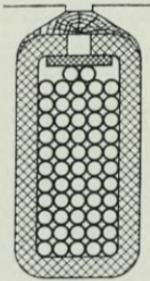


Fig. 225.

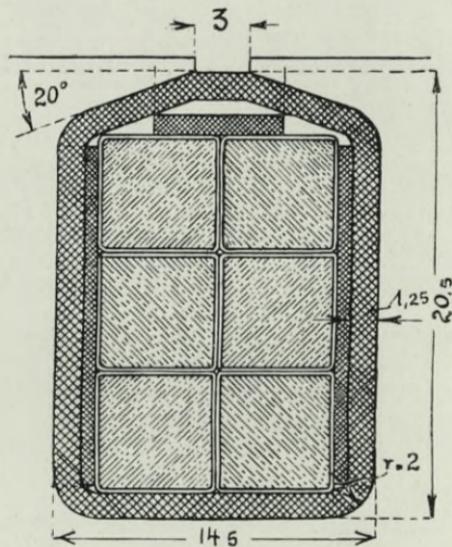


Fig. 226.

in der Regel wesentlich präziser und betriebssicherer ist als Handwicklung. Bei letzterer kann man entweder durch die offene oder geschlitzte Nut von oben hereinwickeln (Fig. 225) oder man zieht die Drähte durch eine geschlossene Hülse (Fig. 226) hin und her (einfädeln). Dieses letzte Verfahren ist wohl für hohe Spannungen unbedingt einwandfreier, aber teurer, zeit- und platzraubender als das erste, wobei die Nut mit geschlitzter Hülse ausgefüllt und mit einem Holz- und Glimmerkeil abgeschlossen wird. Beim Wickeln durch den Schlitz kann man den Kupferdraht, der allgemein fürs Wickeln gut ausgeglüht und weich sein muss, von einem Holzhaspel oder einer aufgehängten Holzrolle direkt in die Nut wickeln, oder aber man fädelt die vorher gewickelte Spule durch den Nutenschlitz ein (Fig. 227). Beim Durchziehen, wofür sich bei stärkeren Abmessungen Kabellitze am besten eignet, schneidet man sich Stücke, wie sie zu einer Spule erforderlich

sind, ab und füllt zunächst die Nutenhülse vollständig mit Stahldrähten von der Stärke und Zahl der isolierten Leiter pro Nute an. Man benützt zum Ausspannen der Nut wohl auch Holzstücke, die um Lagen-

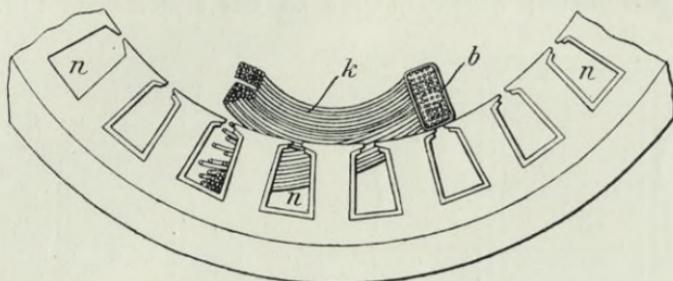


Fig. 227.

dicken abgestuft sind (Fig. 228). Bevor man nun den ersten Draht einfädelt, zieht man die unterste Nadel etwas zurück, um ihr den Draht nachzuschieben und in gleicher Weise entfernt man, der zunehmenden Füllung der Nut folgend, mehr und mehr Nadeln oder Holzstücke. Zur Erleichterung des Wickelns schmiert man die Drähte etwas ein, mit Holzkeilen und Holzhämmern klopft man die einzelnen Windungen fest. Beiderseits, vor und hinter dem zu wickelnden Körper, grenzt man einen sauberen Raum mit Brettern ab, in den der Draht jeweils vorsichtig eingelegt wird (Fig. 222). Das Durchziehen wird etwas verkürzt, wenn man den Draht so einlegt, dass er beiderseits gleich lang

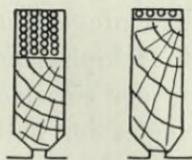


Fig. 228.

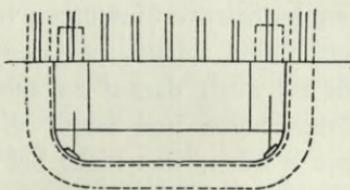


Fig. 229.

vorsteht und nun von beiden Seiten gewickelt wird¹⁾. Zur sauberen, gleichmässigen Ausführung der Stirnverbindungen wickelt man diese über zerlegbare Holzformen, die man leicht abnehmbar an den Nuten festmacht (Fig. 229 u. 221). Zur Beschleunigung des Wickelns bei vielen Drähten stellt man auch bei nahezu geschlossenen Nuten auf der Bank gewickelte Spulen her, deren Drähte man einzeln oder in Gruppen von oben einfädelt (Fig. 227). Zur Vermeidung des Durchfädels schiebt die Westinghouse Co. die Drähte je von der Länge einer Windung von einer Seite ein und verlötet sie alle auf der anderen Seite, die Löt-

¹⁾ Wenn der Wickler und sein Gehilfe beiderseits die ganze Drahtlänge auslaufen, so lässt sich eine Wegverkürzung dadurch erzielen, dass das Drahtende am Gehäuse festgeklemmt und in die Schleife eine lose Rolle gesteckt wird.

stellen immer etwas versetzend (Fig. 230). Bei Hochspannungshandwicklungen ist darauf zu achten, dass die Hülsen genügend weit über das Eisen vorstehen, bei geraden Spulen weiter als bei den benachbarten umgebogenen; beachtenswert ist das Hülsenende Fig. 231, das

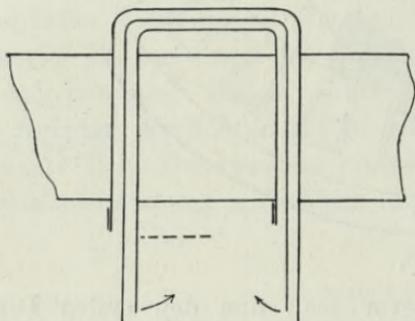


Fig. 230.

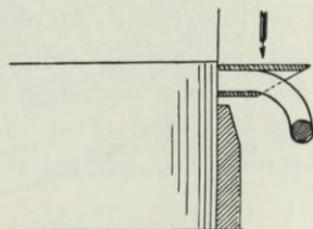


Fig. 231.

eine Verletzung der Wicklung beim Herablassen des Rotors vermeidet. Ferner sind die Stirnverbindungen luftig und Draht für Draht regelmässig zu wickeln; alle Flanschen, Schraubenköpfe, Hauben, überhaupt alle Metallteile müssen genügend abstehen und mit Isolationsplatten abgedeckt sein. Das vorstehende Hülsenende ist mit einer Bandage aus Baumwollband oder Schnur zu versehen, die noch auf die Wicklung übergeht. Die ganze Stirnverbindung ist gründlich zu lackieren. Empfehlenswert sind die Wickelanordnungen, bei denen möglichst wenig Kreuzungsstellen der Stirnverbindungen vorkommen, und für geteilte Maschinen in gewissen Fällen solche, bei denen über die Trennfuge keine Spulen gehen. Es ist auch darauf zu sehen, dass bei Mehrphasenmaschinen die Wicklungslängen und damit die Widerstände der einzelnen Phasen gleich gross werden, was nicht bei allen Wicklungen der Fall ist.

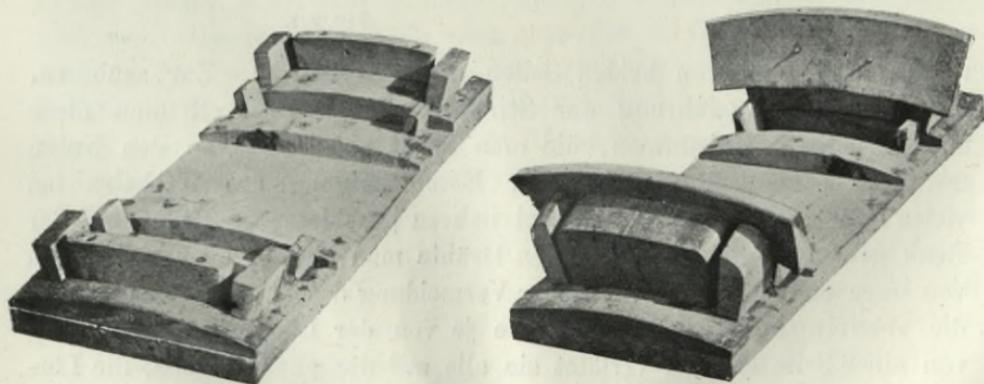


Fig. 231a. Alioth.

Eine Schablone zur Herstellung sehr sauberer Handwicklungen für Drehstromgeneratoren von Alioth ist in Fig. 231a u. b abgebildet.

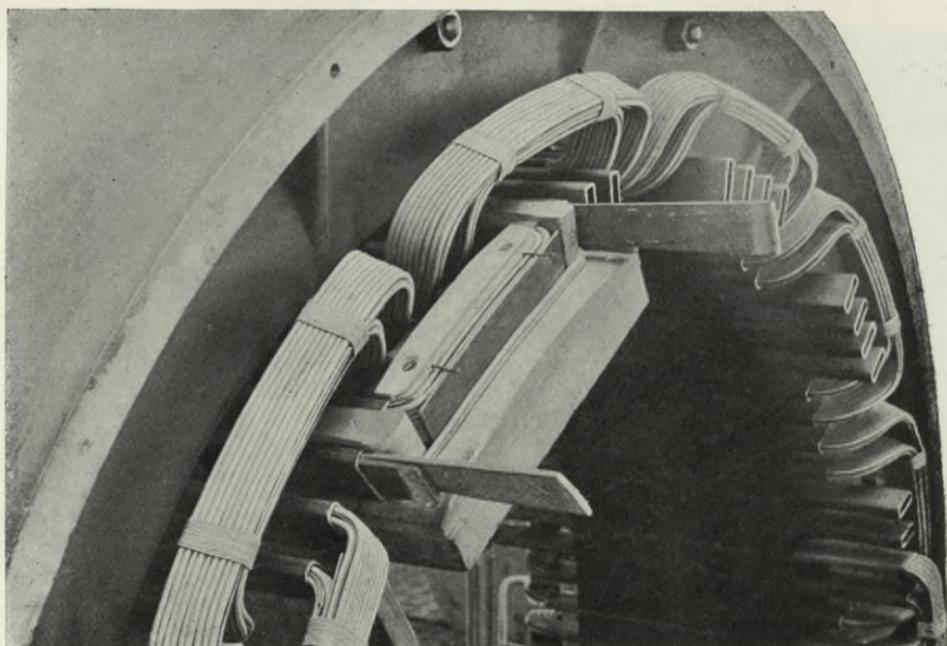


Fig. 231 b. Alioth.

Gleichstromanker stellt man bei Handwicklung so her, dass man die Drähte vom Holzhaspel herunter in die Nuten und vorn und hinten im Durchmesser oder in der Sehne auf die Flansche legt unter Einschub geeigneter Isolationsscheiben. Eine solche Wicklung (Knäuelwicklung) kühlt schlecht und ist auch nicht gerade betriebssicher. Man strebt deshalb selbst bei Handwicklung durch Verwendung geeigneter Holzformen und geschicktes Ineinanderzöpfen der Drähte ähnliche saubere Formen an wie bei der Maschinenfasswicklung. Für kleinere zweipolige Motoren gibt es auch Wickelmaschinen, auf denen die Drähte automatisch in die Nuten und seitlich nach einem Durchmesser aufgewickelt werden (Fig. 232, nach U.S.P. 209179). Für Motorzähler ist dieses Verfahren allgemein üblich. Bei Drehstrommotoren, die bekanntlich in beiden Teilen am Umfang liegende verteilte Wicklung besitzen, sind die Spulen nach dem Verlassen der Nuten vom Luftspalt wegzuwickeln, um ein Schleifen zu vermeiden. — Die Ringwicklung lässt sich kaum anders als von Hand mit Hilfe eines Durchschiebestückes aufbringen, sie lässt sich aber leichter sauber und betriebssicher von Hand aufbringen als die Trommel.

e) Wickelformen.

Die Wickelformen teilen sich zunächst in solche für Draht und solche für Stäbe. Im ersten Fall kann man so vorgehen, dass man erst

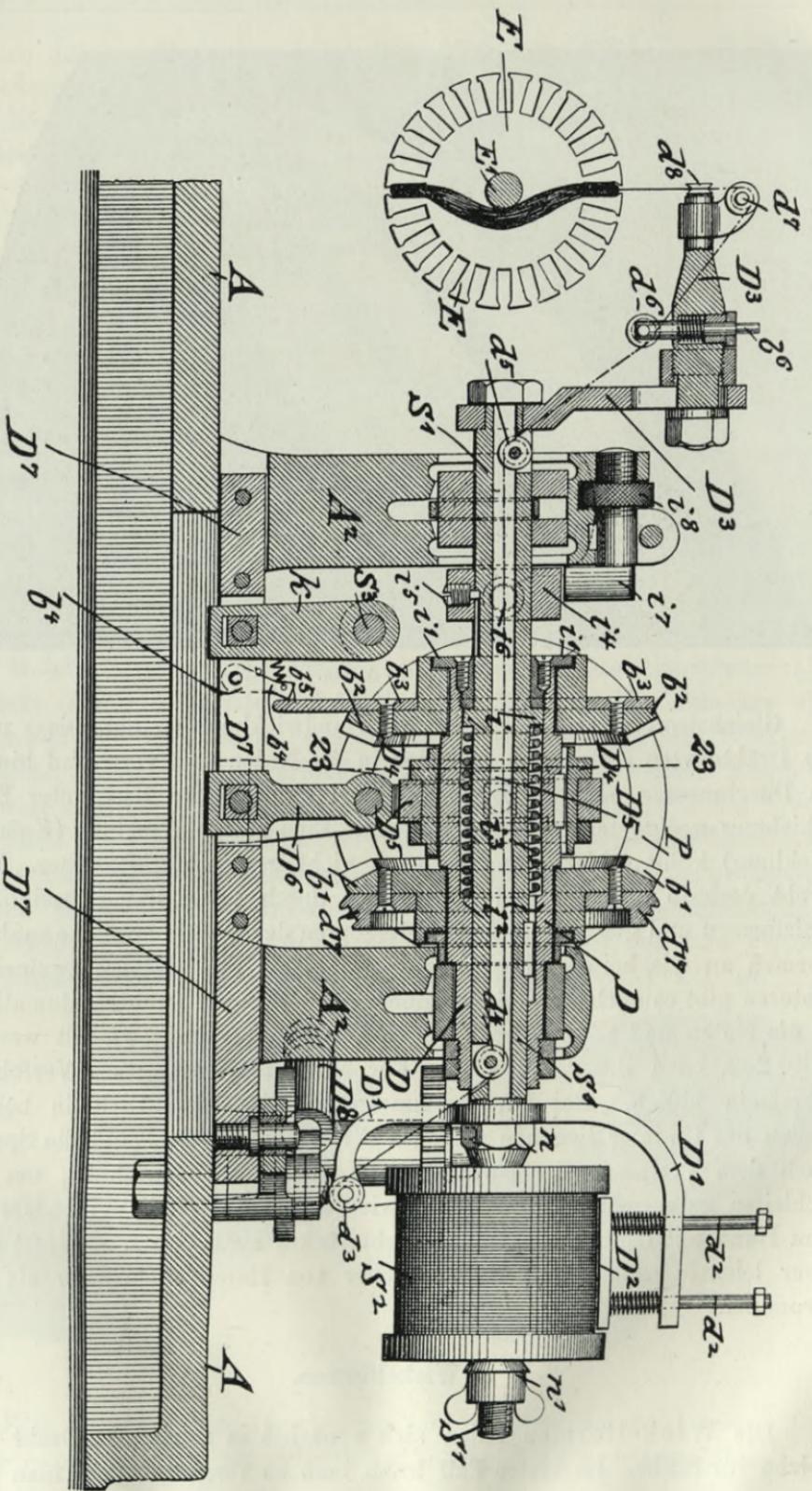


FIG. 232.

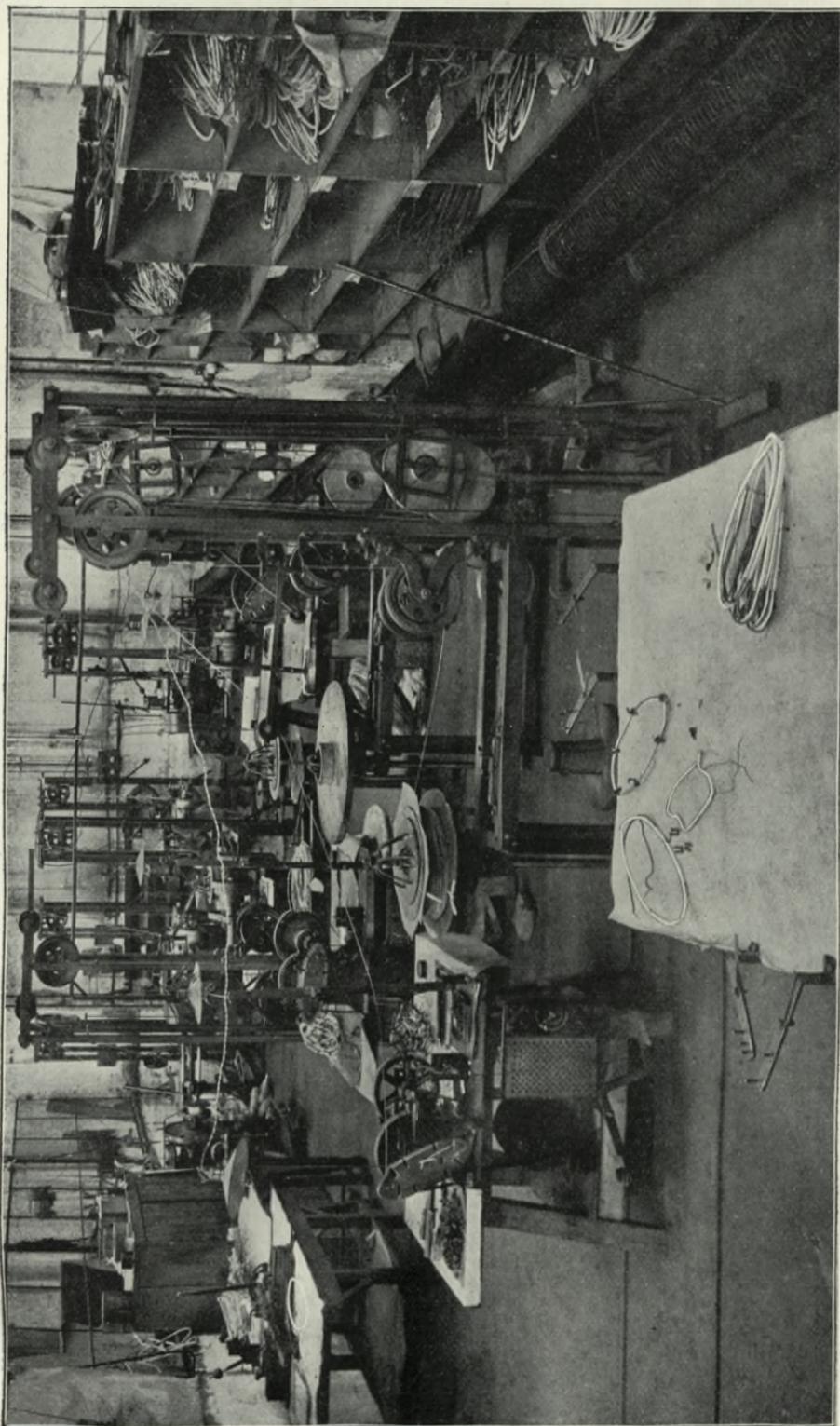


Fig. 233. Deutsche Elektrizitätswerke Aachen.

eine Zwischenform nach Fig. 233 bis 236a über einer Schablone oder längs Führungsstiften von Hand oder auf einer Wickelbank (einer einfachen Plandrehbank) herstellt. Auf einer zweiten Zieh- und Pressvorrichtung,

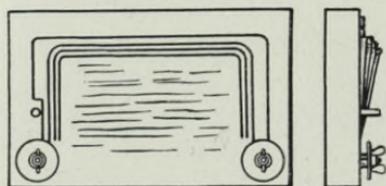


Fig. 234.

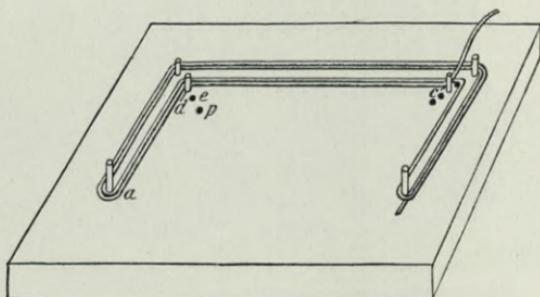


Fig. 235.

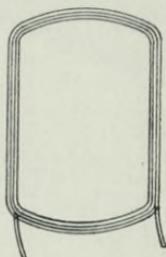


Fig. 236.

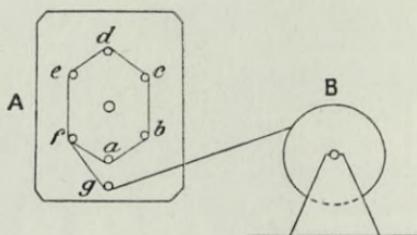


Fig. 236 a.

z. B. nach Fig. 237 b und c¹⁾, wird die Spule fertig (Fig. 237 a) gestellt. Die Vorspule Fig. 235 ist einfach aufzuklappen, was mit zwei aufgehängten Blechflügeln gemacht werden kann. Die Spule Fig. 237 d wird gleich mit Hilfe der aufgeklappten Wickelform richtig gepresst. Einen Schritt weiter ist man schon, wenn man die beiden Wickelprozesse auf einer Form vollständig fertig ausführt (Fig. 238 bis 240, nach Arnold). Der Vorgang ist dabei folgender: Der Draht wird zunächst auf eine

¹⁾ Die Spulen a (Fig. 237 b u. c) werden an ihren parallelen Längsseiten in je zwei Klemmen b und c eingespannt. Dieselben sind auf einem festen, vom Gestell d getragenen Dorn e angeordnet und ihr Abstand kann mit einer mit Rechts- und Linksgewinde versehenen Schraube f der Länge der Armatur entsprechend eingestellt werden. Die Klemmen c sind mit Hilfe des Dornes g auf einem Arm h gelagert, der durch einen in die Oese i eingesteckten Handgriff k um den Zapfen l geschwungen werden kann. An den halbrunden Seiten wird jede Wicklung ausserdem mit Keilen m in Klemmen n festgezogen, die sich beim Ausschwingen des Armes h längs einer feststehenden Stange o nach einwärts verschieben können, bis sie gegen einen in der Länge veränderlichen Anschlag p stossen. Sobald eine Wicklung in den Klemmen eingespannt worden ist, wird der Arm h nach abwärts gedrückt. Hierbei werden die Längsseiten der Wicklung auseinandergezogen und gleichzeitig so durchgebogen, dass darauf die Länge des zu bespannenden Ankers abgeteilt wird, während die festgehaltene halbrunde Seite in einer Ebene senkrecht zu der durch die beiden Längsseiten bestimmten verbleibt.

Wickelform aus Stahl oder Holz, die in einer Bank drehbar angeordnet und zur allgemeinen Verwendung mit verstellbaren Anschlägen versehen

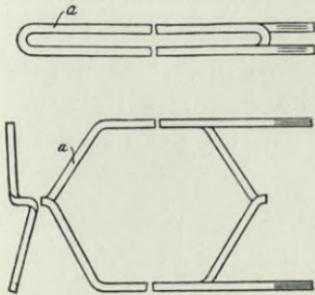


Fig. 237 a.

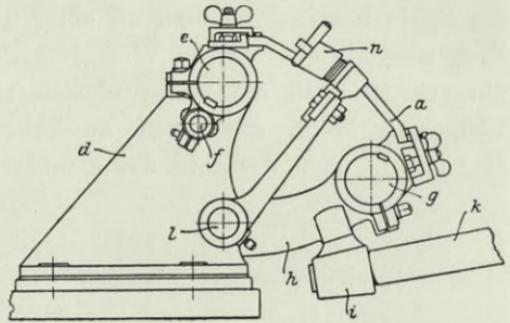


Fig. 237 b.

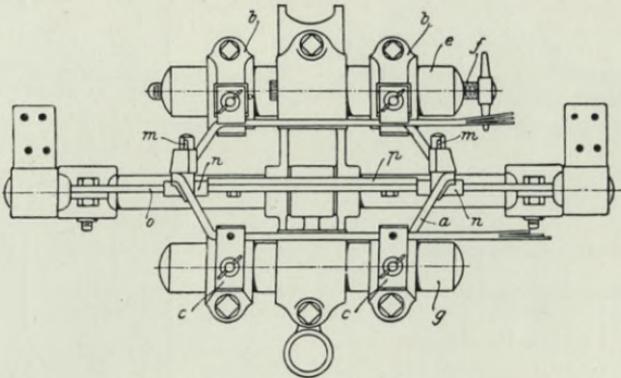


Fig. 237 c.

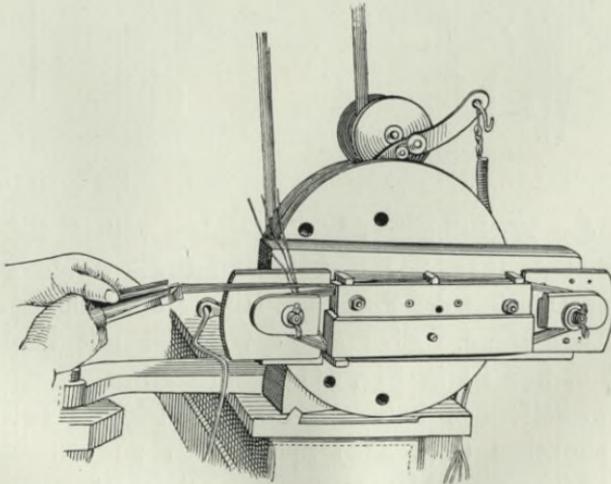


Fig. 237 d.

ist, aufgewickelt. Die Backen der Wickelform gestatten nun in Schlitten eine geradlinige Bewegung gleich der Spulenbreite und häufig eine nach oben und unten gehende kleine Bewegung, um die Höhendifferenz für

die zwei Spulenseiten zu erzeugen. Die Drähte werden in Rinnen auf der Wickelform durch Reiber festgelegt, Anfang und Ende werden festgeklemmt. Nach der Fertigpressung löst man alle Klemmen und nimmt die Spule heraus, die man an einigen Stellen mit Klammern, z. B. aus Blei, umschlingt. Solche Wickelmaschinen sind ziemlich teuer und beanspruchen auch die Drahtisolation ziemlich stark, was sich dadurch vermeiden lässt, dass man zweiteilige Wickelformen aus Holz oder Messing je nach der Zahl der erforderlichen Spulen benützt und darauf

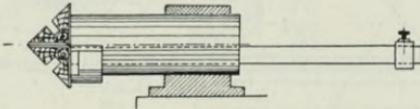


Fig. 238.

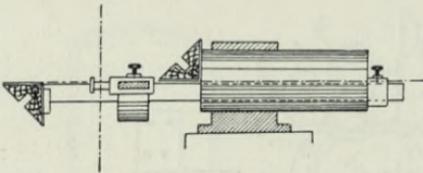


Fig. 239.

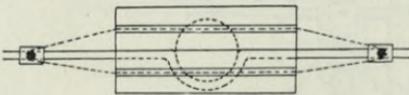


Fig. 240.

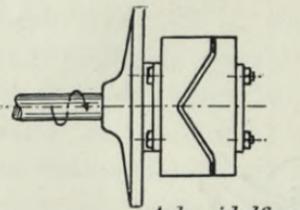
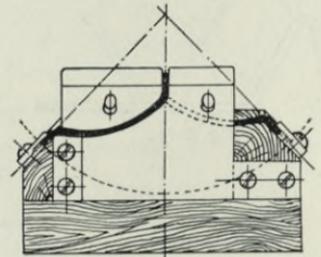
Ankerwickelform
Fig. 241.

Fig. 241 a).

die Spule in der Wickelbank wie Feldspulen vollständig in richtiger Form fertig wickelt (Fig. 241 u. 241a). Ist die Spule gewickelt, so nimmt man das Oberteil der Form mit Hilfe einer Flügelmutter ab und die Spule ist zur Hand. Eine ganze Wickelei mit Wickelmaschinen nach Fig. 234 u. 238 ist in Fig. 241b dargestellt.

Bei Stabwickelformen hat man für Fasswicklung zwischen ganzen Spulen und einfachen (Fig. 242) Spulenseiten zu unterscheiden. Im letzten Falle — dem empfehlenswerteren — schneidet man zunächst alle Stäbe auf Länge, was durch einen einfachen Anschlag an der Schere zu erreichen ist. Dann legt man den Stab gegen einen Anschlag

¹⁾ Nach Fischer-Hinnen.

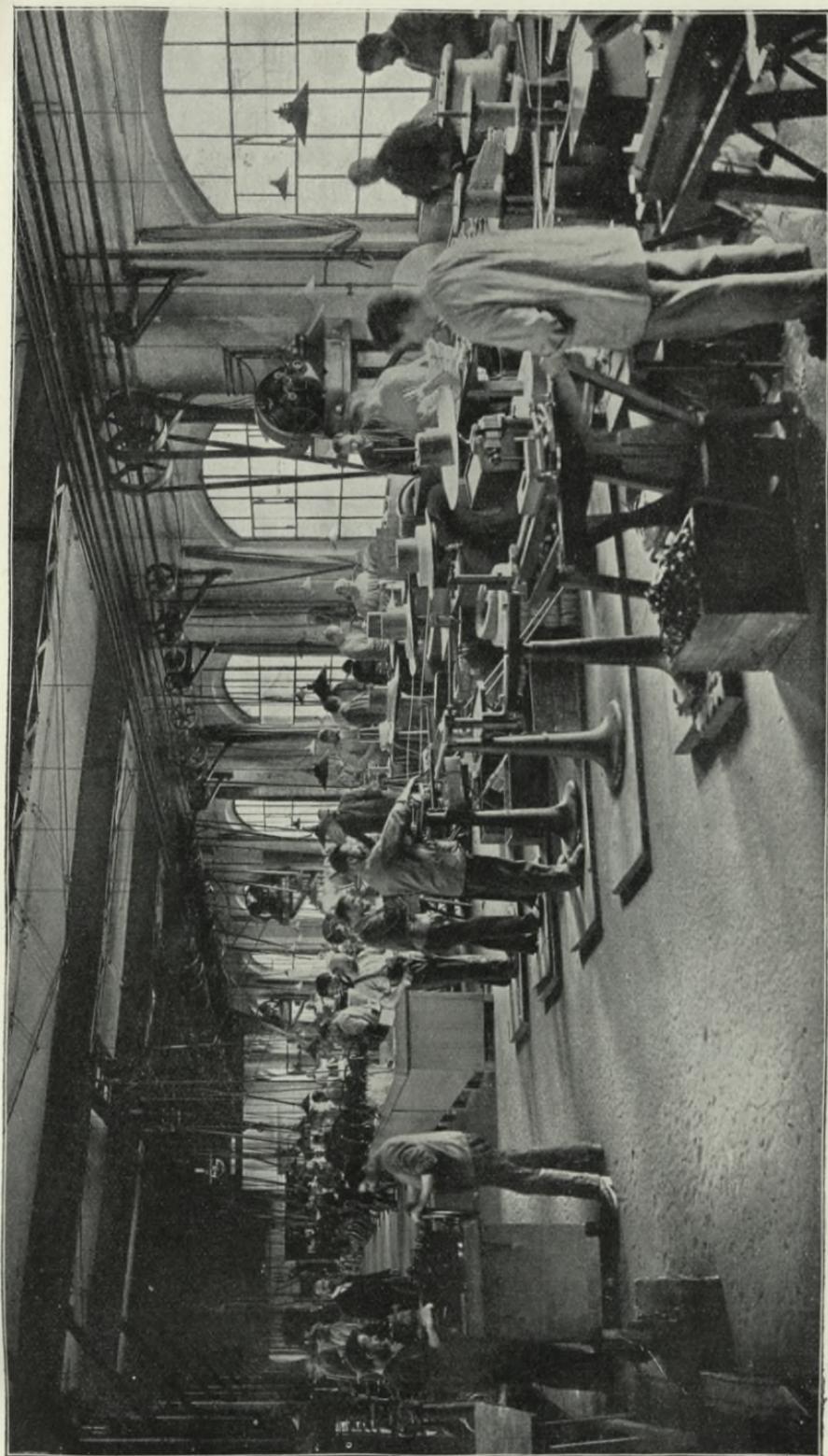


Fig. 241 b. Formspulenwickerei der Union E.-G. Berlin.

(Fig. 243) in eine Form zwischen zwei einstellbare Backen, die die Länge des geraden Stabteils haben, klemmt ihn fest und presst die beiden Enden mit doppelter Biegung mittels Druckhebel oder Hämmer rasch gegen geeignete Anschläge. Solche Stäbe sind nach dem Einlegen auf der Rückseite mit Oesen zu verbinden und zu verlöten.

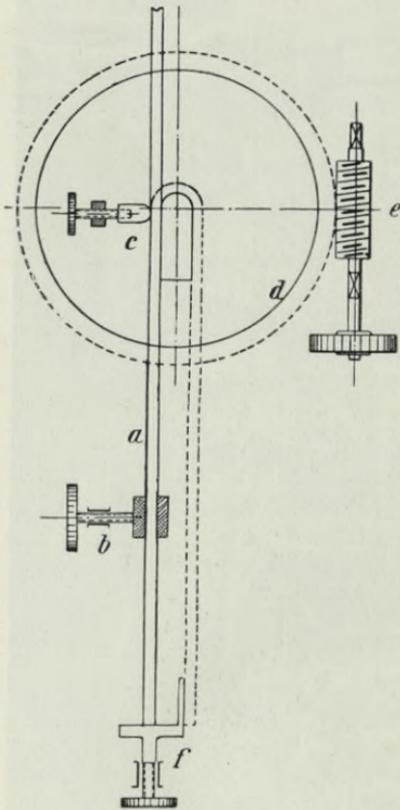


Fig. 244.

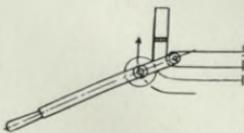
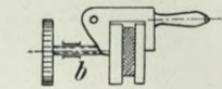


Fig. 245.

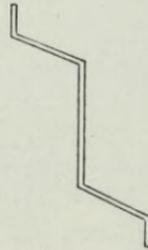


Fig. 242.

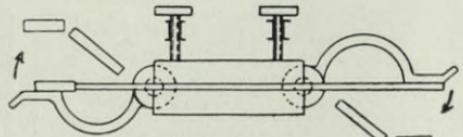


Fig. 243.

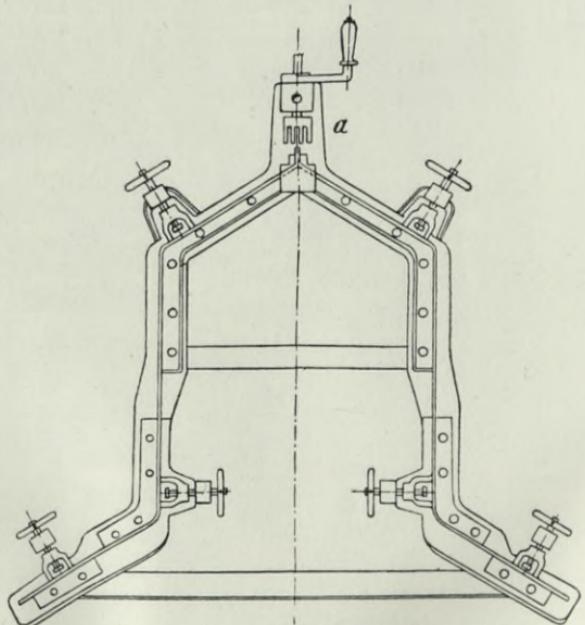


Fig. 246.

Für ganze Spulen ist der Stab zunächst in der Mitte auf einer Handblechbiegemaschine (Fig. 244¹) oder 245) umzubiegen und mit der Biegung klemmt man ihn in eine justierbare Backe a der Metallwickelform

¹) Siehe links auf dem Bild Fig. 241 b.

(Fig. 246), die meist aus einem Blech oder Gussstück besteht, auf das Stahlleisten aufgeschraubt sind, gegen die das Stabkupfer mit Hilfe von Holzhämmern und Reibern festgepresst wird. Der Formgrund soll die gleiche Wölbung und Höhenlage wie der Blechkörper der Maschine haben. Fig. 246 a zeigt einen Drehstromgenerator mit solchen Spulen.

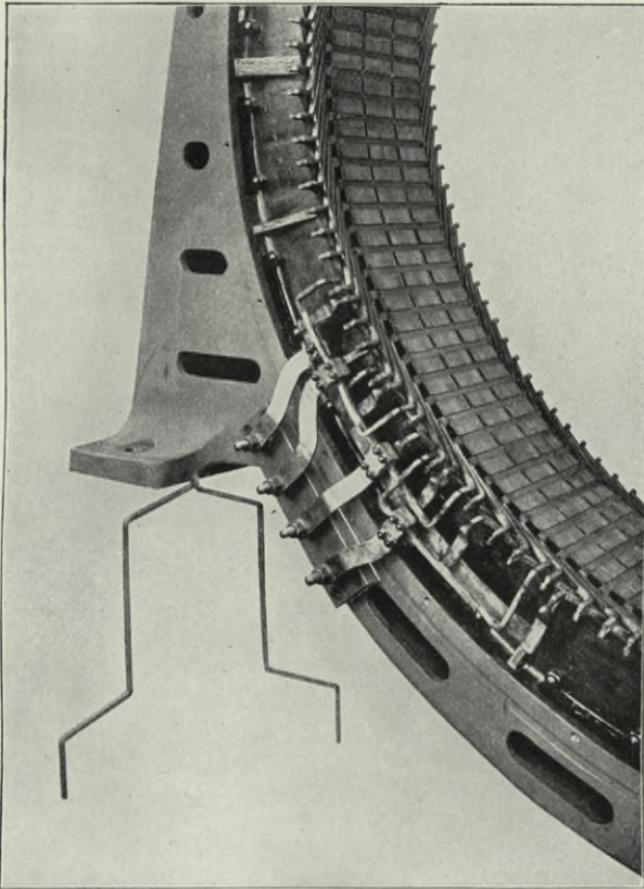


Fig. 246 a. Oerlikon.

Alle maschinengewickelten Draht- und Stabspulen werden mit einer oder zwei sich etwas überlappenden Lagen Baumwollband (Fig. 246 b u. 247) umwickelt, zweckmässig auf besonderen Umwickelmaschinen (Fig. 248), die eine Bandrolle stetig und rasch um die Spule führen, welche man langsam von Hand verschiebt. Man vereinige 10 bis 20 solcher Umwickelmaschinen um einen Tisch und treibe sie von einer unterhalb gelegenen Transmission an. Die Bedienung geschieht durch Mädchen. Nach dem Umwickeln taucht man die Spulen in grosse Blechgefässe mit gelbem oder schwarzem Isolierlack, um sie dann an langen Rechen aufzuhängen. Von da wandern die Spulen in den Trockenofen

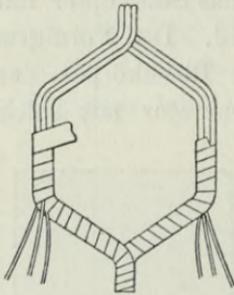


Fig. 246 b.

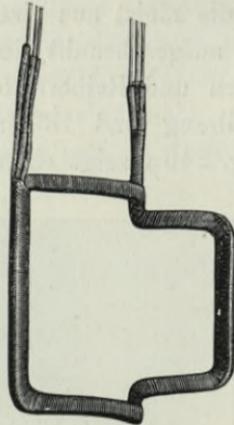


Fig. 247.

(Fig. 249 u. 250), der zuerst zum Austreiben der Feuchtigkeit durch eine Pumpe evakuiert und dann auf etwa 80 bis 90° mittels $\frac{1}{2}$ Dampfschlangen geheizt wird¹⁾. Manche Spulen, die besonders widerstands-

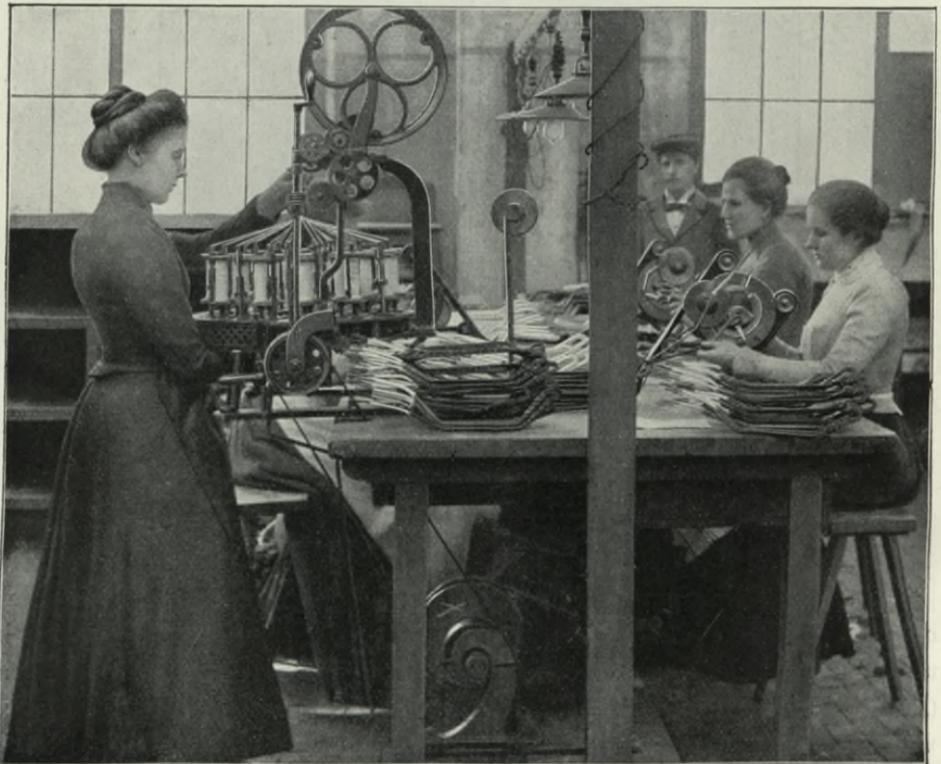


Fig. 248 2). Russische Union E.-G., Riga.

¹⁾ Die Trockenöfen können auch als gemauerte Trockenkammern mit Luft- oder Dampfheizung ausgeführt werden. Für kleinere Sachen verwendet man auch kleine Gasöfen oder mit Glühlampen geheizte Vakuumöfen.

²⁾ Die Umwickelmaschinen sind rechts auf Fig. 248, links steht eine Umklöppelmaschine.

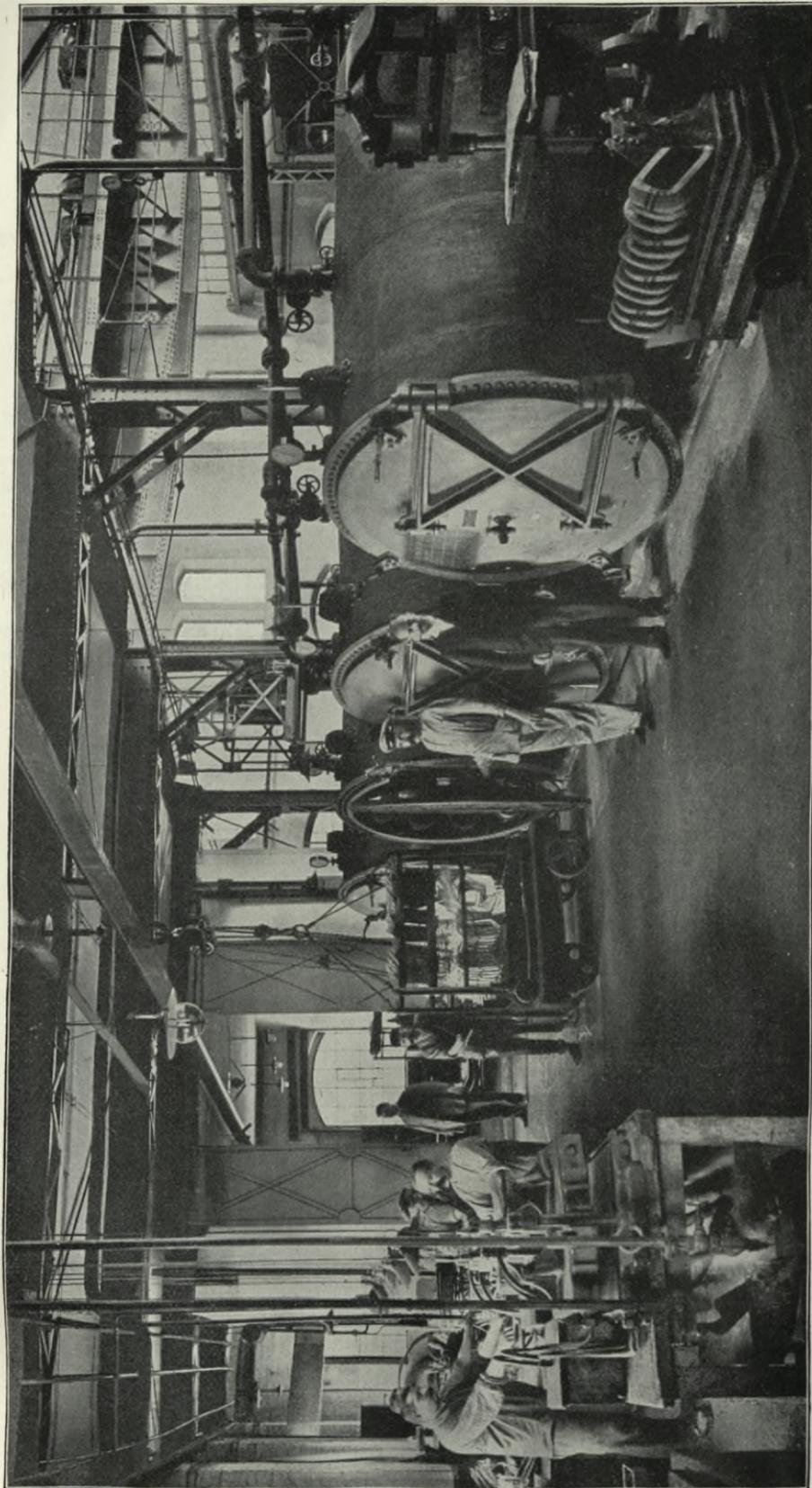


Fig. 249. Union E.-G. Berlin.

In Fig. 249 sind sichtbar: Links Dampfpressen zur Herstellung von Ankerspulen, im Hintergrund der Spulentauchraum, rechts die Vakuumtrockenöfen, rechts am rechten Rand eine Presse zur Herstellung von Glimmerformstücken.

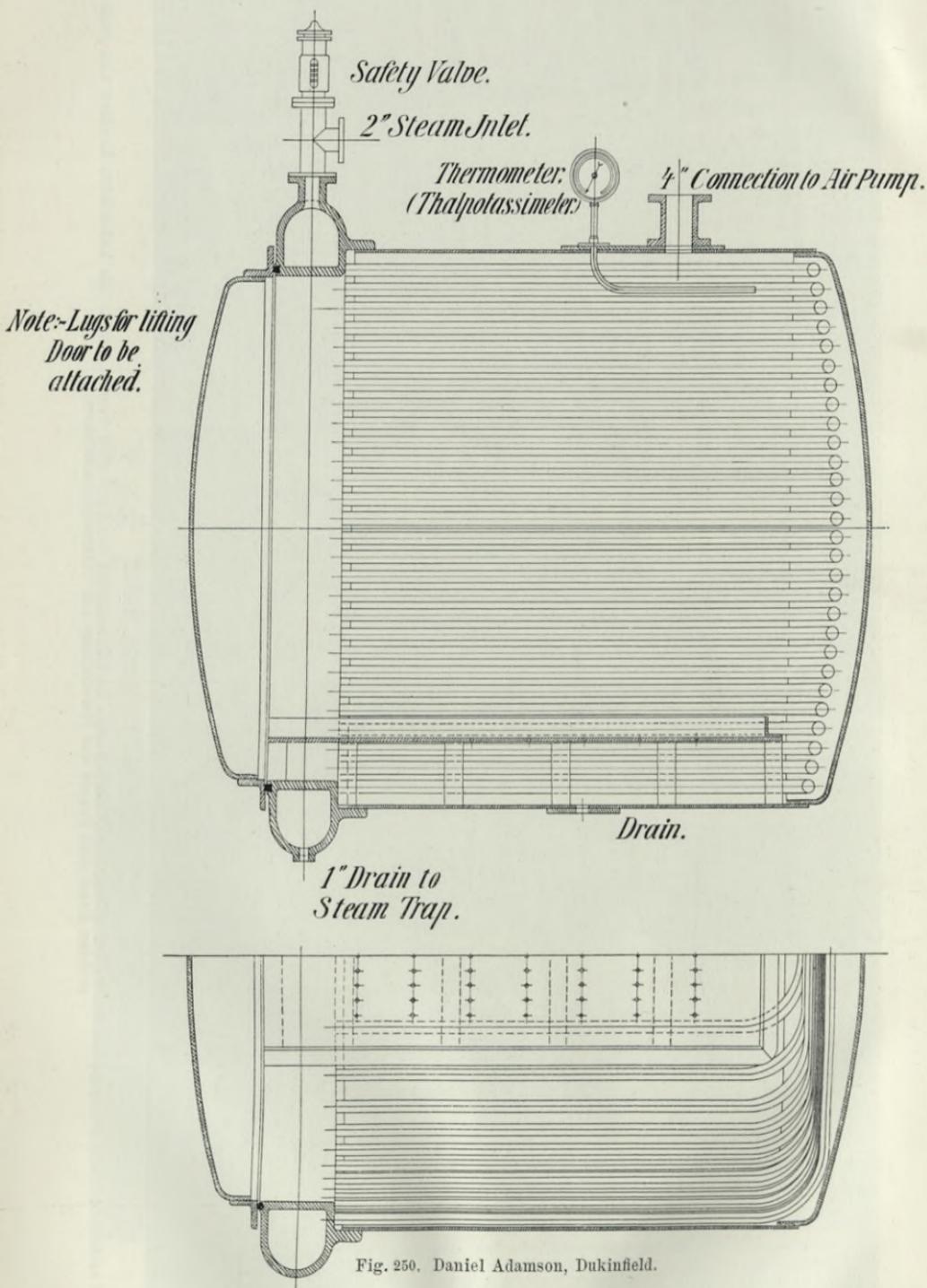


Fig. 250. Daniel Adamson, Dukinfield.

In Fig. 250 lauten die deutschen Bezeichnungen: Safety Valve = Sicherheitsventil; Steam Inlet = Dampfeinlass; Connection to Air Pump = Anschluss zur Luftpumpe; Drain = Abfluss; Drain to Steam Trap = Dampfabfluss; Fastenings for Door = Türverschluss; Inspection Holes = Schaulöcher; Steam Pressure Gauge = Manometer.

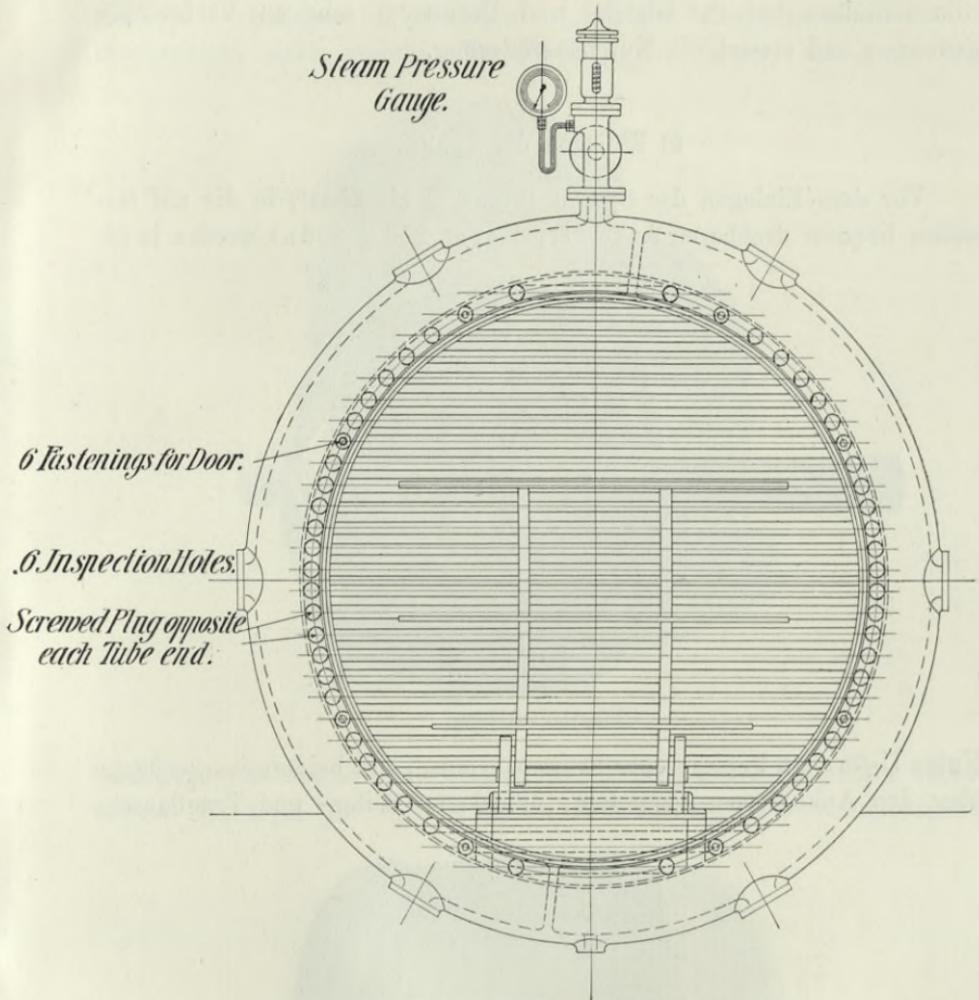


Fig. 250. Daniel Adamson, Dukinfield.

fähig sein sollen, presst man in dampfgeheizten Stahlformen. In solchen Formen werden Stäbe wohl auch allseitig mit Glimmer umpresst, siehe

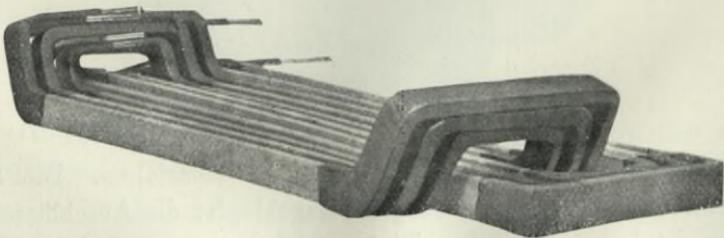


Fig. 251. Oerlikon.

die Spulen Fig. 251 für einen Drehstromgenerator von 10 000 Volt. Dieses Umpresen von gut überlappenden oder nahtlosen Papier- oder

Glimmerhülsen hat für Gleich- und Drehstrom sehr an Verbreitung gewonnen und ersetzt die Nutenausfütterung.

d) Einlegen der Spulen.

Vor dem Einlegen der Spulen (Fig. 252 bis 255)¹⁾ in die auf Gestellen bequem drehbaren Ankerkörper (Fig. 256 u. 256 a) werden in die

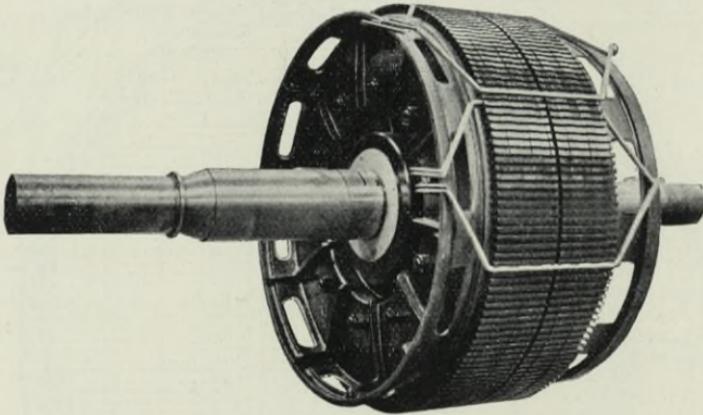


Fig. 252. Oerlikon.

Nuten U-förmige Papier- oder Pressspanrinnen, die beiderseits genügend über den Ankerkörper vorstehen, eingelegt. Seiten- und Tragflansche

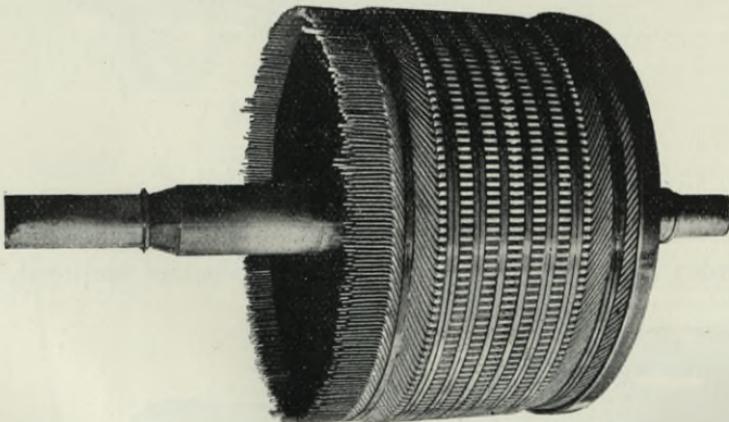


Fig. 253. Oerlikon.

werden ausgeklebt (Fig. 219) und mit Lack bestrichen. Die Spulen werden mit dem Holzhammer sorgsam eingeklopft; die Anschlüsse gegen den Kommutator sind vor dem Einlegen in einem gasgeheizten Zinnbad nach gründlicher Reinigung mit Schmirgelleinen zu verzinnen. Zwischen

¹⁾ Fig. 252 bis 255 stellen denselben Anker dar.

die zwei Wickellagen bei Gleichstromwicklungen bzw. allgemein zwischen Spulenseiten stark verschiedener Spannung ist in und ausser der Nut

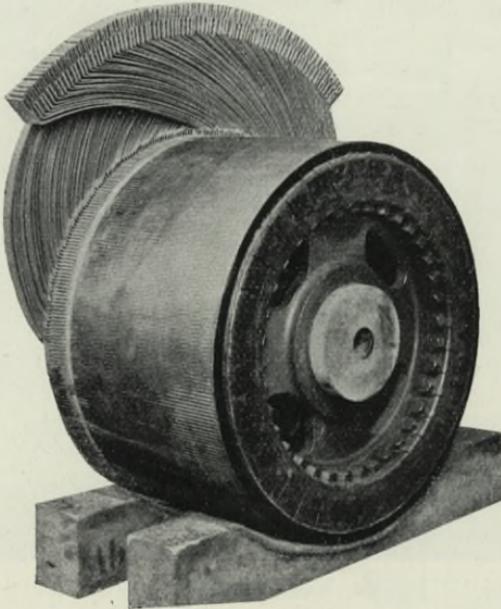


Fig. 254. Oerlikon.

eine genügend starke Zwischenlage aus Pressspan oder Glimmer vorzusehen. Ist z. B. die Spannung pro Nut für eine Drehstrommaschine

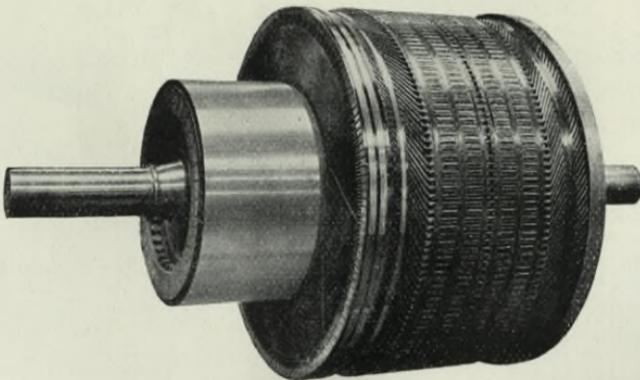


Fig. 255. Oerlikon.

> 100 Volt, so ist es zweckmässig, an zwei bis drei Stellen zwischen die Drahtbündel Pressspanstreifen zu legen. Ueber die Kollektorverbindungen aus Draht zieht man zweckmässig auf der Klöppelmaschine¹⁾

¹⁾ Für grosse Firmen ist es in der Regel empfehlenswert, wenn sie selbst die für den Bedarf ihrer Wickelei erforderlichen Klöppelmaschinen, Draht- und Kabelumspinnmaschinen, Draht- und Stabwalzwerke und Ziehpressen für Dynamokupfer besitzen.

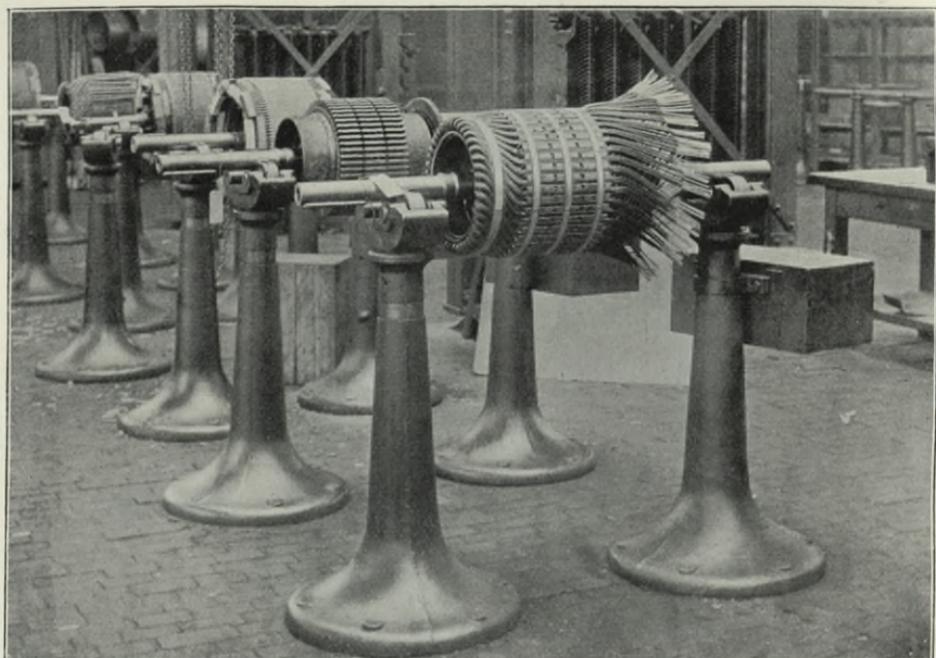


Fig. 256. Russische Union, Riga.

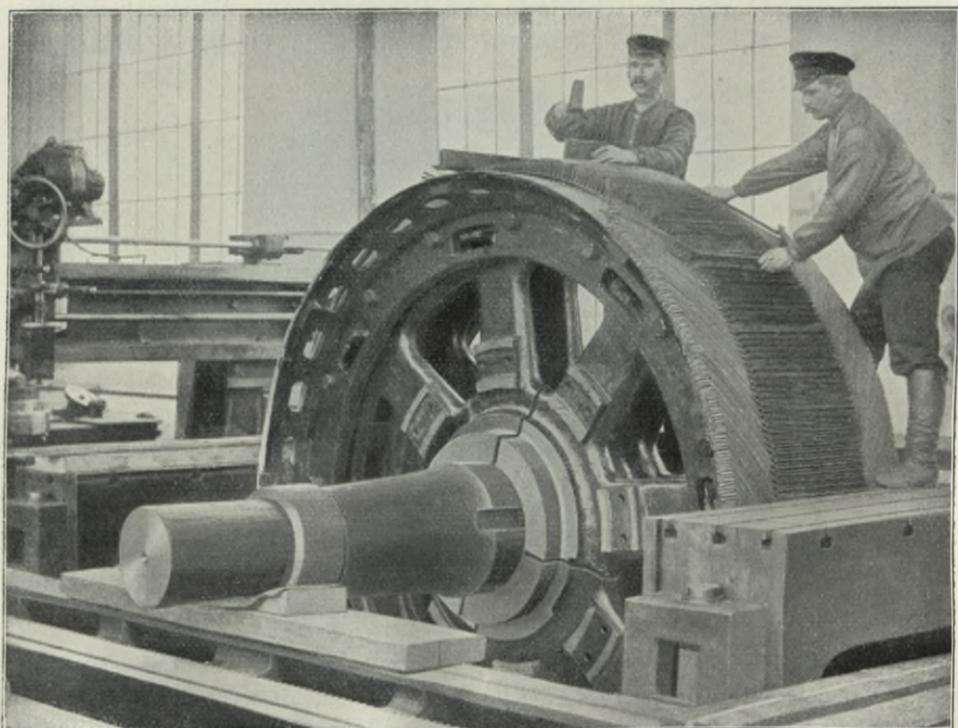


Fig. 256 a. Russische Union, Riga.

(Fig. 248) hergestellte Baumwollstrümpfe. Die zum Kollektor führenden Enden sind peinlich zu ordnen, um falsche Kollektoranschlüsse zu vermeiden. Das Verlöten einer grossen Zahl ringförmig liegender Lötstellen geschieht in einem Bad nach Fig. 257 u. 258, wo alle Lötstellen auf einmal hergestellt werden. Für einzeln zu erledigende Lötstellen bedient man sich der Gaslötkolben oder auch elektrischer Lötkolben¹⁾. Man vermeide unbedingt Säure beim Löten von Wicklungen.

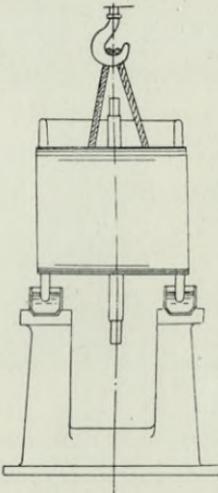


Fig. 257.

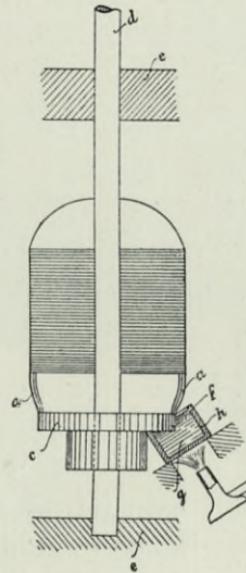


Fig. 258.

Fasswicklung mit Stäben ist auch bei nahezu geschlossenen Nuten ausführbar, wenn man die einzelnen Stäbe mit nur einem umgebogenen Ende in die Nute seitlich einschiebt und die zweite Biegung an der Maschine selbst durch Umklopfen um einen Stift ausführt (Fig. 259). Die äusseren Enden werden gemeinsam verlötet. Beiderseits umgebogene Stäbe kann man in teilweise geschlossene Nuten dann stets einlegen, wenn der Schlitz breiter als die Stabdicke ist (bei sechs und vier Stäben Schlitz $> \frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$ Nutbreite).

Sowohl Draht- wie Stabwicklung lässt sich auch als Seitenwicklung ausführen (Fig. 260 u. 261), die aber meist mehr Hand- als Maschinenwicklung ist. Die Stäbe versieht man dabei auf beiden Enden mit einem Sägeeinschnitt und schiebt sie seitlich in die geschlossenen Nuten ein, wofür diese Wickelart am meisten verwendet wird. Die Stäbe stehen verschieden lang über den Ankerkörper vor. Die in zwei Ebenen verlaufenden Evolventenbügel werden der Reihe nach in die Stabschlitze eingeschoben und einzeln verlötet. Es ist auch üblich, die Bügel mit

¹⁾ Siehe Am. Mach. 1902, 19. Juli, S. 963.

Oesen zu versehen und über die ungeschlitzten Stäbe zu schieben. Namentlich glatte Anker werden mit solchen Seitenwicklungen aus-

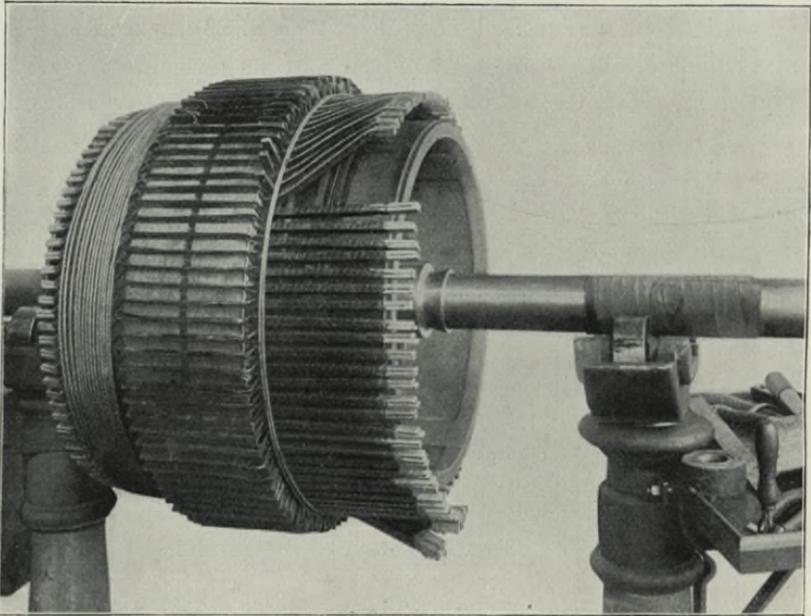


Fig. 259. Union E.-G. Berlin.

gerüstet, wobei die Evolventenbügel in Masse mit den aus Litze bestehenden Ankerleitern vor dem Auflegen auf den Anker verlötet werden.

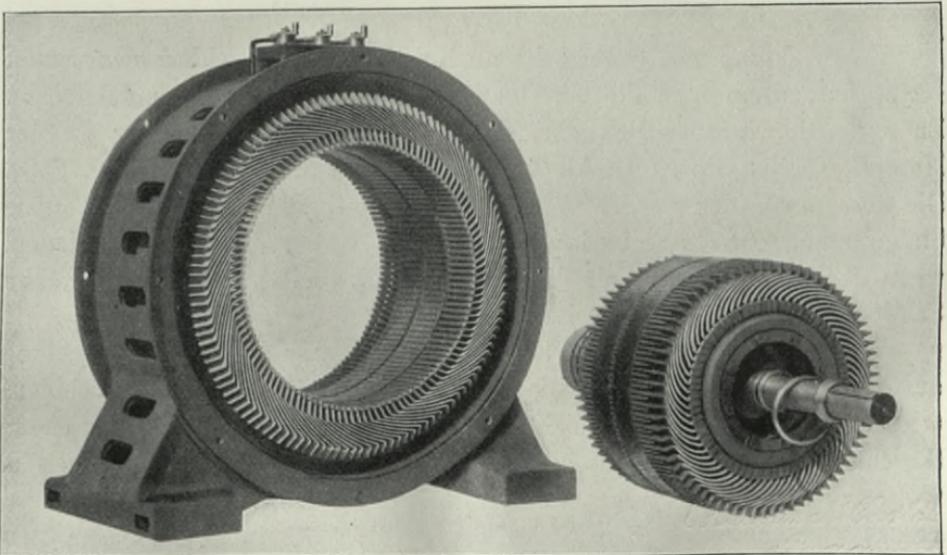


Fig. 260. Kolben & Co.

Bei allen Wicklungen ist zu beachten, dass man in den Nuten genügend Toleranz gegenüber dem theoretisch erforderlichen Querschnitt

zu lassen hat (0,5 bis 1 mm in der Breite und 1 bis 2 mm in der Tiefe) und zwar nicht allein fürs Stanzen, sondern eben auch fürs Wickeln, will man die Wickelarbeit nicht unnötig erschweren, verteuern und betriebsunsicher machen. Auch für die Drahtdimensionen an sich ist

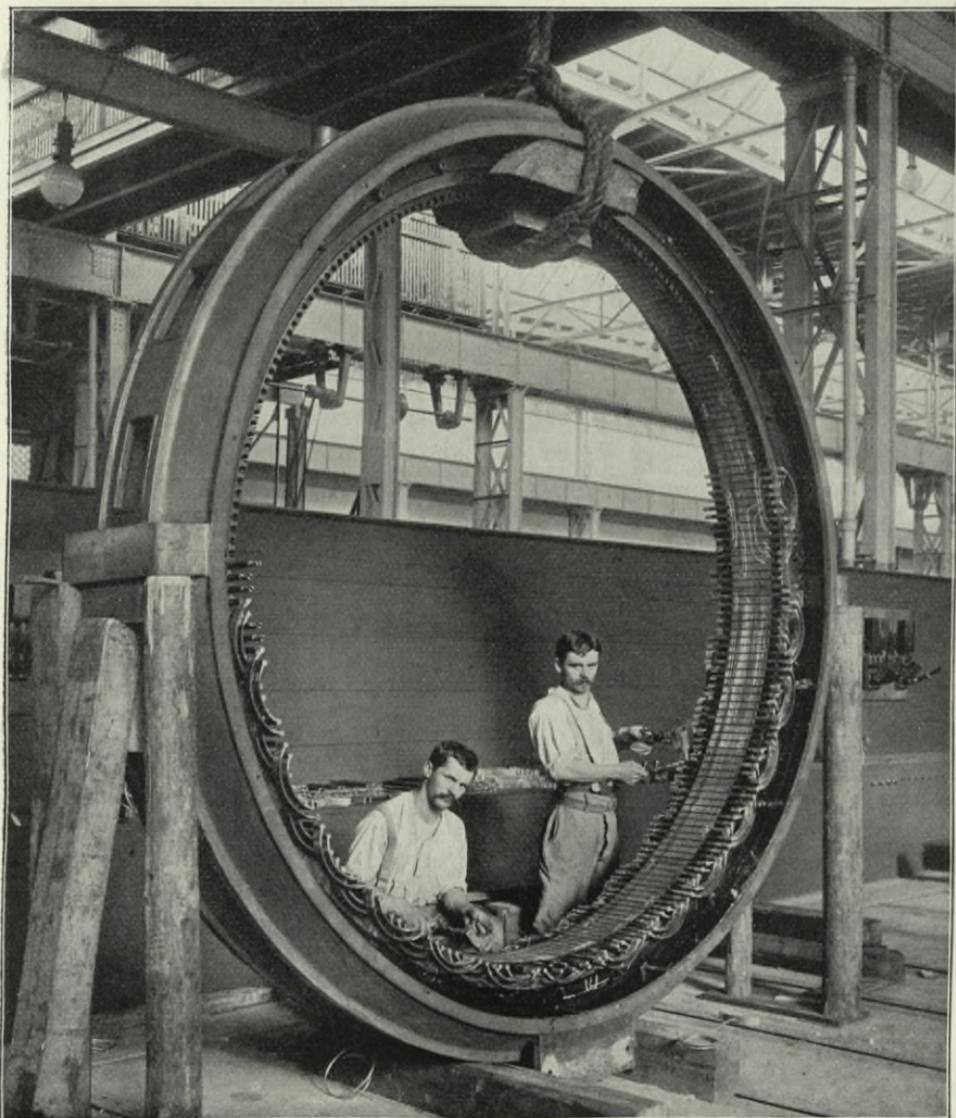


Fig. 261. Gesellschaft für elektrische Industrie, Karlsruhe.

eine gewisse Toleranz von 1 % bei dicken, bis 5 % bei dünnen Drähten erforderlich.

Es mag hier nachgetragen werden, dass auch alle Handwicklungen sorgfältig zu trocknen sind. Kleinere Stücke kann man, nachdem man

sie gut lackiert¹⁾ oder gar als ganzes in Lack getaucht hat, in den Vakuumtrockenofen stecken. Bei grossen Ankern und Gehäusen geht das nicht, man trocknet sie häufig mit Strom, den man so hoch wählt, dass die Erwärmung genügend weit getrieben wird. Es braucht aber oft Tage, bis der Isolationswiderstand hoch genug wird. Sonst bleibt nur noch die Verwendung von Trockenfeuern (Koksöfen) übrig.

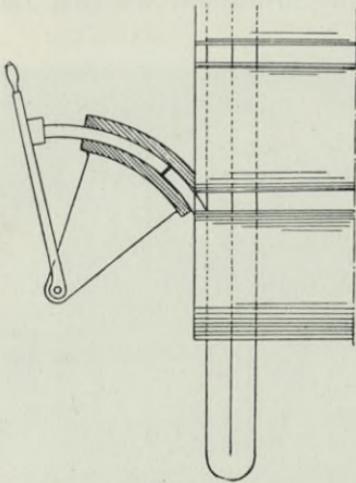


Fig. 262.

Bei geschlossenen oder nahegeschlossenen Nuten mit geschlossenen Hülsen ist die Wicklung in den Nuten an sich gegen die Fliehkraft geschützt; in den übrigen Fällen wird sie durch seitlich eingetriebene Holz- oder Fiberkeile, welche nicht über Ventilationskanäle weglaufen sollten²⁾, oder durch Drahtbandagen festgehalten. Zum Einschieben der kurzen Holzkeile von Kanal zu Kanal bedient man sich bei langen

Maschinen einer Spezialvorrichtung (Fig. 262). Zum Aufbringen der Bandagen hat man besondere Drehbänke (sogen. Bandagierbänke) (Fig. 263 u. 264), auf denen man den verzinn-ten Stahl- oder Bronze-

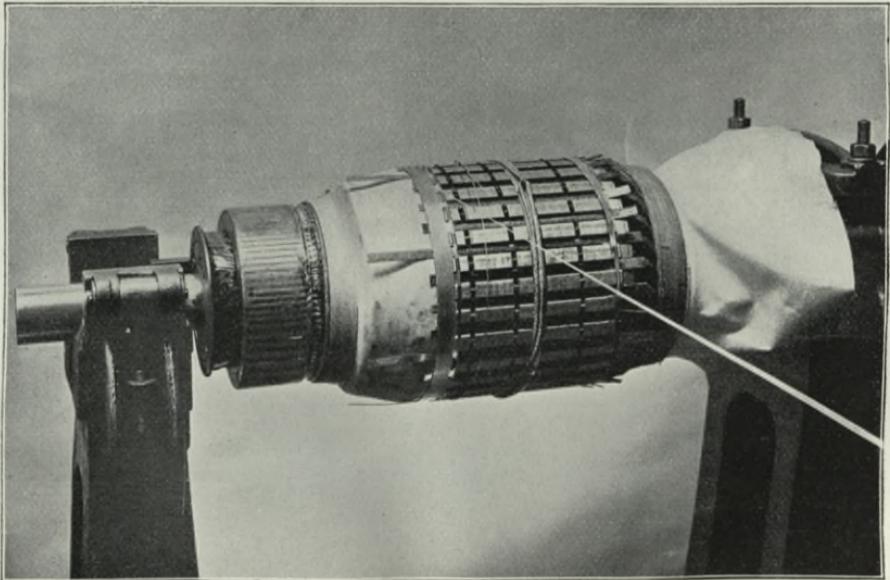


Fig. 263.

¹⁾ In vielen Fällen empfiehlt es sich, den Draht vor dem Wickeln in Lack zu tauchen.

²⁾ Siehe Fig. 219.

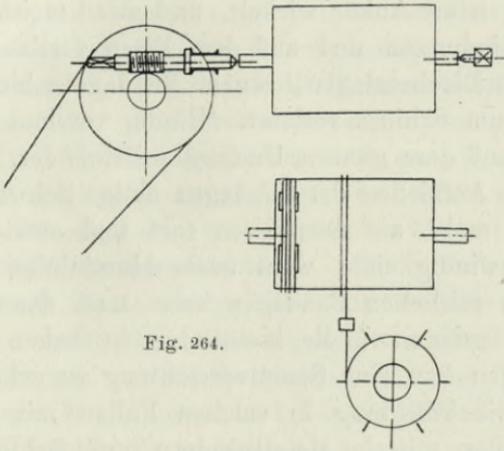


Fig. 264.

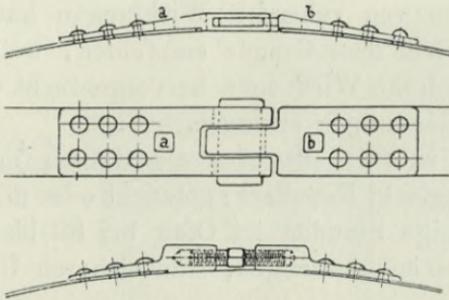


Fig. 266. Lahmeyer, Frankfurt.

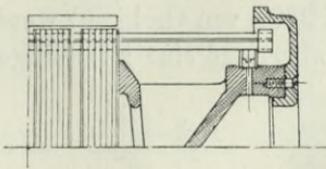


Fig. 267.

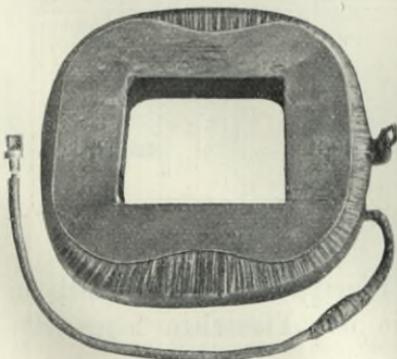


Fig. 268 a.

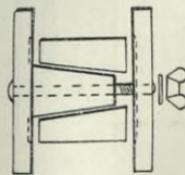


Fig. 268 b.

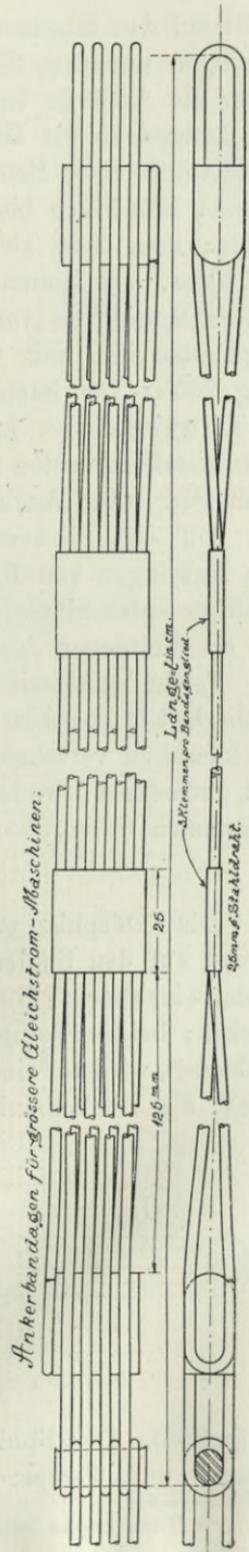


Fig. 265. Union E.-G. Berlin.

draht auf den langsam rotierenden Anker wickelt, und zwar meist alle Bandagen auf den Stirnverbindungen und auf dem Eisen fortlaufend. Unter die Anfänge legt man Blecheinlagen, sogen. Bandagenschlösser, mit denen man die Drähte zum Schluss verlötet. Häufig verzinkt man alle Drähte einer Bandage auf dem ganzen Umfang miteinander. Bei grossen Maschinen bietet das Aufziehen der Bandagen einige Schwierigkeiten; man lässt sie dann meist auf dem Eisen fort und sieht dort Holzkeile, bei hohen Geschwindigkeiten wohl auch Aluminium- oder andere Metallkeile vor. Die seitlichen Bandagen setzt man dann aus Segmentstreifen mit Oesen zusammen, die ineinander zu haken sind (Fig. 265). Der letzte Streifen hat eine Spannvorrichtung zu erhalten. Lahmeyer & Co. halten die Wicklung in solchen Fällen mit Hilfe von Metallsegmenten fest oder mittels Metallbändern und Schlössern nach Fig. 266. Auch Metallhauben nach Fig. 267 sind zweckmässig.

Auf den Stirnverbindungen von ruhenden Wicklungen kann sich das Anbringen von Bandagen aus dem Grunde empfehlen, weil durch kräftige Kurzschlüsse oft dynamische Wirkungen hervorgebracht werden, die ein Verbiegen der Stirnverbindungen erzeugen.

Fertig gewickelte Anker werden entweder als Ganzes in guten Isolierlack¹⁾ (Japanlack, Sterlinglack, Kopallack) getaucht oder mit einem Lackanstrich versehen und einige Stunden im Ofen bei 80 bis 90° C. gut getrocknet, wodurch sie einen glasartigen, staubsicheren Ueberzug bekommen sollen.

e) Feldspulen.

Die Feldspulen aus Draht (Fig. 268 a von Oerlikon) werden entweder direkt auf den Spulenkasten oder aber auf eine zweiteilige Holz- oder Metallwickelform (Fig. 268b) gewickelt; beides, Form- oder Spulenkasten, wird auf eine Plandrehbank, die Wickelbank, gespannt

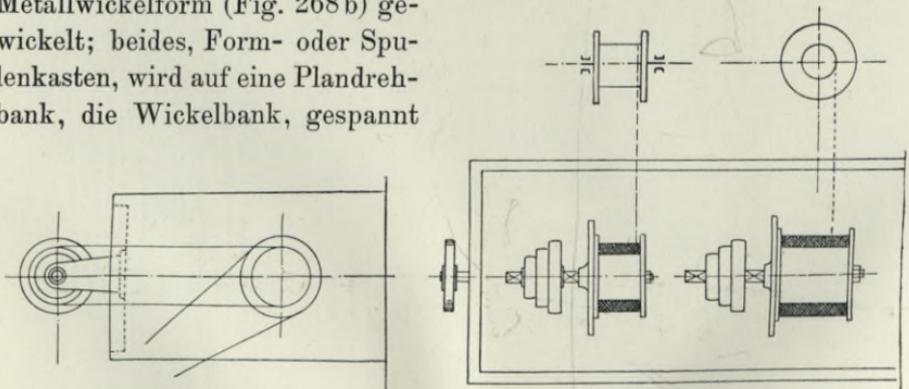


Fig. 268.

(Fig. 268). Der Spulenkasten wird in der Klempnerei aus Zinkblech im Mantel und Temper- oder Messingguss in den Flanschen hergestellt.

¹⁾ Diese Lacke bestehen aus Asphalt, Leinöl, Terpentin, Benzin u. a.

Mantel und Flansche werden ineinander gebördelt. Kleinere Spulenkästen presst man meist aus Isolationsmaterial (Adit u. a.). In den Flanschen sind in jedem Falle Rinnen auszusparen, in denen das innere Drahtende nach aussen geführt wird¹⁾. Metallspulenkästen sind sorgfältig mit Isolationsmaterial auszukleben, wobei die Ecken besonders sorgfältig zu bedecken sind, etwa durch eine lackierte Schnurbandage. Beide Enden sind fest in die Spule einzuwickeln oder an eine in die Spule eingewickelte Klemme anzulöten (Fig. 268 a). Ohne Kasten gewickelte Spulen sollte man in den einzelnen Lagen etwas mit Baumwollband verflechten und gründlich in gut klebenden Lack tauchen, [sowie anschliessend gut im Trockenofen trocknen, wodurch sie in fast steinharten Zustand kommen. Dies lässt

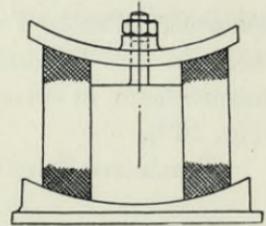


Fig. 269.

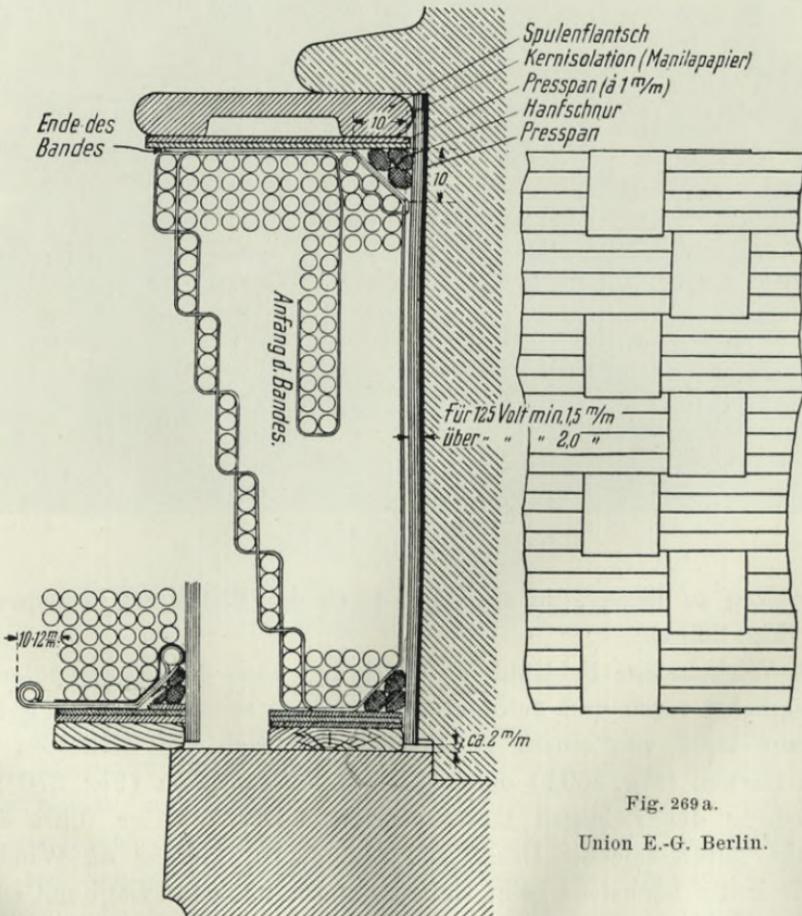


Fig. 269 a.

Union E.-G. Berlin.

¹⁾ Siehe Niethammer, Elektrische Maschinen und Anlagen I₂, unter Magnetspulen.

sich noch dadurch erhöhen, dass man die einzelnen Lagen beim Wickeln mit Lack bestreicht. Auch Spulen mit Kästen sind in Vakuumtrockenöfen auszutrocknen. Strassenbahnpulen werden zweckmässig in Asphalt getaucht. Manche Feldspulen ohne Spulenkästen hat man vor dem Einlegen in das Gehäuse den Krümmungen des Ankers und des Gestells entsprechend in einer mit geeigneten Backen versehenen Presse zu formen (Fig. 269).

Besondere Sorgfalt hat man bei der Herstellung rotierender Feld-

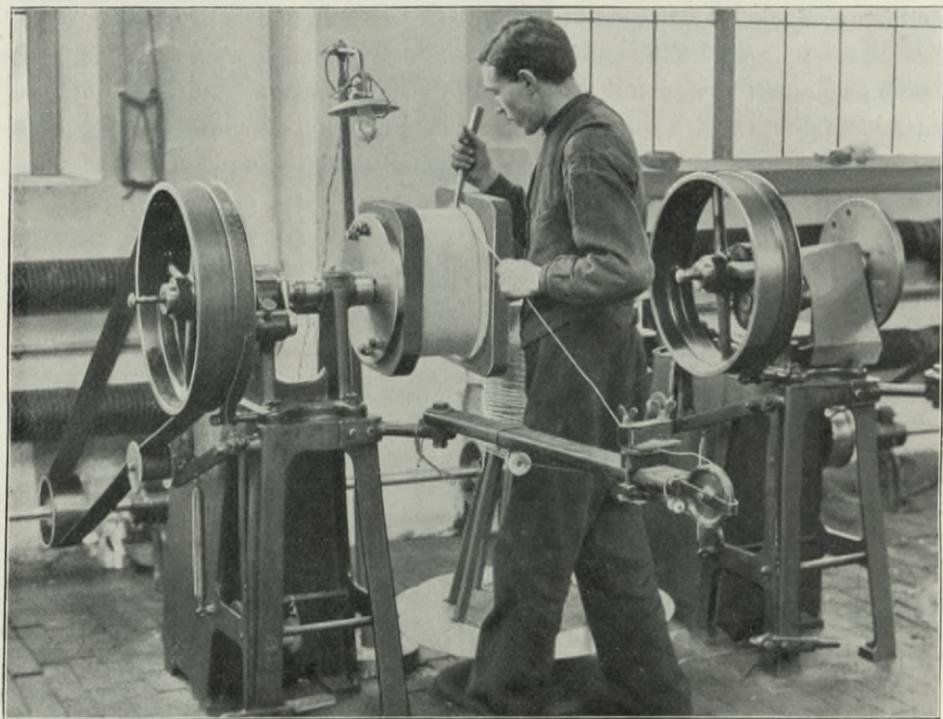


Fig. 269 b. Russische Union, Riga.

spulen walten zu lassen, da sie stark durch die Fliehkraft beansprucht werden (Fig. 269 a).

Das Wickeln der Feldspulen — natürlich auch der Ankerspulen — muss möglichst rasch und automatisch und doch sauber vor sich gehen. Der Draht läuft von einem Holzhaspel ab durch ein Zieheisen mit weichen Backen (Fig. 269 b) oder über ein Rollensystem (Fig. 270¹) je zur Erteilung der richtigen Drahtspannung. Der Wickler führt dann den Draht durch leichten Druck so, dass sich Windung an Windung reiht. Er sollte höchstens beim Uebergang zur nächsten Lage mit einem Holzkeil und Hammer etwas nachhelfen. Das regellose Durcheinander-

¹) Der kleine Antriebsmotor ist zweipferdig.

wickeln ist nicht zu empfehlen und dürfte kaum nennenswert billiger werden. Die Wickelmaschinen müssen mit einem Tourenzähler versehen werden, an dem jederzeit rasch die aufgewickelte Windungszahl abzulesen ist. Für lange Spulen, wie dies besonders bei Transformatoren in Frage kommt, wickelt man wohl auch auf einen Holzdorn, der zwischen den Drehbankspitzen läuft.

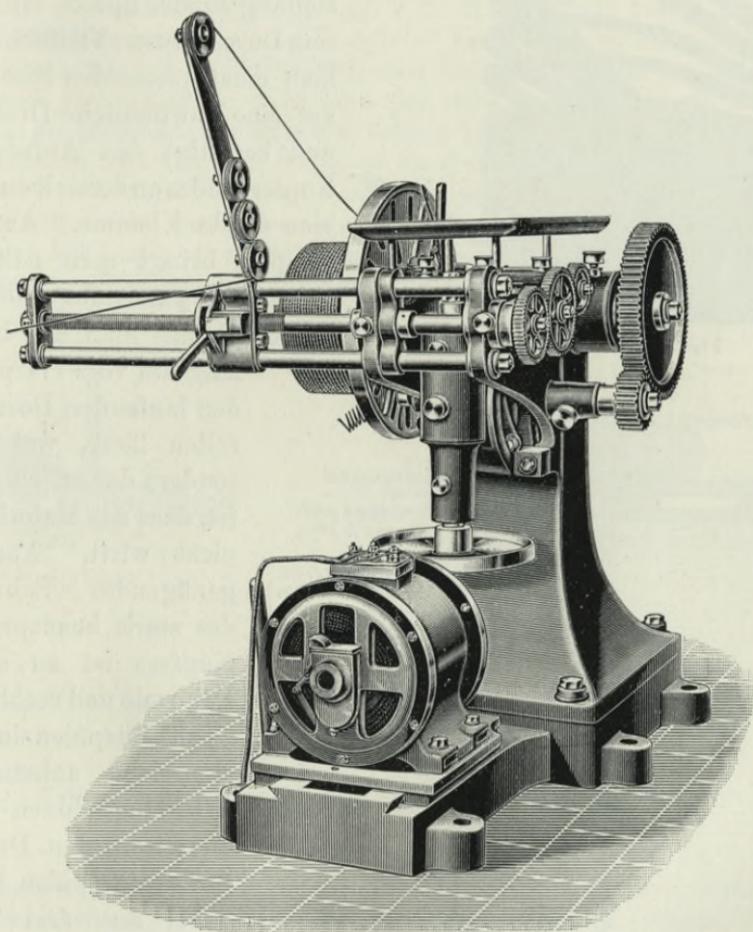


Fig. 270. Kolben & Co.

Stärkere Leiterquerschnitte für Feldspulen (> 8 mm Durchmesser) wählt man aus Litze, aus umsponnenem Vierkantdraht mit gut abgerundeten Ecken, aus blankem, dünnem, breitem Flachkupfer und schliesslich aus Hochkantkupfer. All diese Materialien bis auf das letzte wickelt man auf den gewöhnlichen Wickelbänken, das Flachkupfer meist in vielen dünnen Lagen übereinander, die, sofern sie verschiedenen Windungen angehören, durch dünne Papiereinlagen isoliert werden. Die innere Stromzuführung ist durch einen angelöteten, flach gelegten Kupfer-

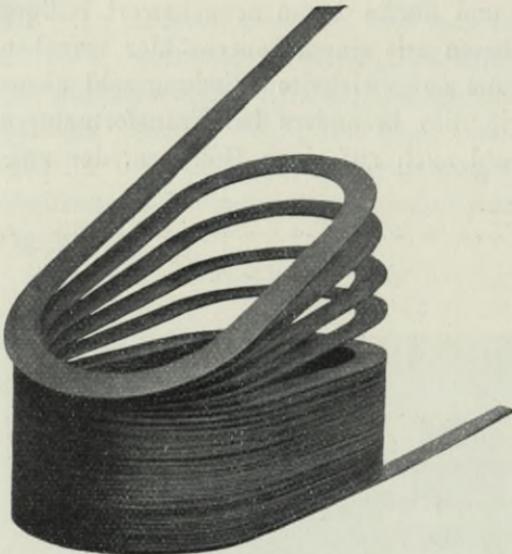


Fig. 271. Oerlikon.

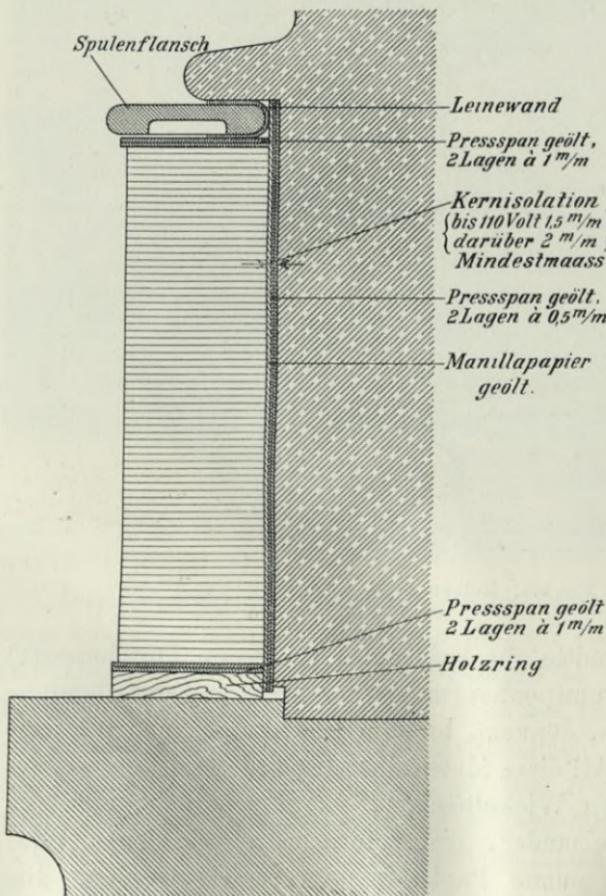


Fig. 271 a. Union E.-G. Berlin.

streifen zu bewerkstelligen. Die Herstellung von Hochkantkupferspulen (Fig. 271 u. 271 a) mit Kupferquerschnitten bis 2 mal 50 mm erheischt einige Erfahrung. Am besten geht die Herstellung runder Spulen mit grossem Durchmesser. Vielfach steckt man einen passenden Eisendorn auf eine gewöhnliche Drehbank und befestigt den Anfang des Kupferbandes an demselben durch eine solide Klemme. Auf dem Support bringt man nahe am Dorn ein passendes Zieheisen an, durch das man das Kupfer langsam vom Haspel auf den laufenden Dorn aufrollen lässt, wobei besonders darauf zu achten ist, dass das Material sich nicht wirft. Auch für genügendes Schmieren des stark beanspruchten Kupfers ist zu sorgen. Für ovale und rechteckige Hochkantspulen sind ganz sinnreiche automatische Wickelmaschinen entworfen worden. Der Dorn für ovale Spulen besteht dabei aus drei Teilen, zwei Halbkreisen und einem ebenen, leicht variierbaren Zwischenstück. Ohne äusseren Eingriff machen diese Maschinen absatzweise die erforderlichen Dreh- und Verschiebewegungen. Für ovale Spulen handelt es sich um eine Plandreh-

bank, der man ausser der Drehbewegung noch durch zwei Zahnstangen zwei horizontale Verschiebewegungen verleiht. Bei Rechteckspulen, die auf der äusserst beachtenswerten Wickelmaschine¹⁾ der General Electric Co.

¹⁾ Die Maschine (Fig. 272 bis 276) zur Herstellung von Kupferstreifen von 0,305 bis 1,175 mm Stärke und 22 bis 51 mm Breite ist von John Ridell, dem technischen Leiter der Werke der General Electric Co. in Schenectady gebaut worden (American Machinist 25. Juli 1903, und Z. V. D. I. 1903, S. 1648). Der Vorgang auf der Maschine zerfällt in zwei Hauptteile: das Biegen des Streifens in Kreisform ohne Faltenbildung und das Herstellen einer fertigen Windung. Der erste Vorgang wird durch Fig. 272 erläutert. Es sei *a* eine stetig umlaufende Platte, auf der eine vorläufig als kreisrund vorausgesetzte Form *b* und eine Druckplatte *c* angeordnet sind. Letztere wird von oben her durch ein Druckstück *d* stark belastet und gleichzeitig bei *e* unterstützt. Zwischen *c* und *a* ist der auf *b* aufzuwickelnde Streifen *f* eingeklemmt, der bei der Drehung der Platte *a* mitgenommen wird, ohne dass sich dabei eine Falte oder eine Unebenheit bilden könnte. Die Platte *c* ist auf den Drehzapfen des Tisches *a* lose aufgesetzt und wird durch einen ausserhalb liegenden

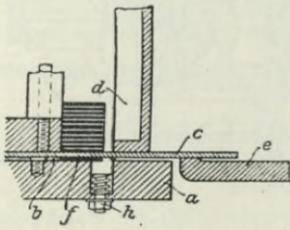


Fig. 272.

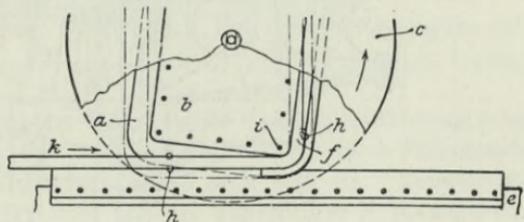


Fig. 273.

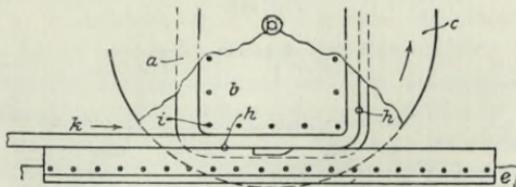


Fig. 274.

Anschlag festgehalten. Das Ende des Kupferstreifens geht durch einen radialen Schlitz der Platte *c* hindurch, so dass sich über dieser die fertigen Wicklungen lagern können. Durch federnde Anschlagstücke *h* wird der Kupferstreifen auch seitlich festgehalten, so dass er sich nicht aufbiegen kann. Diese Einrichtung ist zwar für runde Wicklungen entbehrlich, aber für solche von rechteckiger Form, wie sie hauptsächlich in Frage kommen, unerlässlich.

Der Vorgang beim Biegen eines Kupferstreifens um eine rechteckige Form, deren Ecken durch Viertelkreisbogen abgerundet sind (Fig. 273 u. 274), gestaltet sich folgendermassen: Sobald der Streifen *f* durch Drehen der Tischplatte *a* und der darauf befestigten Form *b* um die bei *i* gedachte Achse um eine Ecke herumgelegt worden ist (Fig. 273), wird die Tischplatte samt der Form in der Richtung des Pfeiles *k* so weit nach rechts verschoben, bis der Krümmungsmittelpunkt der nächstfolgenden Ecke wieder mit der Achse *i* zusammenfällt (Fig. 274), worauf die Tischplatte in dem früheren Sinne um 90° weiter gedreht wird. Das Aufwickeln des

Schenectady (Fig. 272 bis 276) liegend hergestellt werden, hat der Tisch eine Drehbewegung und zwei zueinander senkrecht stehende Ver-
Kupferstreifens auf eine rechteckige Form stellt sich daher als eine ununterbrochene
Aufeinanderfolge miteinander abwechselnder Drehungen und Verschiebungen der

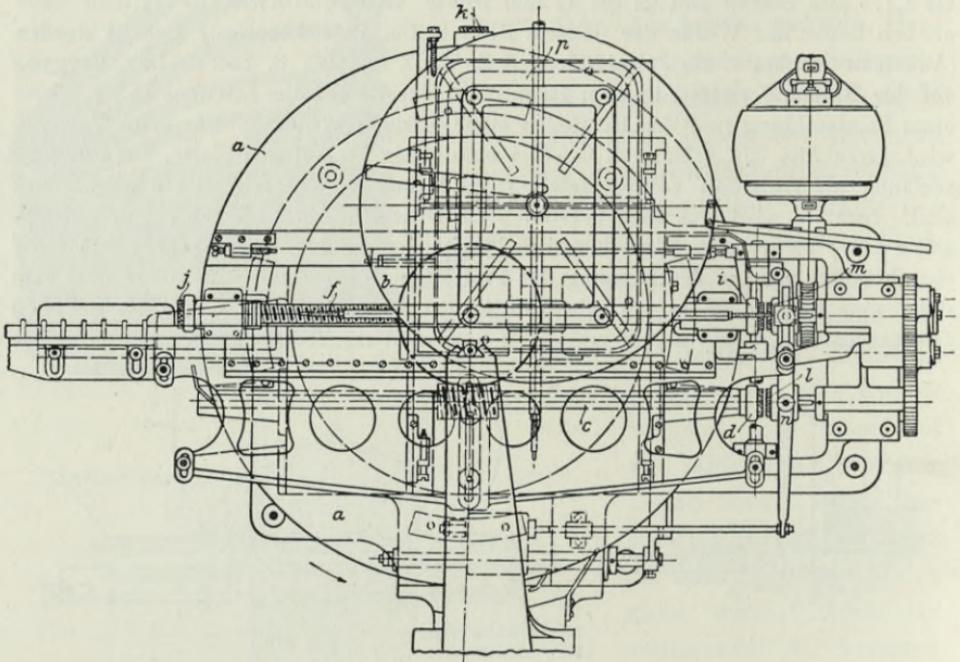


Fig. 275.

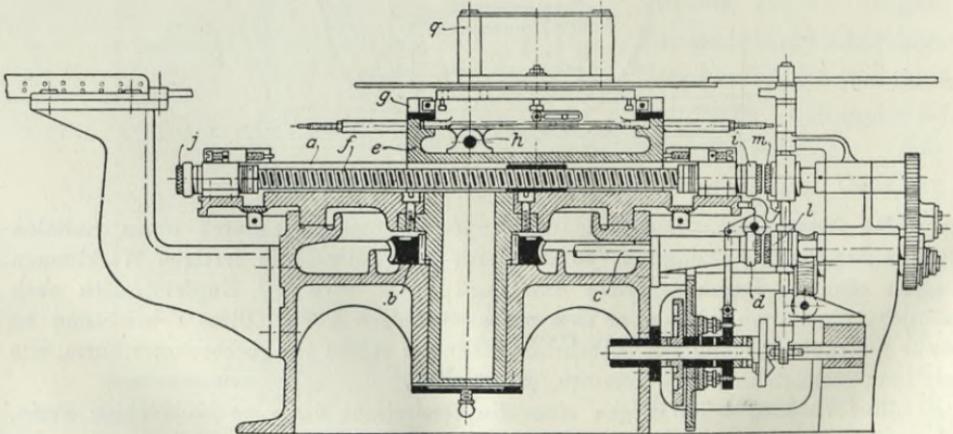


Fig. 276.

Tischplatte dar, die von der Maschine selbsttätig ausgeführt werden. Aus Fig. 273 u. 274 ist auch die Anordnung und der Zweck der Anschläge h ersichtlich. Die Tischplatte a ist hier ebenfalls rechteckig geformt, um einen Zusammenstoß mit der Stütze e zu verhindern. Von der oberen Platte c ist in beiden Fällen der Deutlichkeit wegen ein Stück weggebrochen.

schiebebewegungen durch zwei Schraubenspindeln. Vollständig rechteckiges Kupfer wird beim Hochkantwickeln aussen gezogen (dünner), innen gestaucht (dicker), wodurch die Spule ein unsicheres Gefüge bekommt. Es lässt sich das dadurch vermeiden, dass man die Spule unter einer kräftigen hydraulischen Presse eben drückt, oder aber man verwendet Kupfer, das von vornherein umgekehrt konisch gezogen ist¹⁾. Auch der an den Hochkantwindungen entstehende Grat ist sauber zu entfernen, die Spulen sind überdies auszuglühen. Zum Einlegen des Rotpapiers zur Isolation der einzelnen Lagen hänge man sich die Spulen bequem auf, Windung um Windung fallen lassend. Diese Papierisolation hat sorgfältig zu geschehen, um — besonders bei hohen Geschwindigkeiten — Kurzschlüsse zwischen den einzelnen Windungen zu vermeiden. (Aufkleben des gut sitzenden Papiers auf das Kupfer, eher etwas Ueberstehenlassen des Papiers über das Kupfer!) Vor dem Aufschieben auf die Pole dreht man häufig die Spulen noch mit einem schwachen Span blank ab; bei ovalen Spulen muss dabei der Support eine hin und her gehende Bewegung machen, die man durch die rotierende Spule selbst erzeugen lässt, indem man den Support mit einem bestimmten Gewicht,

Die wichtigsten Teile der Maschine, wie sie tatsächlich zur Ausführung gelangt, sind in Fig. 275 u. 276 dargestellt. Der kreisende Tisch a wird durch ein Schneckenrad b angetrieben. Die zugehörige Schneckenwelle c ist mit einer Kuppelmuffe d ausgerüstet, die im geeigneten Augenblicke mit der zugehörigen Kupplungshälfte l selbsttätig in Eingriff gebracht wird. Auf dem Tische a ist ein Schlitten e mittels einer flachgängigen Schraubenspindel f verschiebbar, der einen zweiten, durch Schraubenspindel h winkelrecht dazu beweglichen Schlitten g trägt. Jede der Schraubenspindeln ist an beiden Enden mit Kupplungshälften i, j, k versehen, die je nach der Stellung des Tisches mit der von dem Rädergetriebe der Maschine in ununterbrochene Drehbewegung versetzten Kupplungshälfte m in Eingriff gebracht werden. Durch Verstellen des zweiarmigen Hebels n, der einerseits die Kupplungshälfte l für die Schneckenwelle c und andererseits die Kupplungshälfte m für eine der Schraubenspindeln f oder h trägt, kann daher entweder der Tisch gedreht oder die Form mit dem betreffenden Schlitten seitlich verschoben werden, wobei infolge der Anordnung der Kupplungshälften von vornherein ausgeschlossen ist, dass sich beide Einrückungen gleichzeitig vollziehen. Es ist selbstverständlich, dass die Kupplungshälften k für die Schraubenspindel h nicht auf dieser selbst, sondern auf kurzen, durch Rädervorgelege mit der Spindel gekuppelten Wellenstücken angeordnet werden müssen, damit sie in die Höhe der Spindel f gelangen und überhaupt mit der Kupplungshälfte m in Eingriff kommen können.

Der Kupferstreifen p tritt, nachdem er um die auf dem Schlitten g befestigte Form gewickelt worden ist, durch den Schlitz der oberen Deckplatte nach aussen und legt sich selbsttätig um die aus vier Rollen q bestehende Spule. Der zur Einstellung der Kupplungshälften l und m dienende Hebel n wird bei der dargestellten Maschine durch eine stetig umlaufende Daumenscheibe gesteuert. Bei den späteren Ausführungen ist indessen hierfür ein Druckluftzylinder angeordnet, dessen Ventile durch Anschläge an der Tischplatte a geöffnet und geschlossen werden.

¹⁾ Nur für runde Spulen einwandfrei.

das über einer Rolle an einem Drahtseil hängt, anpresst. Der Grat ist sauber zu entfernen, eventuell ist Abschleifen besser.

Besondere Beachtung verdienen die Verbindungen der einzelnen Feldspulen untereinander, sowie mit den Klemmen oder Schleifringen (Fig. 277 u. 278). Alle diese Verbindungsstücke sind sauber festzulegen mit Hilfe von Oesen, Klemmen und Hülsen, sowie bei rotierenden

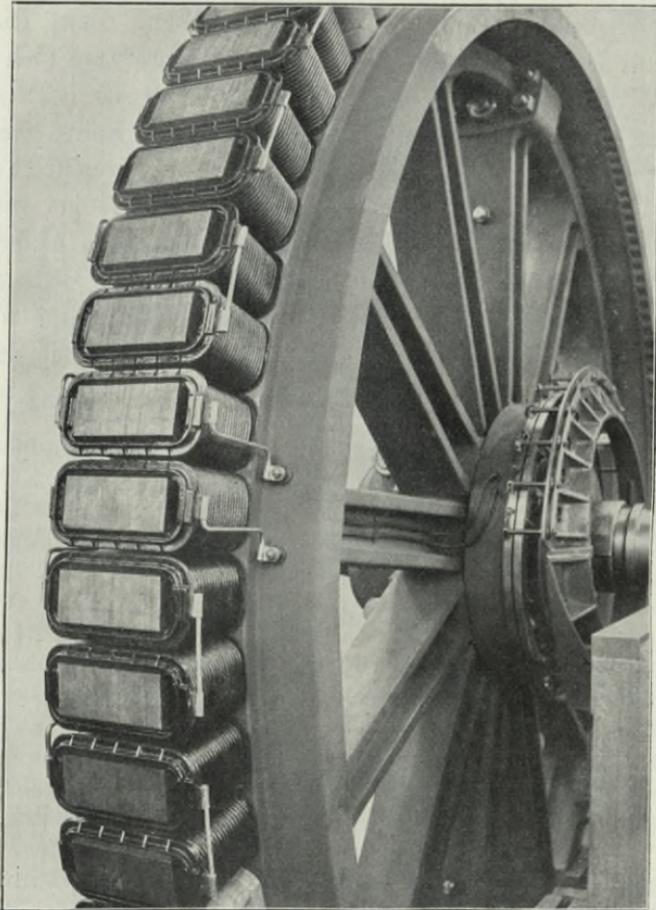


Fig. 277. Oerlikon.

Feldrädern zur Aufnahme der Fliehkräfte noch mittels besonderer Klammern (Fig. 278 u. 278a). Sämtliche sogen. Dynamokabel zur Verbindung der Wickelenden mit den Klemmen u. a. sind elektrisch und mechanisch kräftig zu isolieren¹⁾.

f) Transformatorenspulen.

Transformatorenspulen für hohe Spannungen, die man z. B. auf einer Bank nach Fig. 279 wickelt, sind besonders sorgfältig im Vakuum-

¹⁾ Siehe Niethammer, Elektrische Maschinen und Anlagen I₂, S. 494.

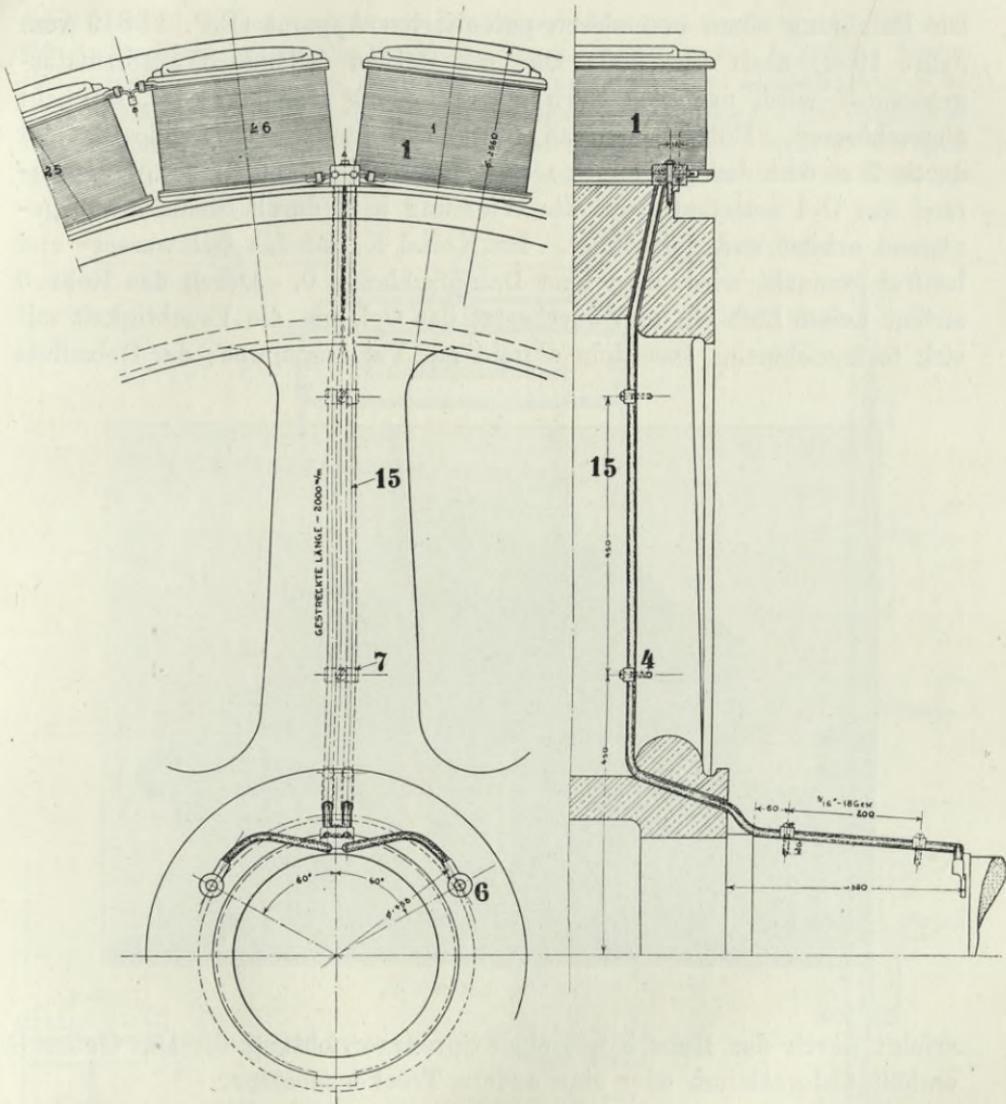


Fig. 278. Union E.-G.

ofen von Feuchtigkeit zu befreien, einige Stunden in Asphalt unter Druck zu behandeln, nach dem Umwickeln mit Band öfters mit Lack zu bestreichen und wiederholt zu trocknen. Bei der Wicklung ist darauf zu achten, dass Punkte mit stark verschiedenem Potential nicht nahe zusammen zu liegen kommen, oder es ist solcherorts besonders auf die Isolation zu achten. Das für Hochspannungstransformatoren verwendete Oel muss absolut wasser-, luft- und säurefrei sein. Die General Electric Co. verwendet bei Spannungen von 50 000 bis 200 000 Volt

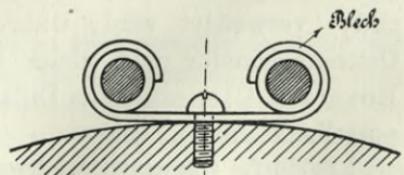


Fig. 278 a.

zur Reinigung einen besonderen patentierten Apparat (E.P. 11819 vom Jahre 1902) nach Fig. 280: Das mit Oel zu füllende Transformatorgehäuse T wird, nachdem Kern und Wicklung eingelegt sind, luftdicht abgeschlossen. Rohr 1 wird an eine Vakuumpumpe angeschlossen und durch 2 strömt das gereinigte Oel vom Kessel K zu. Bevor und während das Oel zuströmt, wird die Wicklung in T durch Stromzufuhr genügend erhitzt und getrocknet. Im Kessel K, wo das Oel wasser- und luftfrei gemacht wird, liegt eine Dampfschlange 0. Durch das Rohr 3 strömt heisse Luft ein und durchsetzt das Oel, um die Feuchtigkeit mit sich fortzunehmen. Das Rohr 4 geht zur Vakuumpumpe; der Oelzufluss

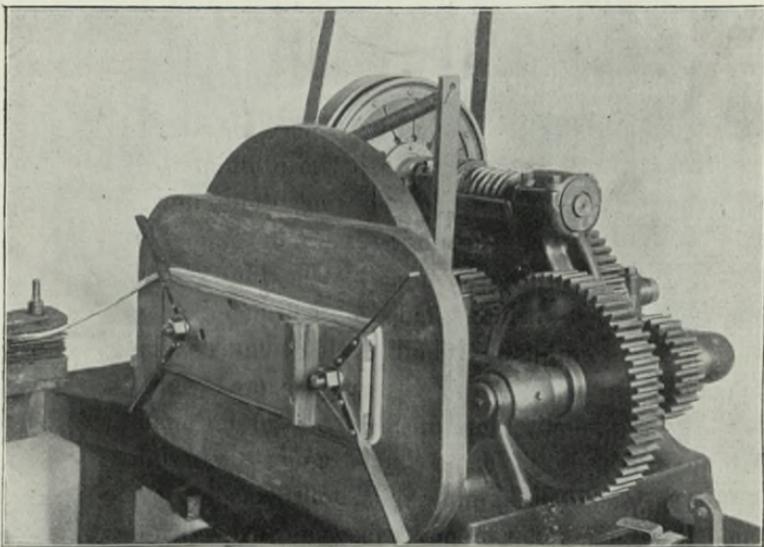


Fig. 279. Union E.-G.

erfolgt durch das Rohr 5 mit einer Sprenzvorrichtung 6. Das Gefäss G enthält Chlorcalcium oder eine andere Trockensubstanz.

Eine äusserst schwierige Aufgabe ist die einwandfreie Ausführung der Ableitungen an Hochspannungstransformatoren, besonders wenn die Type klein ist. In Fig. 281 ist eine solche Ableitung nach E.P. 17389 (Jahr 1902) abgebildet, wie sie von der General Electric Co. (Schenectady) verwendet wird, während Fig. 282 u. 283 einen 30 000 Volt-Oeltransformator und einen 36 000 Volt-Transformator von Brown, Boveri & Cie. mit allen Details, namentlich auch den Hochspannungsporzellanklemmen, zeigen.

Es dürfte von einigem Interesse sein, hier zur Erläuterung der Transformatorwicklungen eine vollständige Isolationsangabe für Kerntransformatoren mit abnehmbaren Spulen folgen zu lassen: Die Niederspannungs- sowie Hochspannungswicklung erhalten am besten keine Spulenkörper. Die Spulen werden direkt auf die Wickelform gewickelt; hierauf wird jede einzelne Spule, deren Drähte vorher mit

Lack getränkt worden sind, separat im Vakuumofen gut ausgetrocknet. Erst nach der Austrocknung erfolgt die Bandumwicklung der Spulen wie folgt: Die Niederspannungsspulen werden mit einer Lage Baumwollband in der Längsrichtung so gewickelt, dass das Band an der Aussenseite der Spule halb überlappt. Diese Bandage erhält einen zweimaligen Lackanstrich, welcher jedesmal gut auszutrocknen ist. Die Hochspannungsspulen werden bis zu 6000 Volt mit zwei Lagen und von da bis zu 10000 Volt

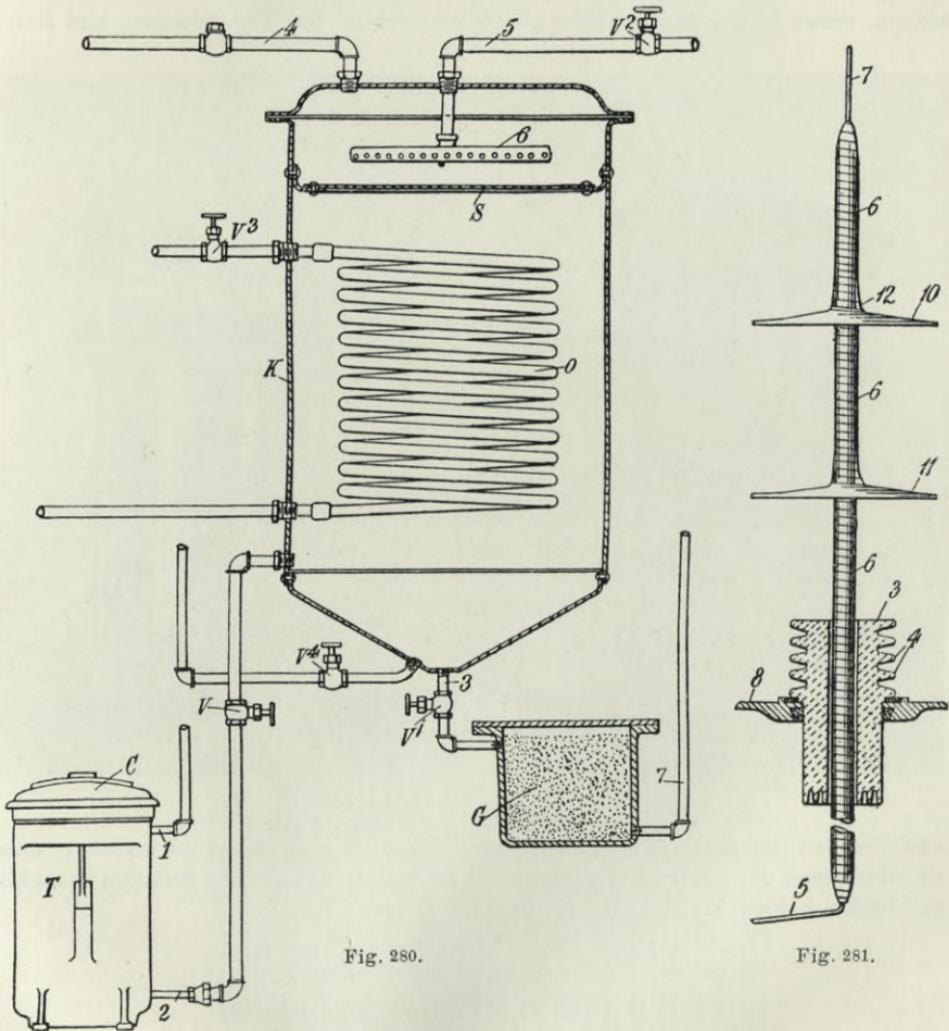


Fig. 280.

Fig. 281.

mit drei Lagen Band so gewickelt, dass das Band an der Aussenseite der Spule halb überlappt; jede Lage erhält zwei Lackanstriche. Bei der ersten und letzten Spule eines jeden Schenkels ist ein 2 mm starker Pressspandeckflansch, ferner auf die innere und äussere Ecke (wegen der Jochbleche) ein Schutzeckenstück aus geöltem Batist mit einzuwickeln. Zwischen je zwei Hochspannungsspulen sitzt ein 2 mm starker geölter Pressspanflansch. Ausserhalb und innerhalb der Hochspannungsspulen — es liegt eine Hochspannungsspule zwischen zwei Hochspannungsspulen — sind Fiberstäbe 3×10 mm hineinzuschieben, deren Länge gleich der Jochhöhe sein muss. Zwischen die Fiberstäbe und die äussere bzw. innere Niederspannungswick-

lung wird ein geölter Pressspanzylinder geschoben, dessen Höhe gleich der Jochhöhe sein soll. Dieser Zylinder muss in Bezug auf Höhe aus einem Stück sein. Ein solcher Zylinder besteht aus 1 bis 3 Lagen¹⁾. Die beiden Enden des Pressspanzylinders müssen sich mindestens 30 mm überlappen. Zwischen den Hochspannungsspulen und den Jochblechen zu beiden Seiten des Schenkels sind Abstandsringe aus in heissem Leinöl getränktem Holz von 6 bis 18 mm Höhe dazwischen zu legen. Die Ecken des Eisenkerns sind mit 1 bis 2 mm starken Leatheroidwinkeln 15×15 mm zu bekleiden, deren Länge der Jochhöhe gleich sein muss. Die Verbindungen und Her-

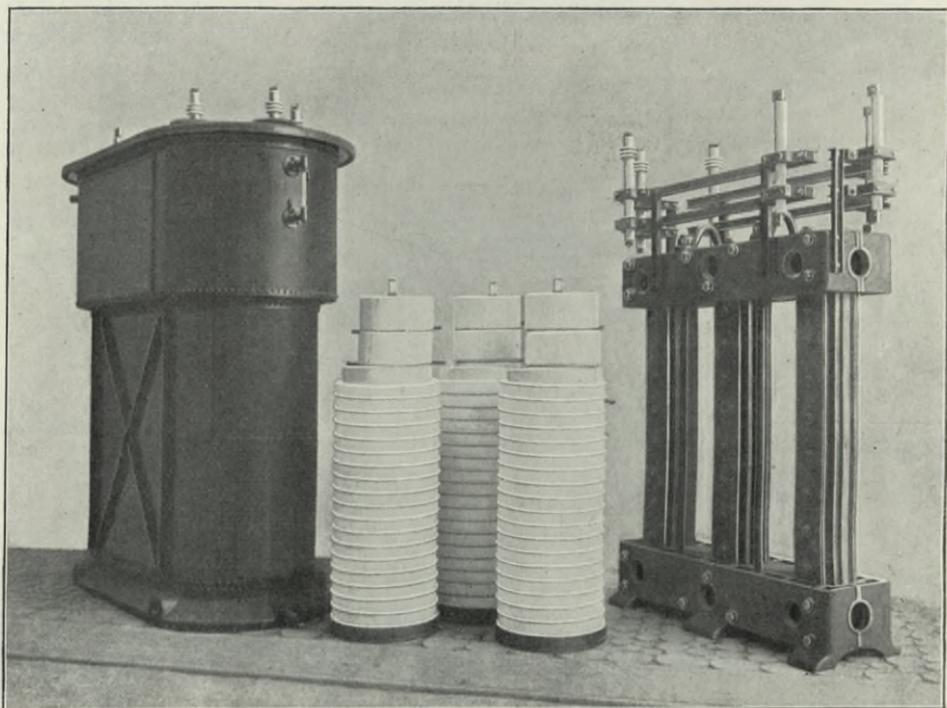


Fig. 282. Brown, Boveri & Cie.

ausführungen der Hoch- sowie Niederspannungsspulen sind so gut zu isolieren, dass sie mindestens die doppelte Hochspannung aushalten. Eine solche Isolation muss bis zur letzten halben Windung in die Spule hineinragen.

g) Transport und Prüfung von Spulen.

Der Transport und die Aufbewahrung aller mit Wicklung versehener Maschinenteile ist vorsichtig vorzunehmen unter Verwendung weicher Unterlagen, z. B. aus Holz. Man beachte den Ankerwagen Fig. 57 und das Ankergestell Fig. 219. Feldspulen stelle man nicht, sondern lege sie. An den Wickelgestellen sehe man einen Tisch und eine Schublade für das Wickelwerkzeug vor.

¹⁾ Je 1 mm stark.

Jede Wickelei bedarf einer Reihe Prüfeinrichtungen¹⁾ und zwar:
 a) zum Prüfen einzelner formgewickelter Spulen auf Kurzschluss
 (Fig. 284, welche den Werkstätten der Grossen Berliner Strassenbahn
 entnommen ist²⁾);

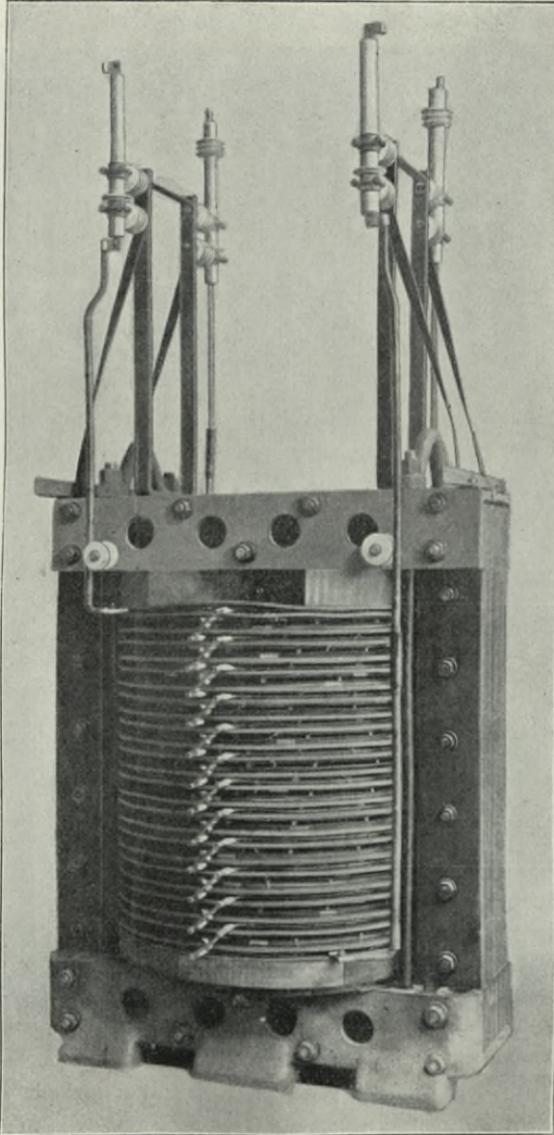


Fig. 283. Brown, Boveri & Cie.

¹⁾ Siehe Niethammer, Elektrotechnisches Praktikum, S. 263.

²⁾ Der Direktion der Grossen Berliner Strassenbahn möge auch an dieser Stelle für die Ueberlassung verschiedener interessanter Photographien mein Dank ausgesprochen werden.

- b) um Anker mit eingelegten Spulen und dann fertig gewickelte Anker samt Kommutator auf Kurzschluss innerhalb der Wicklung zu prüfen;
 c) um den Widerstand gegen Durchschlagsfähigkeit der Wicklungen gegen Gestell und gegeneinander mittels hochgespanntem Wechselstrom festzustellen, nachdem zweckmässig vorher zur Orientierung

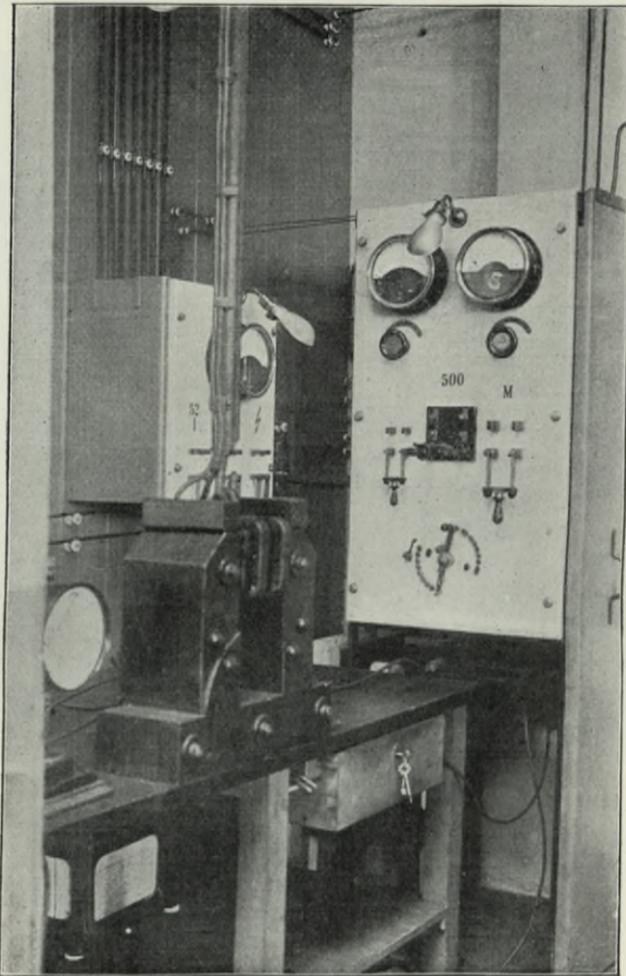


Fig. 284. Grosse Berliner Strassenbahn.

- d) der Isolationswiderstand durch ein Galvanoskop oder Isolationsvoltmeter ermittelt ist, oder schliesslich auch durch eine elektrische Klingel, die in allen Wickeleien zum Absuchen von Fehlern eine gewisse Rolle spielt;

e) eine Prüfstation zur Ermittlung des Ohmschen Widerstandes von Spulen und Wicklungen, gewöhnlich ein Messtisch ¹⁾ mit Wheatstonescher

¹⁾ Der leicht abdeckbar sein soll.

Brücke und genauem Zeigergalvanometer, eventuell auch mit Thomsonbrücke oder Strom- und Spannungsmesser für kleine Widerstände, natürlich alles in stets gebrauchsfertigem Zustand. Bei Gleichstrom ist sowohl der Widerstand des ganzen Ankers zu messen und mit dem berechneten Wert zu vergleichen, als auch der Reihe nach derjenige zwischen je zwei Kommutatorsegmenten, wobei sich Kurzschlüsse zwischen Lamellen ausfindig machen lassen.

h) Isolationsmaterialien.

Zum Zurichten der Isolationsmaterialien braucht man eine Reihe Einrichtungen, für Papier und Karton Hand- und Hebelscheren. Glimmer wird mit Handmessern von Mädchen oder auf Glimmerspalmmaschinen in Scheiben gespalten und dann aus diesen Scheiben in grosse Platten von entsprechender Dicke zusammengeklebt, wobei darauf zu achten ist, dass alle Fugen einer Lage durch die nächsten Lagen gründlich überdeckt werden. Die Glimmerstücke werden in Gastrockenöfen getrocknet, dann auf Mass geschert und auf einer runden Fräse (Art Holzhobelmaschine) auf Dicke geraspelt. Eine wichtige Aufgabe ist die Herstellung der Nuthülsen: Man wickelt das Papier oder den Glimmer oder beides abwechselnd auf einen genau passenden Eisendorn¹⁾ und klebt sie mit geeignetem Lack fest. Nach Erreichung der erforderlichen Lagenzahl oder Dicke werden die Hülsen möglichst allseitig zwischen Flach-eisen gepackt und bei gleichzeitiger Heizung durch Gas oder Dampf durch Schraubzwingen oder hydraulisch längere Zeit kräftig gepresst. Nach dem Auseinandernehmen wird der Dorn herausgezogen und die Hülsen werden auf Mass geschnitten oder gesägt. Aehnlich geschieht auch die Herstellung der Isolationszylinder für Transformatoren und der Kollektorpressringe: Man legt im letzten Fall die Glimmerstreifen (Kreisringsektoren) in entsprechende Pressformen aus Eisen und hält das durch Schrauben zusammengedrückte Material bei Gas- oder Dampfheizung unter Druck. Bei all diesen Glimmerpräparaten spielt die Verwendung eines geeigneten Lackes eine nicht zu unterschätzende Rolle. — Zur Erzeugung aller Isolationsformstücke benötigt man besonderer Einrichtungen. Die Rohstoffe (Asbest, Gummi, gewisse Oxyde, Schellack) werden gemahlen, gemischt und geknetet. Die Teigmasse bringt man auf grosse, von unten geheizte Eisentische, von wo sie in genaue Modellformen eingepasst wird. Ist die Masse einige Zeit unter der hydraulischen Presse gestanden, so lässt sich das fertige Stück aus der Form schlagen. Metallteile, z. B. Klemmen, lassen sich bequem in solche Isolationsformstücke einpressen.

¹⁾ Dieser Dorn kann aus zwei gegeneinander gekehrten Keilstücken bestehen.

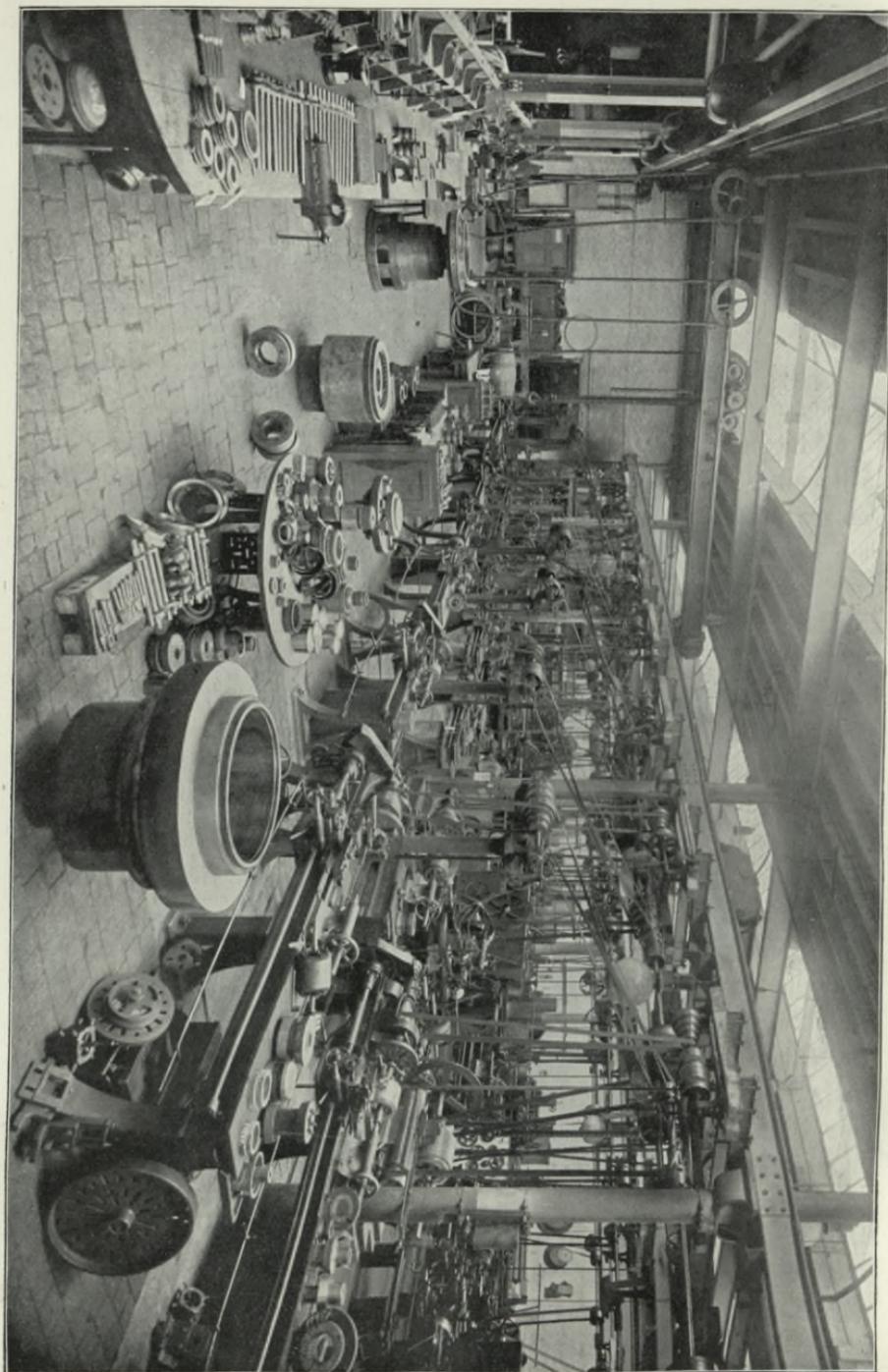


Fig. 285. Oerlikon.

Das Oelleinen oder Oelpapier und andere geölte Stoffe werden entweder durch mehrmaliges Tauchen in entsprechenden Isolierlack oder durch Bestreichen mit Lack und anschließendem Trocknen hergestellt.

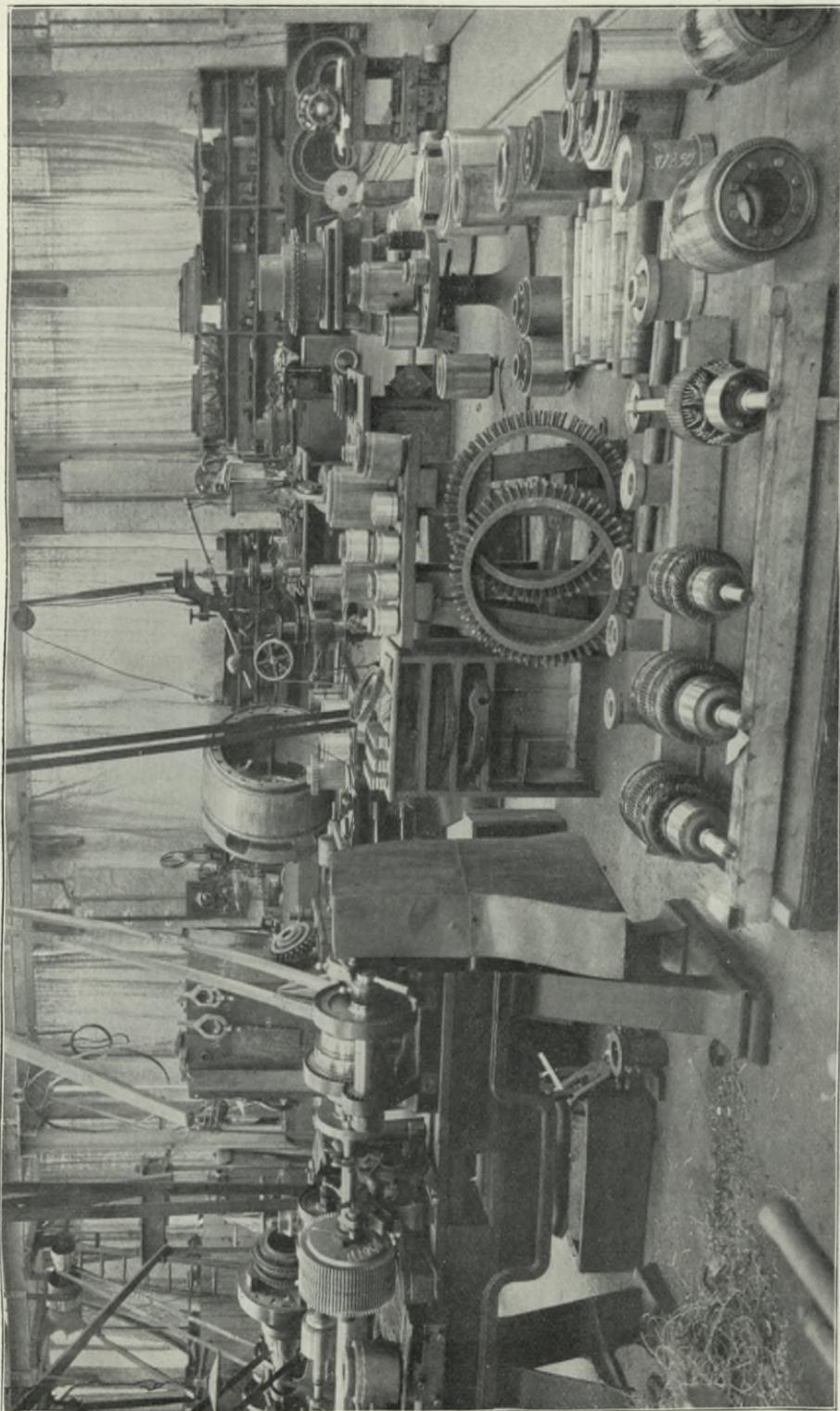


Fig. 286. Deutsche Elektrizitätswerke Aachen.

Man kann z. B. grosse Baumwolltücher in Rahmen spannen, beiderseits mit Lack bestreichen und dann die auf Rollen laufenden Rahmen in einen Trockenofen schieben. Selbsttätig geht der Prozess vor sich, wenn man eine grosse Baumwoll- oder Papierrolle kontinuierlich langsam als Band über zahlreiche Rollen laufen lässt, die teilweise in einem Lackbad liegen, teilweise als Trockenwalzen (ähnlich den Papiermaschinen) ausgebildet sind.

Imprägniertes Holz wird vielfach, namentlich unter Oel oder mit Asbestüberzug, verwendet. Für Hochspannungszwecke sollte Holz in einem leicht zu evakuierenden Gefäss erhitzt und mit Harz (oder Asphalt) oder Paraffin behandelt werden.

24. Kommutatorbau.

Der richtige Kommutatorbau, besonders derjenige raschlaufender Kommutatoren, ist durchaus keine leichte Sache. Die Werkstatt für Kommutatorbau der Maschinenfabrik Oerlikon ist in Fig. 285, diejenige der Deutschen Elektrizitätswerke Aachen in Fig. 286 dargestellt. Die Segmente werden gegenwärtig fast ausschliesslich aus gezogenem Kupfer hergestellt. Früher hat man wohl auch Segmente einzeln oder als Zylinder, den man in Segmente zersägte, aus Kupfer oder Bronze gegossen¹⁾. Es ist aber eine heikle Giessereiaufgabe, dauernd festen, blasenfreien, widerstandsfähigen Guss genügender Leitfähigkeit zu erzielen. Auch Stahlsegmente mit Luftisolation sind schon versucht worden, aber ohne bleibenden Erfolg. Die richtige Segmentform wird entweder von der konisch gezogenen Kupferschiene herausgestanzt oder aber man sägt einfach Stücke von richtiger Länge ab und dreht sie nach dem Zusammenbau aus. Als Isolation zwischen den Segmenten und gegen den Kommutatorkörper ist wirklich zuverlässig wohl nur Glimmer, obwohl verschiedentlich auch Surrogate, wie Pressspan und Asbestpräparate, verwendet werden. Auf genaues Einhalten der Masse der Glimmer- und Kupfersegmente ist zu achten, was auf besonderen Messmaschinen (Fig. 157) bzw. mittels Lehren (Fig. 287) zu kontrollieren ist.

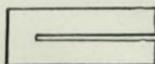


Fig. 287.

Für den Zusammenbau der Segmente gibt es eine Reihe Methoden, deren Anwendung von den Abmessungen des Kommutators abhängt. Bei kleineren Typen stellt man Kupfer- und Glimmersegmente von der richtigen Anzahl innerhalb eines geschlossenen Eisenrings zusammen, dessen Durchmesser innen um wenig grösser als der Kommutator-

¹⁾ Am. Mach. 1903, S. 329.

durchmesser ist, so dass zum Schluss die Segmente spannend zusammengehalten werden. Unter der hydraulischen Presse oder einer Spindelpresse wird dann ein etwas knapperer, passender Stahlring mit konischem Anlauf übergepresst (Fig. 288 der West Hydraulic Engineering Co., London¹⁾), wodurch der Segmentenring einen festen Halt in sich bekommt. Nun spannt man diesen Körper auf die Plandrehbank und dreht ihn aus. Darauf baut man die Glimmerringe und -zylinder, sowie den Kommutatorkörper und den Pressflansch ein und zieht die Schrauben fest an, worauf der äussere Ring wieder abgenommen und der Kommutator zum Austreiben aller Feuchtigkeit im Glimmer auf einem Dreifuss durch Gasflammen oder im Trockenofen geheizt wird. Wenn erforderlich, zieht man die Schrauben des erwärmten Kommutators nach. Vielfach werden Kommutatoren tagelang in einem Ofen bei 60 bis 80 ° C. einem durchgreifenden Backprozess unterzogen. Vermittels eines dünnen

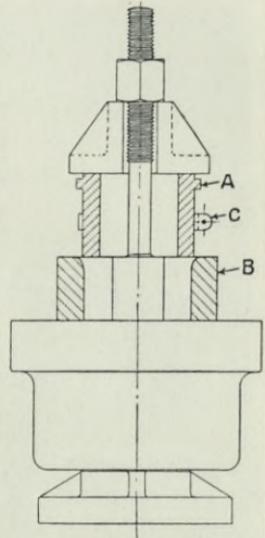


Fig. 288.

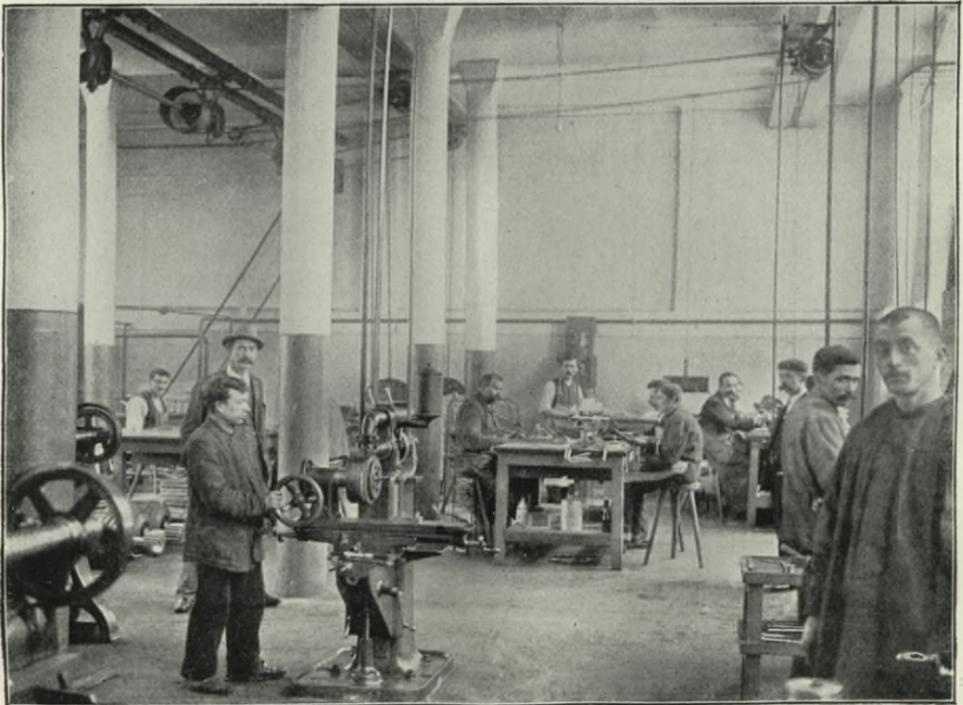


Fig. 289. Grosse Berliner Strassenbahn.

¹⁾ A = Segmente, C = vorläufiger Ring zum Aufbau, B = aufgespannter Ring.

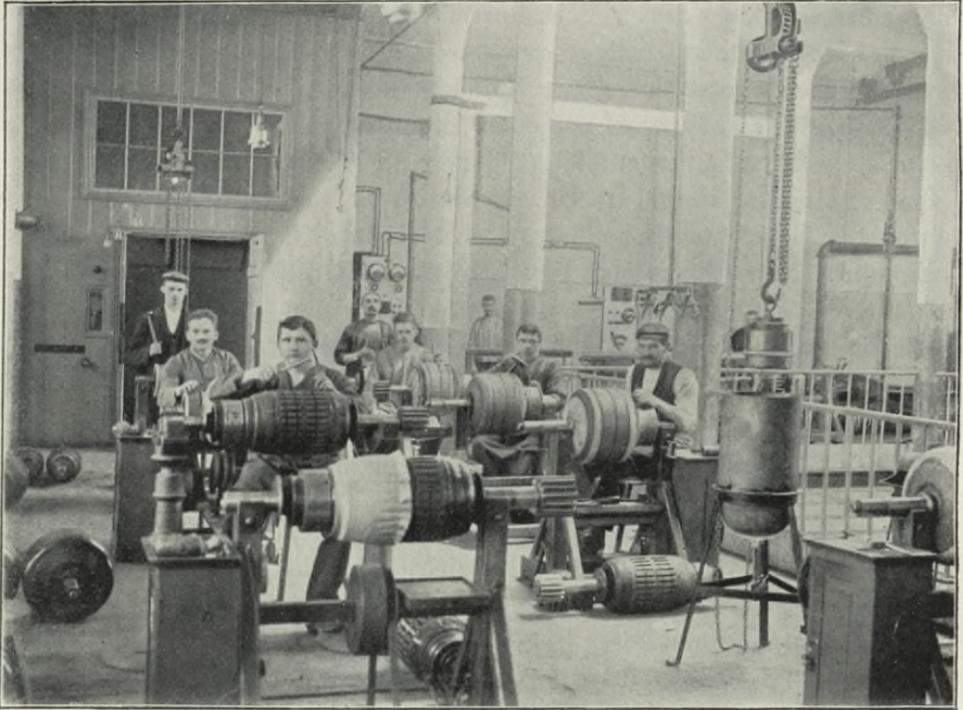


Fig. 290. Grosse Berliner Strassenbahn.

Rundfräasers bezw. einer Kreissäge werden die Schlitz in die Segmente gesägt (Fig. 289). Nachdem die Schlitz gut gereinigt und alle Kurzschlüsse zwischen den Lamellen behoben sind, hängt man den Kom-

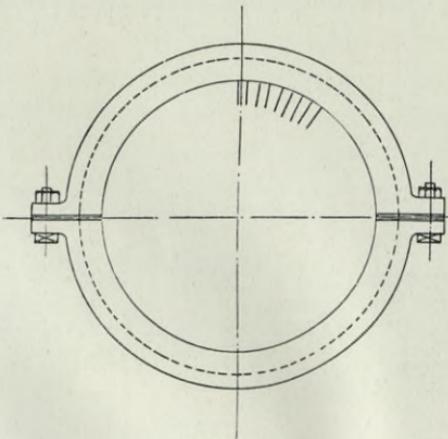


Fig. 291.

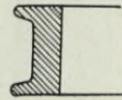


Fig. 292.

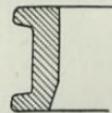


Fig. 293.

mutator mit den Schlitz nach unten an einem Flaschenzug über einem Zinnbad auf und verzinkt die Kommutatoranschlüsse gut (Fig. 290); dann presst man ihn auf die Ankerwelle (hydraulisch oder mit der Spindelpresse). Zum Schluss werden die Ankerdrähte regelmässig in die

Kommutatorschlitz eingelegt und mit dem LötKolben verlötet. Die überstehenden Drahtenden werden abgewickelt; der Kommutator wird auf

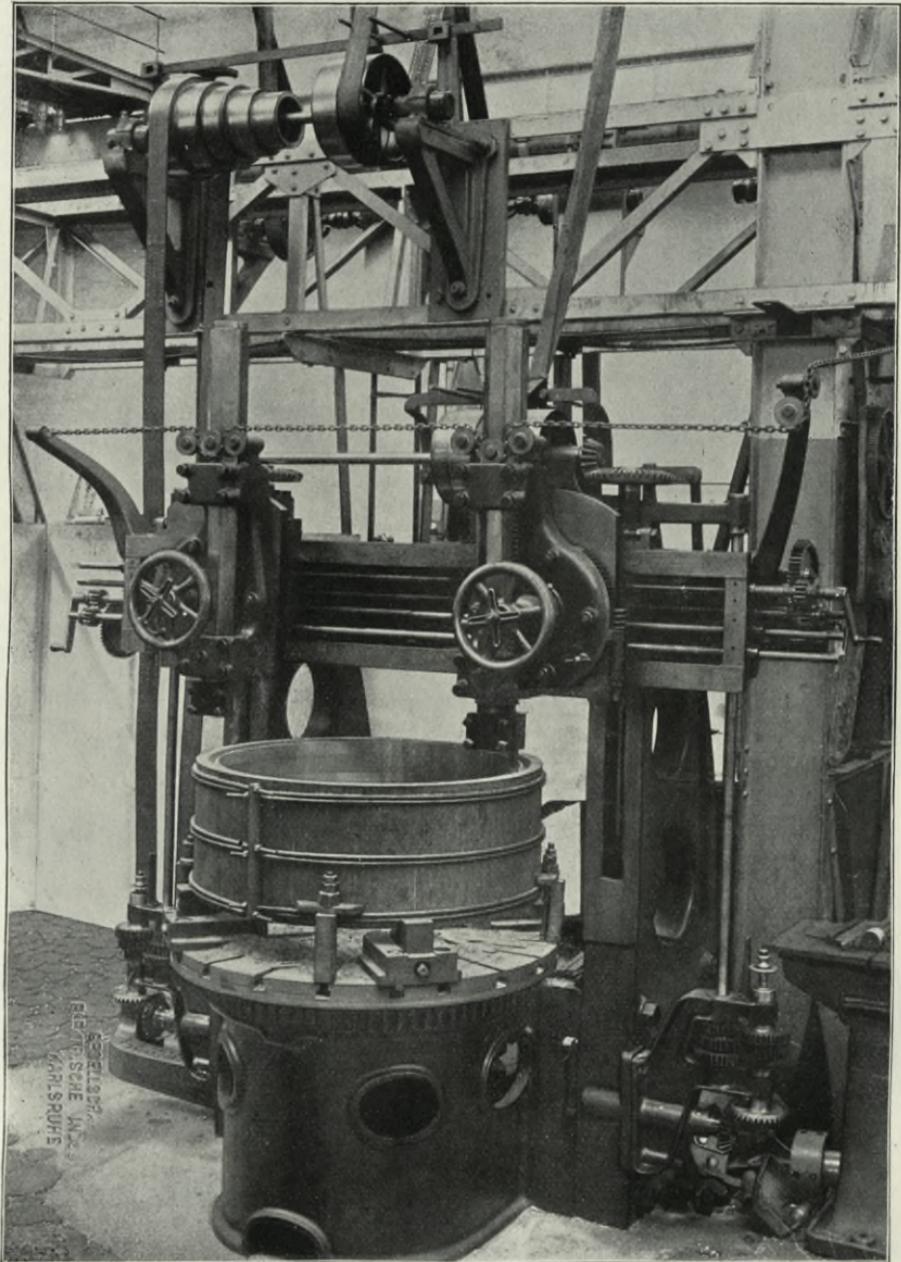


Fig. 294. Gesellschaft für elektrische Industrie.

der Spitzendrehbank abgedreht. Auf der hinteren Seite (gegen die Wicklung) dreht man eine Rille ein. Grosse Kommutatoren kann man in ähnlicher Weise zunächst in einem allerdings zweiteiligen Ring auf-

bauen (Fig. 291 u. 292), in den Trennfugen des Ringes muss genügend Spielraum sein, so dass man den Segmentenring mit den Schrauben kräftig zusammenpressen kann. In Fig. 293 ist der oben erwähnte ungeteilte Ring gezeichnet, der hydraulisch übergezogen wird. Auf einem vertikalen oder horizontalen Drehwerk (Fig. 294) werden die Segmente ausgedreht. Nun lässt sich die Fertigstellung wie oben bewerkstelligen.

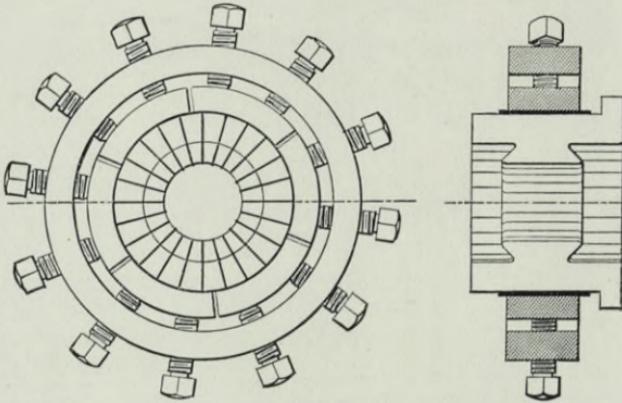


Fig. 295.

In Fig. 295 u. 296 sind noch zwei weitere Hilfsvorrichtungen zum Aufbau und zur Bearbeitung der Kommutatoren gezeichnet. In Fig. 295 werden nach dem losen Zusammenbau die sämtlichen radialen Schrauben angezogen, während in Fig. 296 die Trennfugenschrauben nachgezogen werden.

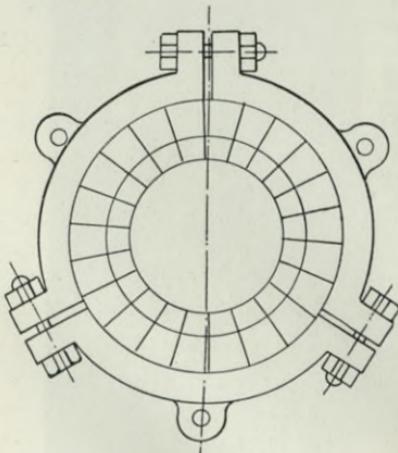


Fig. 296.

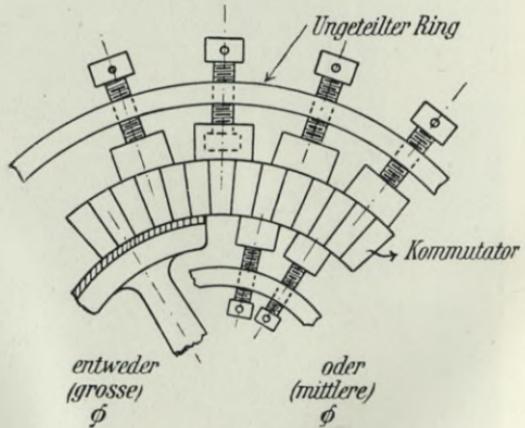


Fig. 297.

Für wirklich einwandfreies Arbeiten, besonders auch bei hohen Umfangsgeschwindigkeiten, baut man jedoch besser die irgendwie vollständig fertiggestellten Segmente direkt auf dem mit einem Glimmerzylinder abgedeckten Kommutatorkörper auf (Fig. 297 links), der ohne

angegossene Pressflansche vorausgesetzt wird. Das radiale Aufpressen geschieht vermittels eines Ringes, in dem eine grosse Zahl durch radiale Spindeln verschiebbare Klötze eingesetzt sind. Jetzt kann man, wenn erforderlich, die Bearbeitung auf dem Drehwerk vornehmen. Dann aber wird der Kommutator durch eine ringförmig angeordnete Reihe Gasflammen (Gasrohrring mit Löchern nach innen) gehörig geheizt, indem man gleichzeitig die Spindeln nachzieht. Nach diesem Prozess zieht man die konischen Glimmerringe, sowie die Flanschen und Schrauben ein. Da die Segmente polsterartig auf dem Kommutatorkörper aufgedrückt sind, werden die Pressflansche sich im wesentlichen nur auf die innere Konusfläche fest auflegen, auf der äusseren kann ein kleiner Spielraum entstehen. Das Schlitzfräsen und Verzinnen geschieht wie oben, oder aber in der Regel vor dem Zusammenbau, gewöhnlich lötet man auch von vornherein die bei grossen Maschinen allgemein üblichen Kollektorverbindungen ein, die beiderseits im Zinnbad verzinkt wurden. Grosse Kommutatoren presst man meist auf die Ankernabe auf oder man schraubt sie seitlich an den Ankerstern an. Nach dem Verlöten des Kommutators und dem Abdrehen schleift man zweckmässig den Kommutator mit dem Schmirgelrad absolut rund.

Für mittelgrosse Kommutatoren mit angegossenem Pressflansch benutzt man innen und aussen einstellbare Ringe zum Aufbauen (Fig. 297 rechts), weil es nicht immer angeht, die Segmente direkt auf den Eisenkörper aufzureihen.

Zur Vermeidung von Kurzschlüssen lasse man innerhalb des Kommutators alle Isolationsteile genügend weit über die zu isolierenden Metallteile vorstehen (Fig. 298). Die Glimmerringe schneide man möglichst sauber an den Rändern ab, etwa mit einer Spezialvorrichtung

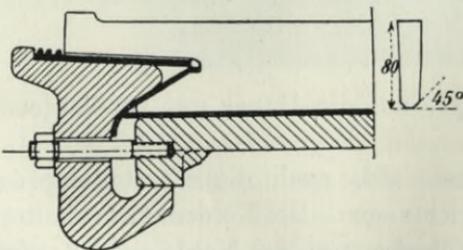


Fig. 298.

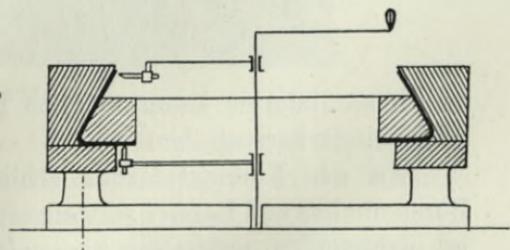


Fig. 298 a.

nach Fig. 298 a. In die gefährlichen Ecken wickle man lackierte Schnurbandagen; in den Spitzen der Segmentkonusse spare man genügend Platz für das Einbringen der Isolationsringe aus, um diese nicht zu verletzen (Fig. 298). Die Spitzen der Pressflansche runde man kräftig ab, ebenso die unteren Kanten der Kupfersegmente. Zur Vermeidung von vorstehenden Glimmersegmenten Sorge man für einen guten Zusammenhalt

zwischen Glimmer und Kupfer durch Zusammenkleben mit einem passenden Isolierlack und ferner durch den Zusammenbau nach Fig. 297 links, wobei die Segmente elastisch auf dem Kommutatorkörper aufsitzen.

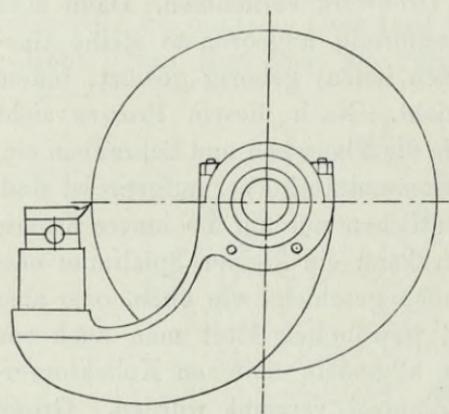


Fig. 299.

Zum Abdrehen und Abschleifen der Kommutatoren, besonders ausserhalb der Fabrik, bedient man sich besonderer Kommutatorabdrehvorrichtungen nach Fig. 299 u. 300. In Fig. 299 sitzt sie auf der Maschinenwelle und wird gegen das Lager abgestützt, in Fig. 300 ist sie an das Bürstenhalterjoch angeschraubt, man kann sie auch auf der Maschinengrundplatte befestigen¹⁾.

Die Schleifringe, die ebenfalls in dieser Abteilung zusammengebaut werden, bieten nicht viel Besonderes. Es ist allerdings zu beachten, dass es ohne Verwendung konischer Pressflächen ähnlich wie

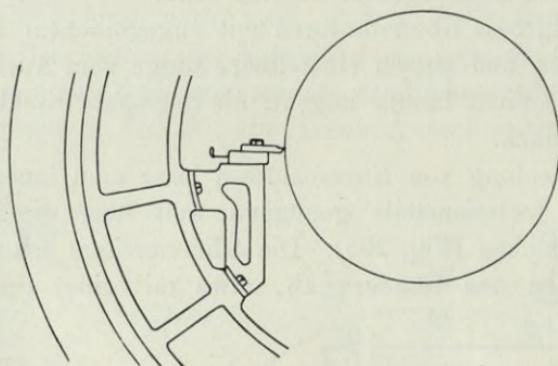


Fig. 300.

bei Kommutatoren kaum möglich ist, auf die Dauer gut rundlaufende Schleifringe herzustellen.

An den Kommutatorbau schliesst sich auch die Herstellung der Bürstenhalter und Bürstenstellvorrichtungen. Bei Kohlenbürstenhaltern ist insbesondere auf solide Stromabführung von der Kohle zum Zapfen, sowie auf die sorgfältige Auswahl des Materials für die Spannfedern zu achten. Zum ersteren Zweck lötet man wohl Metallhauben auf die Kohle oder presst Metallstifte ein, die mittels Litze mit dem Zapfen verbunden werden. Es ist auch zweckmässig, die ganze Kohle elektrolytisch zu verkupfern. Die Isolationsscheiben der Bürstenzapfen lasse man recht

¹⁾ Die Maschinenfabrik Oerlikon liefert sowohl Kommutatorabdreh- als Kommutatorschmirgelapparate.

reichlich überstehen, um Ueberschläge nach dem Gestell zu vermeiden. Eine Bürstenverstellvorrichtung von Kolben & Co. ist in Fig. 301 im einzelnen wiedergegeben. Metallbürsten sind sauber auf den richtigen Winkel zuzuschneiden, was z. B. in einer Abschräglehre nach Fig. 302¹⁾ geschehen kann.

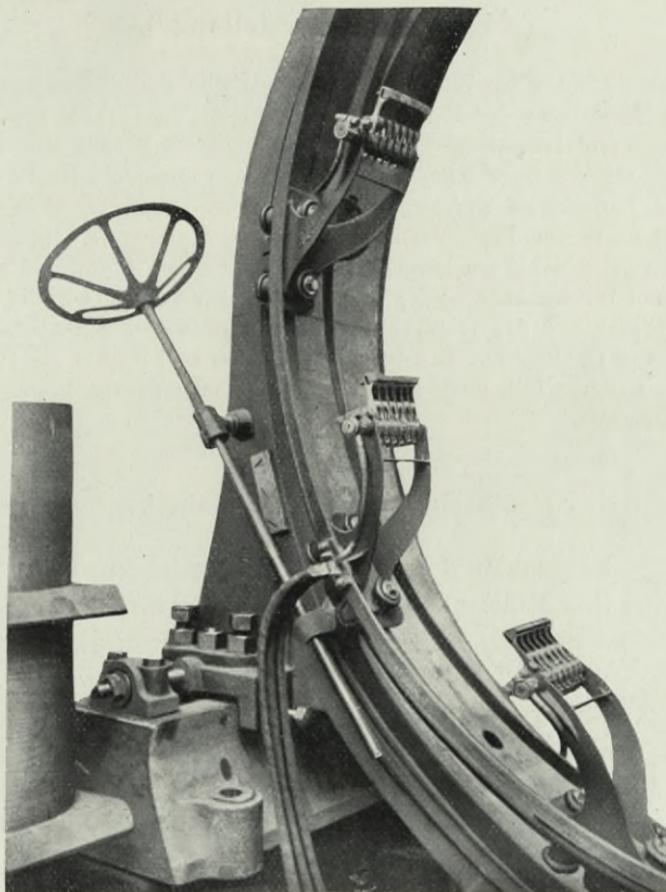


Fig. 301. Kolben & Co.

Um die Einstellung der Bürsten bei der Montage von Gleichstrommaschinen zu erleichtern, sollten bei Gleichstromankern in der Wickelung zwei benachbarte Zähne an der Kommutatorseite durch Feilstriche markiert werden. Ferner ist durch eine Marke an der Stirnseite des Kommutators dasjenige Segment zu bezeichnen, in welches die zwischen den markierten Zähnen liegende Spule mündet. Bei der Montage ist nun so zu verfahren, dass die zwischen den markierten Zähnen liegende Nut mit ihrer Mitte genau zwischen zwei benachbarte Polschuhmitten zu liegen kommt. Die Mitte

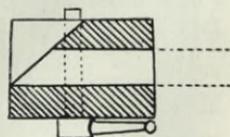


Fig. 302.

¹⁾ D. R.-P. 123682.

der Bürste ist dann auf die Mitte des markierten Segments einzustellen. Diese Stellung ist die Normalstellung der Bürsten; sie ist mittels Messingpfeile auf den Bürstenjochträger zu übertragen.

25. Porzellanherstellung ¹⁾.

Die Einrichtung einer Werkstatt für elektrische Porzellansachen besteht aus Räumen zur Herstellung der Masse und Glasur mit Pochwerken, sowie Misch- und Knetmaschinen und Filterpressen (Schlemmerei); dann kommt der Formen- oder Pressenraum, wo die Gegenstände in Metallformen aus dem Kaolinmehl geformt werden. Die Formstücke wandern nun aufgereiht längere Zeit in die Trockenkammer, von da in den Prüfraum zur Auslese des Ausschusses. Im anschließenden Brennofen verbleibt die Ware längere Zeit zunächst zum Verglühen, bei allmählicher Steigerung und Wiederabnahme der Temperatur. Den Abschluss bildet das Glasieren in flüssiger Glasur und das Wiederbrennen im Glattofen und manchmal noch das Aufbrennen von Goldfarbe o. a. sowie das Sortieren und Prüfen mit Hochspannung.

In dieses Gebiet fällt auch das Emaillieren von gewissem Kleinzeug in besonderen Emaillieröfen.

26. Montage in der Fabrik.

Beim Zusammenbau der einzeln fertiggestellten Teile zur fertigen Maschine sind diese Teile aneinander zu passen und eventuell nachzuarbeiten, was natürlich umso weniger der Fall ist, je präziser dieselben hergestellt sind. Ausgiebig ist bei allen Montagearbeiten von den Laufkränen, Drehkränen, Luftdruck- und anderen Hebezeugen zum Ansetzen der Pole, zum Einlegen der Anker, zum Anlegen der Lagerschilder, zum Aufsetzen der Gehäusehälften etc. Gebrauch zu machen. Die Lager sind genau auszurichten und nachzuschaben. Prisonringe und -stifte, ebenso wie beanspruchte Verbindungsschrauben sind sorgfältig einzupassen, sollen sie ihren Zweck erfüllen. Schrumpfringe und -bänder werden in der Regel erst nach vollendeter Montage, oft erst an Ort und Stelle aufgezogen; man erhitzt sie zweckmässig mittels Gasfeuer auf genau bestimmte Uebertemperatur bei genau einzuhaltenden Schrumpfdimensionen. Für die Bearbeitung genügt fast allgemein die Verbindung durch Schrauben. Die Feldspulen sind vorsichtig aufzuschieben und im richtigen Sinn zuverlässig mit Drahtösen oder -klemmen zu verbinden, Besonders bei Maschinen mit rotierendem Feld sind alle diese Verbindungen öfters

¹⁾ Eine genauere Beschreibung der Porzellanfabrikation findet sich in E. T. Z. 1900, S. 906 von Herzog und Feldmann. Bezüglich der Fabrikation von Kohlen für elektrische Zwecke verweise ich auf E. T. Z. 1901, S. 320 ff., bezüglich der Kabelfabrikation auf das Werk „Das elektrische Kabel“ von A. Baur (J. Springer) und Dihlmann, E. T. Z. 1900, S. 477. Siehe auch Zusätze.

durch Klemmen und Schellen festzulegen (siehe S. 196). Es ist möglichst zu vermeiden, dass während der Montage noch Löcher mit der

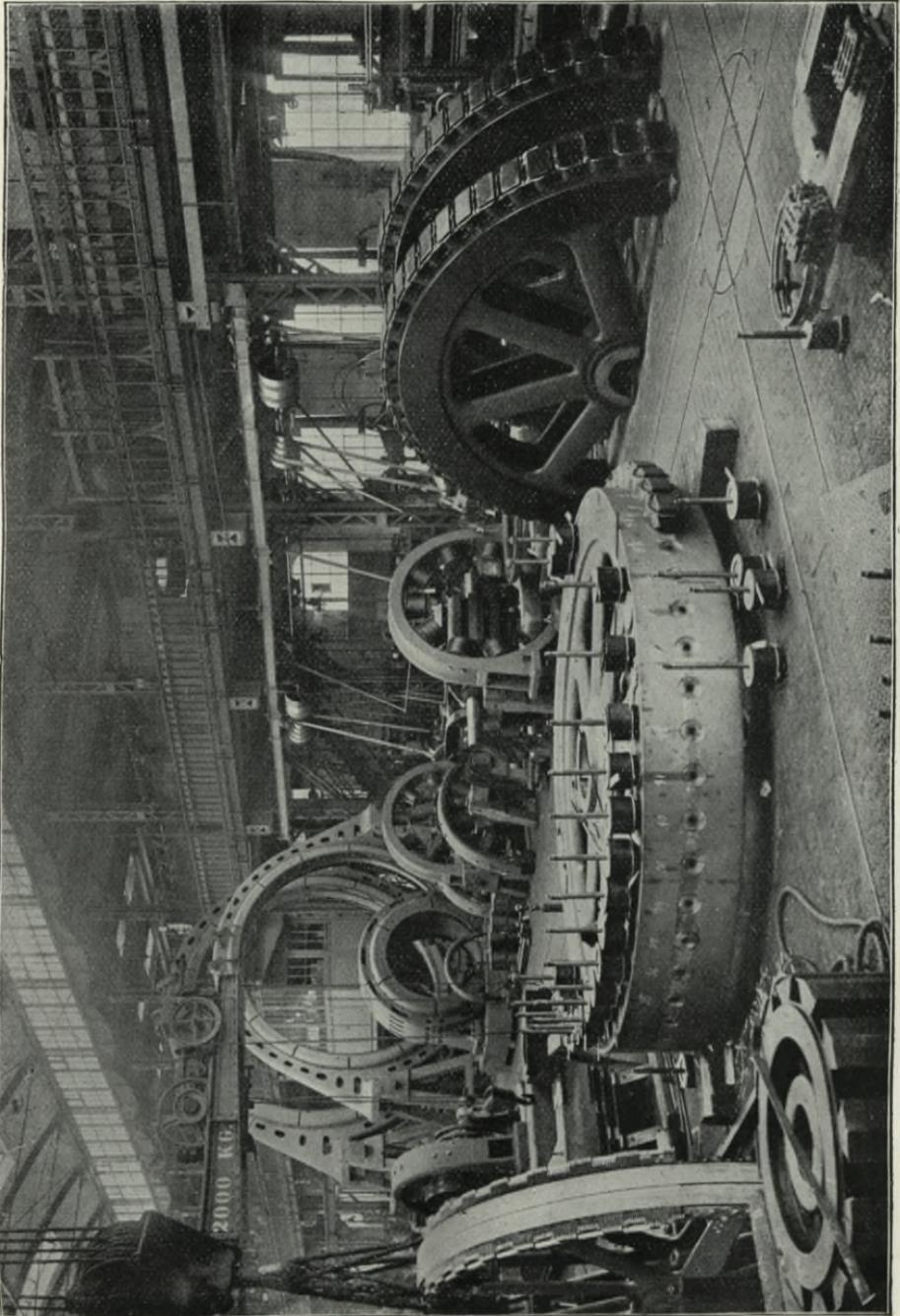


Fig. 303. Union E.-G. Berlin.

Bohrnarre gebohrt werden müssen. Ist Anker und Gehäuse beisammen, so prüft man mit Lehren allerseits den Luftspalt (Fig. 153a) und justiert

ihn durch Verschieben und Zwischenlagen. Bei Lagerschildern darf die Haube nicht zu weit nach innen ragen, da sie sonst diese Kontrolle unmöglich macht, obzwar bei Lagerschildtypen eine Justierung des Luftspalts schwer auszuführen ist. Alle einseitig vorstehenden Kanten an Trennfugen sind abzumeisseln, was aber durch zweckentsprechende Konstruktion und Ausführung auf ein Minimum beschränkt werden kann. Schliesslich setzt man die Klemmen und die Bürstenhalter auf. Die Kohlenbürsten werden auf einen etwas grösseren Radius als der des

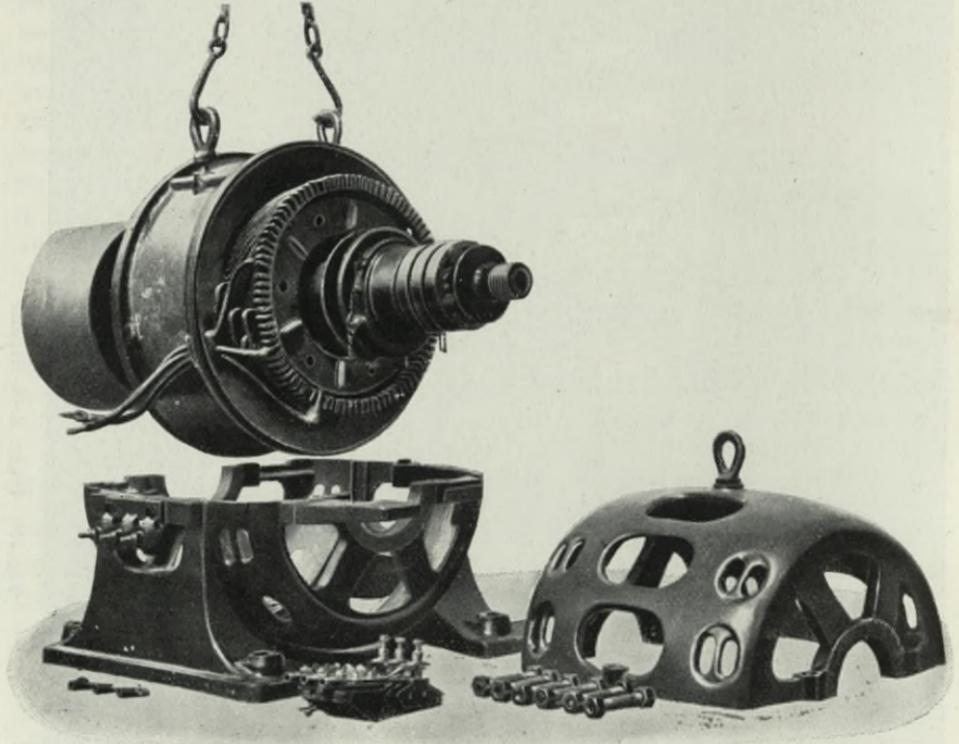


Fig. 304. Ganz & Co.

Kommutators ausgefeilt und nach dem Aufsetzen durch Auflegen eines Schmirgelstreifens auf den Kommutatorumfang genauer eingeschmirgelt. Der Streifen, auf dem die Kohlen satt aufliegen, wird längere Zeit hin und her gezogen. Ein völliges Aufliegen ist allerdings damit noch nicht gewährleistet, das tritt erst nach einiger Zeit des Einlaufens mit etwa halber Last ein. Die Montage ist stets so weit als nur möglich in der Fabrik auszuführen, damit kostspielige Pass- und Nacharbeiten ausserhalb vermieden werden.

In Fig. 303 ist die Montage eines Polrads der Union E.-G. Berlin, in Fig. 304 diejenige eines Drehstrommotors der Firma Ganz & Co., Budapest veranschaulicht.

Eine besondere Präzision und Schulung bedarf der Zusammenbau (Fig. 305) von Spannwerksgehäusen für Drehstrommaschinen, da ein einwandfreier Betrieb von der genauen Einhaltung der Abmessungen

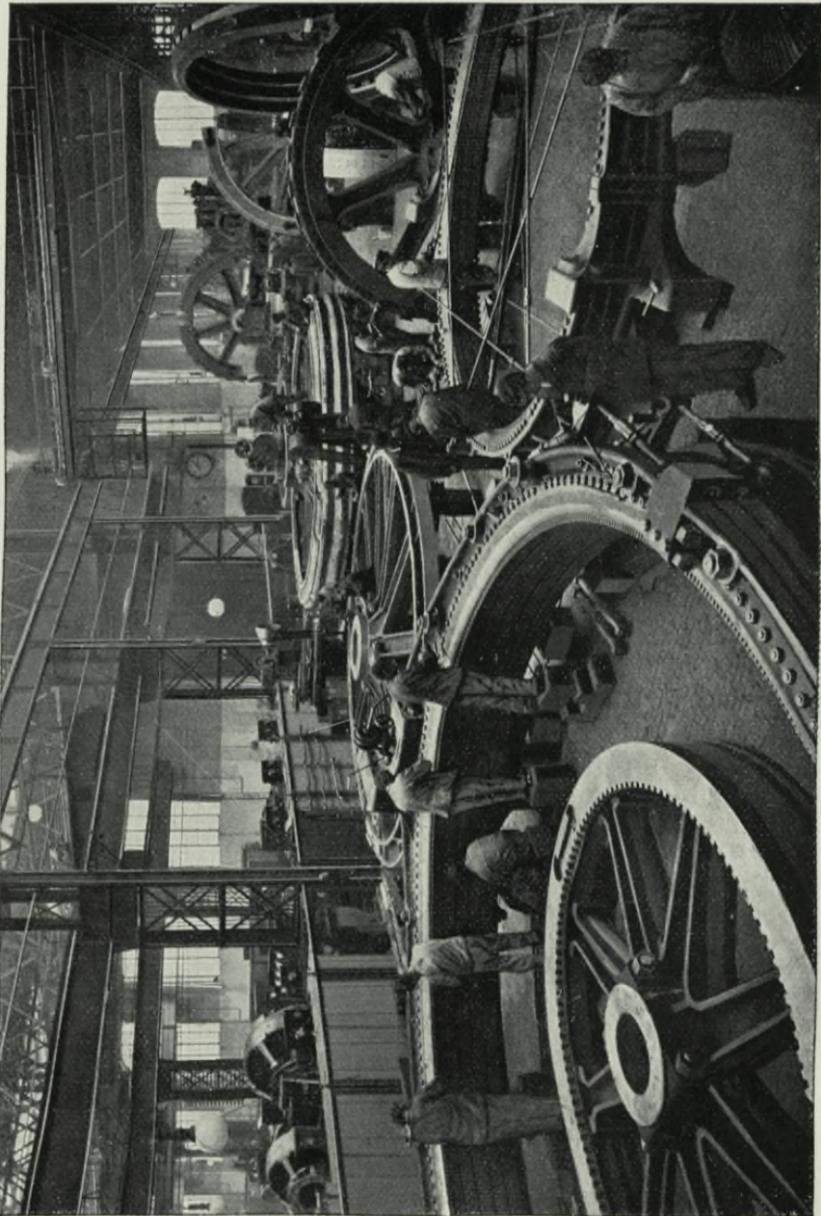


Fig. 305. A. E.-G. Berlin.

und gut passenden Bolzen sehr abhängt. Auch die schmiedeisernen Gehäuse fallen in ein Arbeitsgebiet für sich.

Die liefernde Firma gibt ihren Namen entweder auf einem Firmenschild, das auf der Maschine mit möglichst wenig Schrauben festzu-

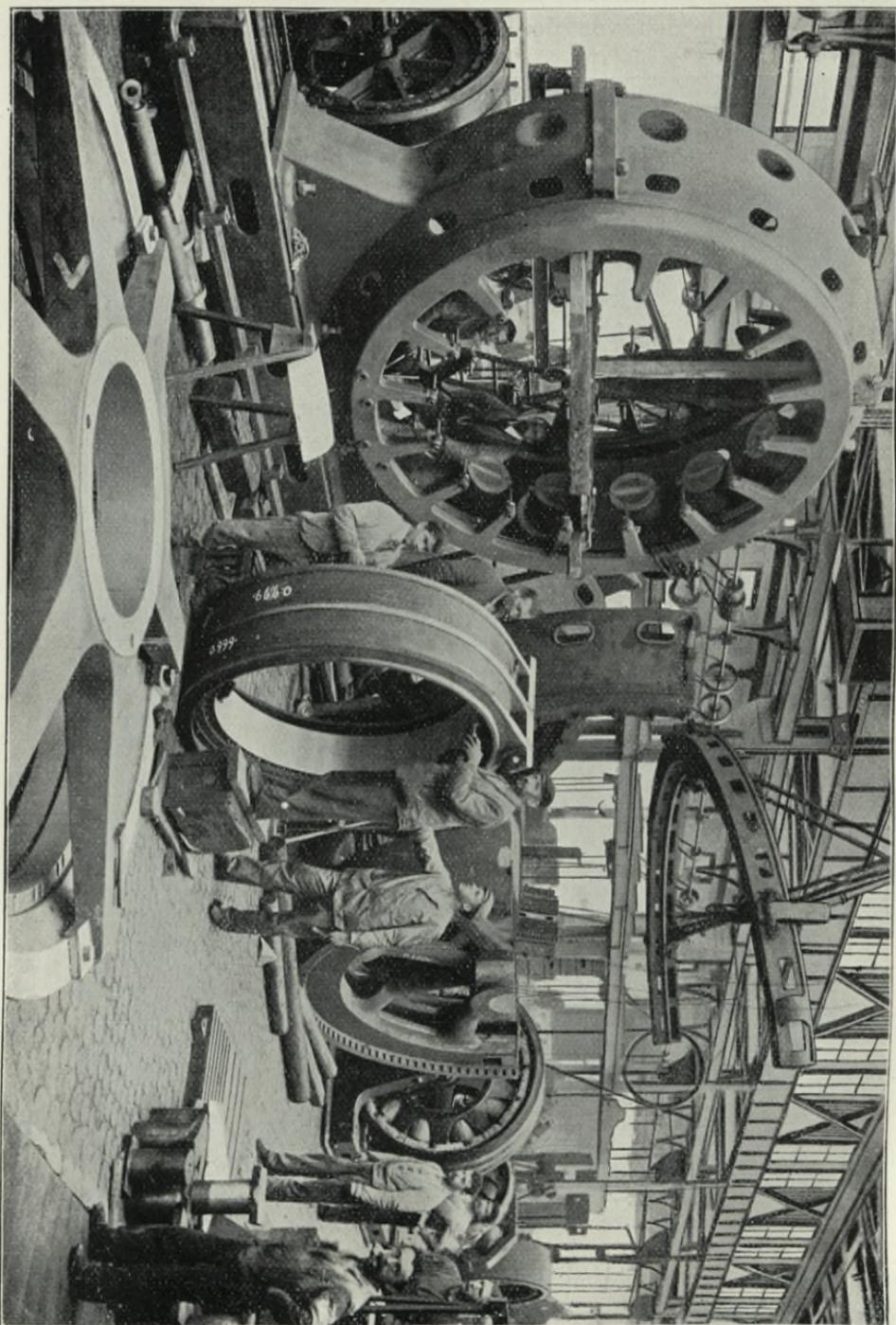


Fig. 306. Brown, Boveri & Cie.

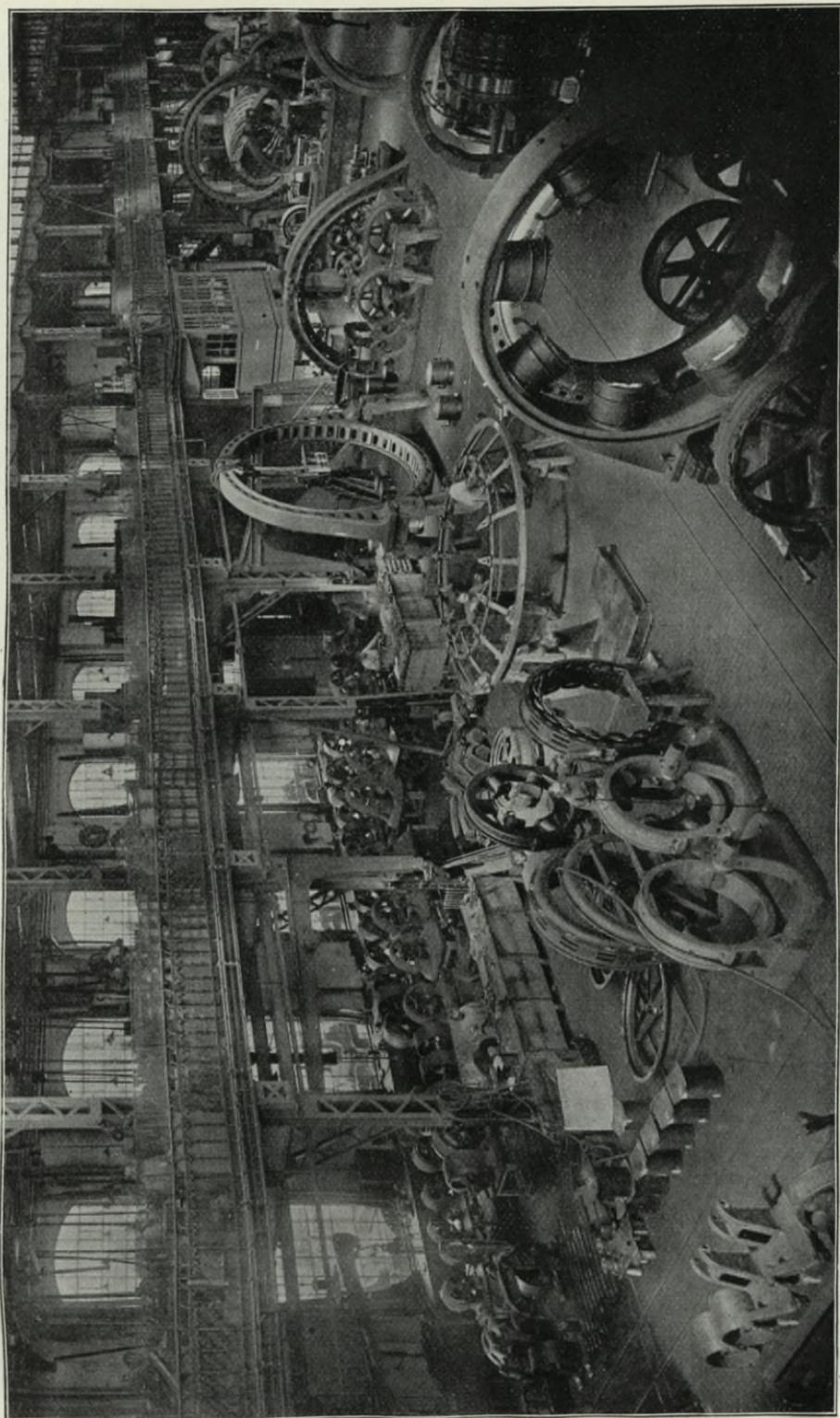


Fig. 307. Union E.-G. Berlin.



Fig. 308. Oerlikon.

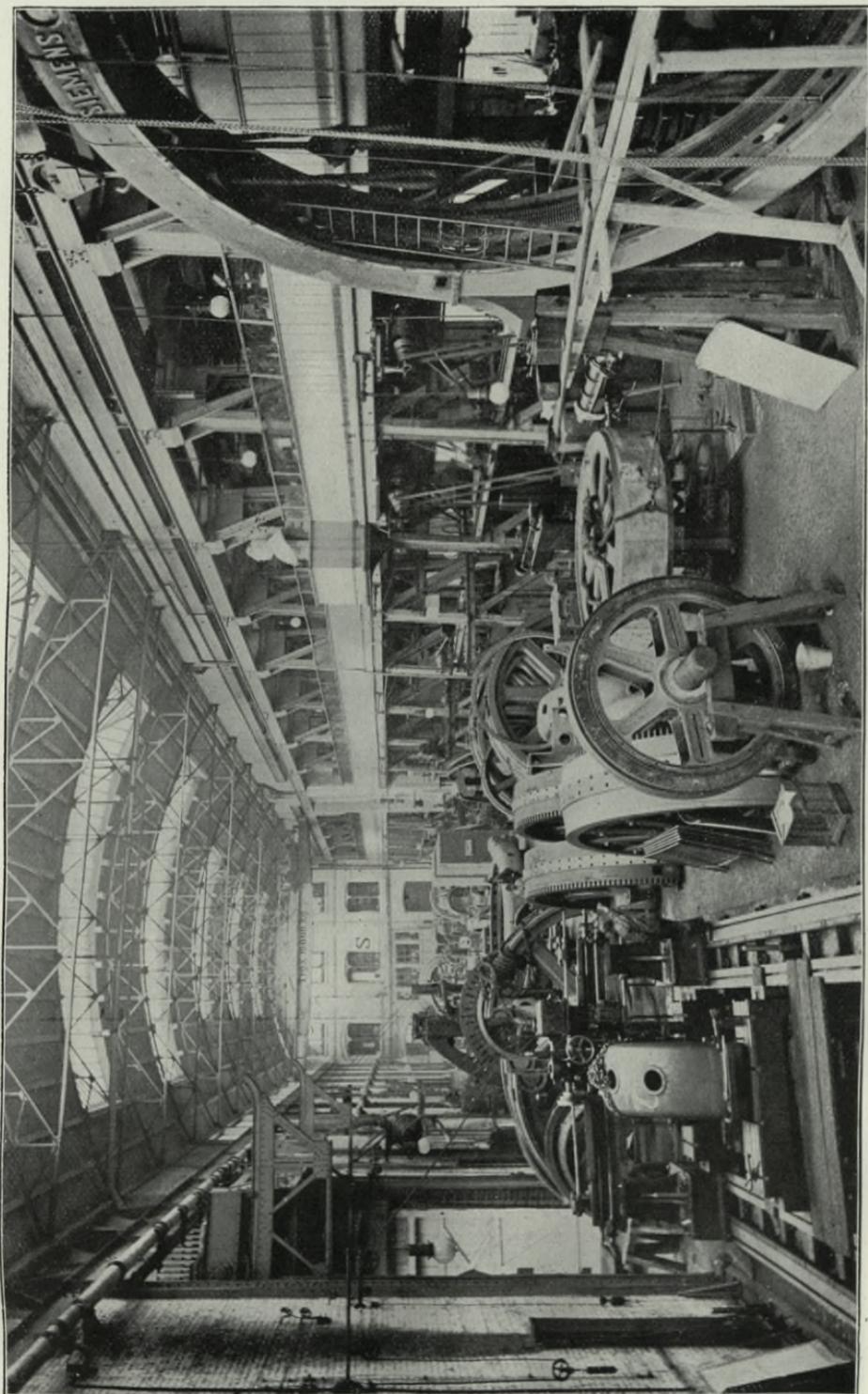


Fig. 309. Siemens & Halske.

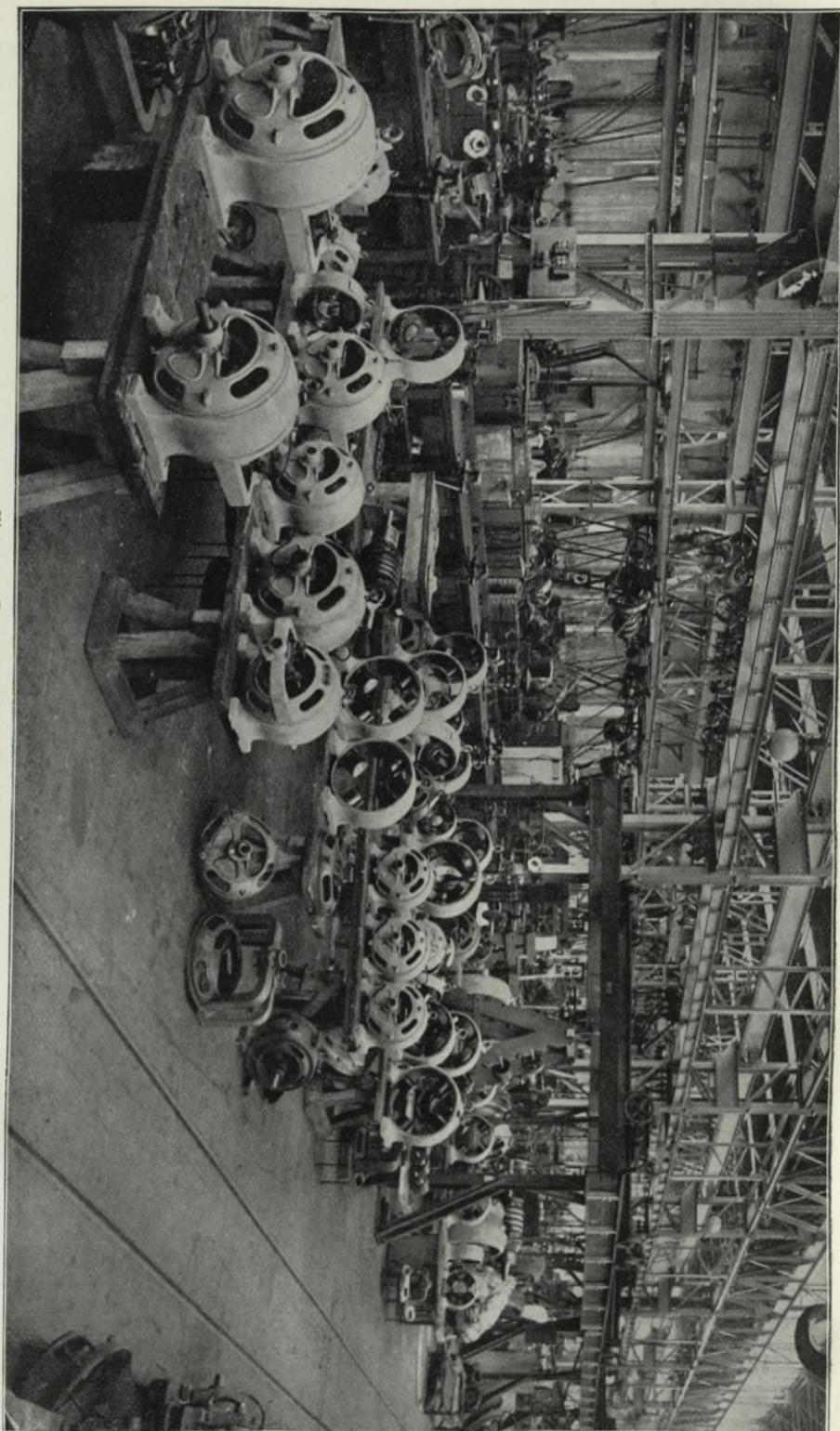


Fig. 310. Deutsche Elektrizitätswerke Aachen.

machen ist, an, oder die Firma wird in erhöhten Buchstaben auf ein Lagerschild oder auf Hauben oder auf das Gehäuse aufgegossen. Ausserdem ist auf allen Maschinen und Apparaten ein Leistungsschild vorzusehen, aus dem die Type, die Leistung in KW (bei $\cos \varphi = . . .$) und die dazugehörige Zeitdauer, die Spannung und die Tourenzahl zu entnehmen sind. Diese Schilder werden entweder aus Bronze gegossen, mit blanken Stellen für die wechselnden Zahlen, oder aber gestanzt. Die speziellen Ziffern werden meist eingeschlagen oder aber, was viel besser ist, mit dem Pantographen eingezeichnet. Die Löcher für die Schilder bohrt man mit transportablen Bohrmaschinen.

Die Fig. 306 bis 310 geben noch recht interessanten Einblick in die Montagewerkstätten von Brown, Boveri & Cie. (Fig. 306), der Union E.-G. (Fig. 307), von Oerlikon (Fig. 308, Strassenbahnmotoren), Siemens & Halske (Fig. 309) und der Deutschen Elektrizitätswerke Aachen (Fig. 310).

27. Montage raschlaufender Typen.

Bei hohen Umfangsgeschwindigkeiten und bei kleinem Luftspalt wird das sichere Ausbalancieren rotierender Teile äusserst wichtig. Es ist schon bei mässigen Geschwindigkeiten ratsam, die Rotoren vor dem Einlegen der Wicklung und nach der Bewicklung auf zwei Schienen wie Fig. 311 gründlich (statisch) auszubalancieren: Der zu untersuchende

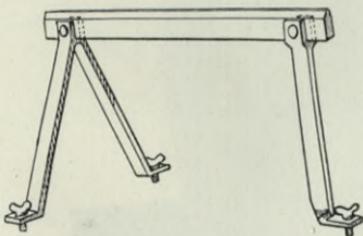


Fig. 311.

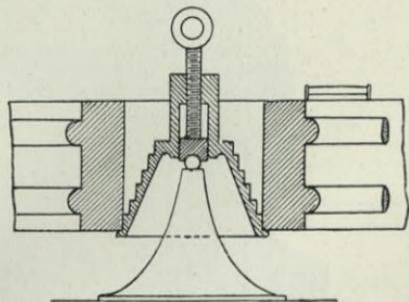


Fig. 312.

Körper stellt sich immer von selbst so ein, dass die schwerste Seite nach unten sieht. Bei völligem Gleichgewicht bleibt der Körper in beliebiger Lage stehen. Der Ausgleich erfolgt durch Eingiessen von Blei in Taschen oder durch Anschrauben von Metallstücken oder, was meist besser ist, durch entsprechendes Wegbohren von Material. Rotoren von Drehstrommotoren hängt man zweckmässigerweise liegend (Achse vertikal) mit Hilfe einer Glocke frei schwebend auf eine Kugel auf und korrigiert nach der Libelle¹⁾ (Fig. 312 nach Heubach). Sobald

¹⁾ Heubach, Der Drehstrommotor, S. 363.

die Geschwindigkeiten sehr hoch werden, hat man schon bei den einzelnen Maschinenteilen eine sorgfältige Auswahl zu treffen und für präzise Bearbeitung Sorge zu tragen. Die Bleche, die Spulen, die Pole, die Polschuhe und die Segmente sollten einzeln möglichst gleich schwer und absolut gleich dimensioniert sein sowie womöglich einzeln ausbalanciert werden. Jedenfalls ist letzteres z. B. mit dem Kommutator zu machen,

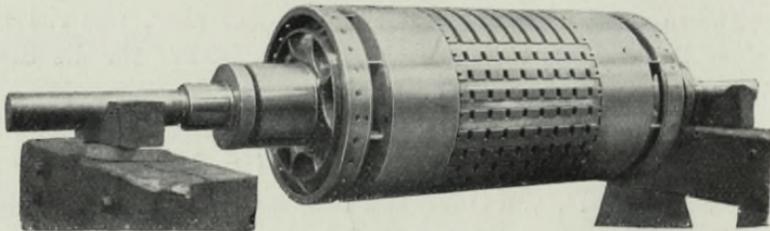


Fig. 313. Brown, Boveri & Cie.

der in sorgfältiger Weise häufig mittels Schrumpfringen zusammengehalten wird¹⁾. Die Gleichstromwicklungen sind in den Nuten durch Metallkeile (z. B. aus Aluminium) festzuhalten. Auf den Stirnverbindungen hat man in extremen Fällen statt der Bandagen geschlossene Stahlzylinder auf-

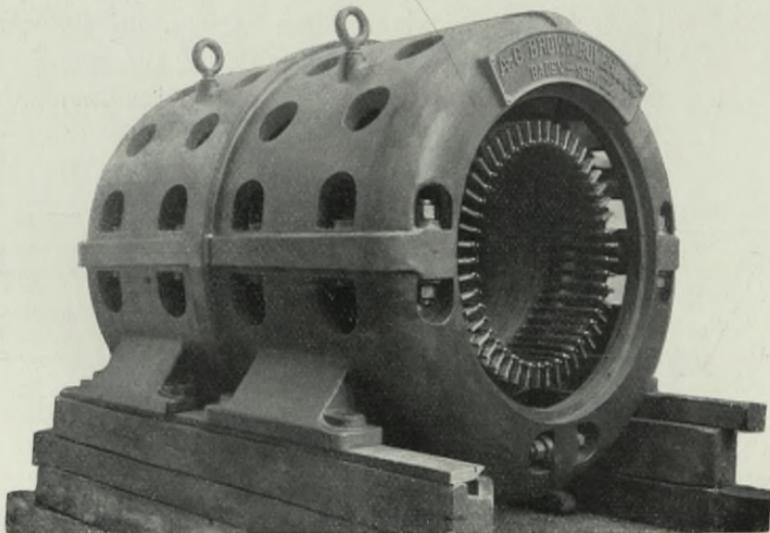


Fig. 314. Brown, Boveri & Cie.

zuziehen²⁾, die aber die Isolation nicht gefährden dürfen. Ist der Anker vollständig fertig, so muss er noch dynamisch ausbalanciert werden, dadurch, dass man ihn rasch antreibt und ihn so lange justiert, bis er

¹⁾ Niethammer, Elektrische Maschinen, Apparate und Anlagen I₂ (Enke), S. 421.

²⁾ Niethammer, Elektrische Maschinen und Apparate (Oldenbourg), S. 67.

ruhig und ohne zu schlagen läuft¹⁾. Um den Luftspalt allseitig gleichmässig zu bekommen, kann man die Ankerbleche durch Keile festlegen, die radial einstellbar sind²⁾. Auch die schmiedeisernen Drehstromgehäuse von Siemens & Halske gestatten eine gewisse Justierung des Blechringes, der mittels radialer Schrauben im Gehäuse hängt. Bei Drehstromgeneratoren hoher Tourenzahl ist die Hauptschwierigkeit die zuverlässige Befestigung der Feldwicklung, wofür sich nur Hochkantkupfer empfiehlt, gegebenenfalls mit besonderen Haltebügeln (D. R.-P. 141 295),

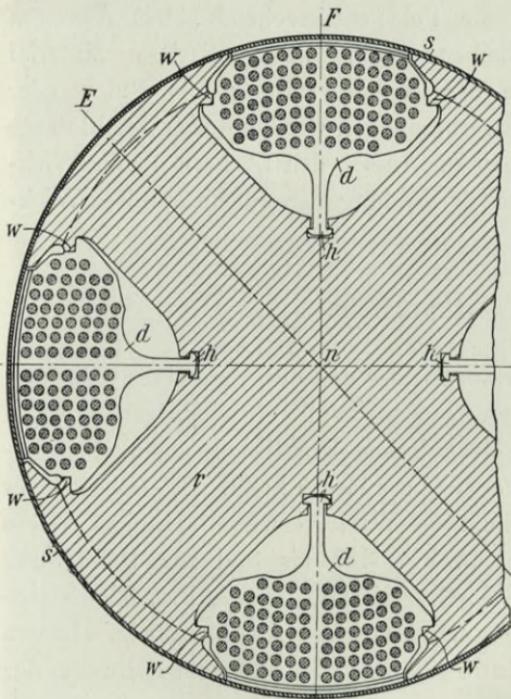


Fig. 315.

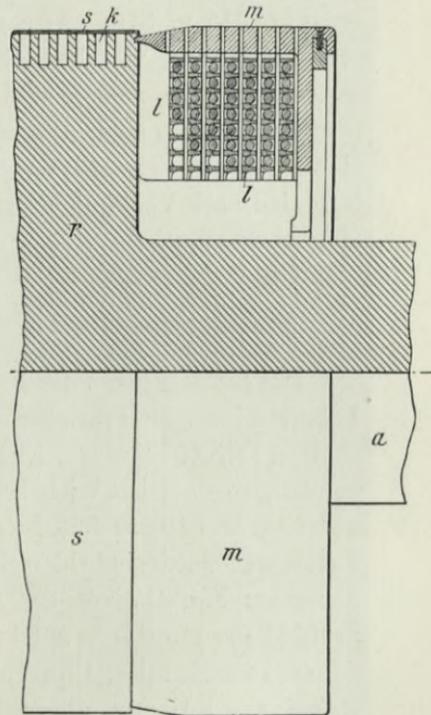


Fig. 316.

sofern man nicht die Wicklung nach Art eines Gleichstromankers stark in Nuten unterteilt³⁾ (Fig. 313 u. 314: Turboalternator von Brown, Boveri & Cie. für 3000 KW, 3700 Volt und 1260 Touren). Man kann auch die Feldwicklung als Ring mit Stabkupfer ausführen (Oerlikon). Zur Erleichterung des Ausbalancierens empfiehlt es sich, lange rotierende Feldkörper aus schmalen Scheiben zusammensetzen, die einzeln aus-

¹⁾ Siehe Am. Mach. 1901, S. 169, Ausbalanzieren der Dampfturbinen: Man lässt die betreffenden Teile mit vertikal gestellter Achse auf einem Wagebalken rasch rotieren, der allmählich völlig ausbalanciert wird.

²⁾ Niethammer, Mod. Ges. f. d. Entw. elektr. Masch. (Oldenbourg), Fig. 74.

³⁾ Siehe Niethammer, Turbodynamos, Z. f. E., Wien 1904; Electrical World 1904; Z. V. D. I. 1904.

balanciert werden können (D. R.-P. 143 119). Um die Luftreibung und eventuell auch das durch letztere bedingte Geräusch zu vermindern, verschaffe man sich eine möglichst glatte Oberfläche des rotierenden Teiles.

Grosse Drehstrommotoren mit geteiltem Rotor bieten in der Trennfuge eine bedeutende Erschwerung der Fabrikation. Für hohe Geschwindigkeiten ist ein Verzapfen der einzelnen Rotorsegmente erforderlich¹⁾.

Parsons unterteilt nach dem englischen Patent 5907 vom Jahre 1902 die Feldwicklung raschlaufender Innenpolgeneratoren derart, dass er (Fig. 315 u. 316) zwischen die Pole entsprechende, mit Ansätzen zum Befestigen versehene Scheiben aus nichtmagnetischem Material schiebt, welche zum Einfädeln der Erregerwicklung mit Nuten oder Löchern versehen sind. Die Stirnverbindungen werden durch geschlossene Metallzylinder (Fig. 316) festgehalten. Ausser den Löchern für die Wicklung sind noch Ventilationslöcher zur Kühlung der gut unterteilten Wicklung vorgesehen.

28. Fabrikprüffeld.

Die Einrichtungen des Fabrikprüffeldes und diejenige eines separaten Laboratoriums für Präzisionsmessungen sowie alle einschlägigen Arbeiten sind in Niethammer, Elektrotechnisches Praktikum ausführlich behandelt, so dass ich mich hier etwas kurz fassen kann. Es sei besonders auf die Fig. 518 bis 523 in genanntem Werk verwiesen. Einige weitere Fabrikprüffelder sind hierselbst in Fig. 317 bis 320 zur Darstellung gebracht: Fig. 317 von der E. A.-G. Alioth, Basel, Fig. 318 Kleinprüffeld der Deutschen Elektrizitätswerke, Aachen, Fig. 319 von Siemens & Halske, Charlottenburg und Fig. 320 vom Eichraum der Russischen Union, Riga.

Für das Prüffeld einer elektrotechnischen Maschinenfabrik ist in der Regel erforderlich eine grössere Gleichstrom- oder Drehstromkraftquelle, eine Reihe Umformer für die üblichen Spannungen 110, 220, 500 Volt (Gleich- und Drehstrom), teilweise zweckmässig Doppelkollektormaschinen; Wechsel- und Drehstromtransformatoren, auch entsprechende transportable Typen zur Isolationsprüfung, die leicht auf verschiedene Spannungen umschaltbar sind und Spannungen bis 20 000 Volt und mehr geben können, eventuell in Gruppen²⁾ bis 200 000 Volt; eine grössere Akkumulatorenbatterie mit ausgiebigem Zellschalter; eine Serie Gleich-

¹⁾ Niethammer, Mod. Ges. f. d. Entw. elektr. Masch. u. App. (Oldenbourg), S. 105.

²⁾ El. World, 27. April 1901. Ferner Hochspannungsprüfeinrichtung für Isolatoren, E. T. Z. 1902, S. 471.

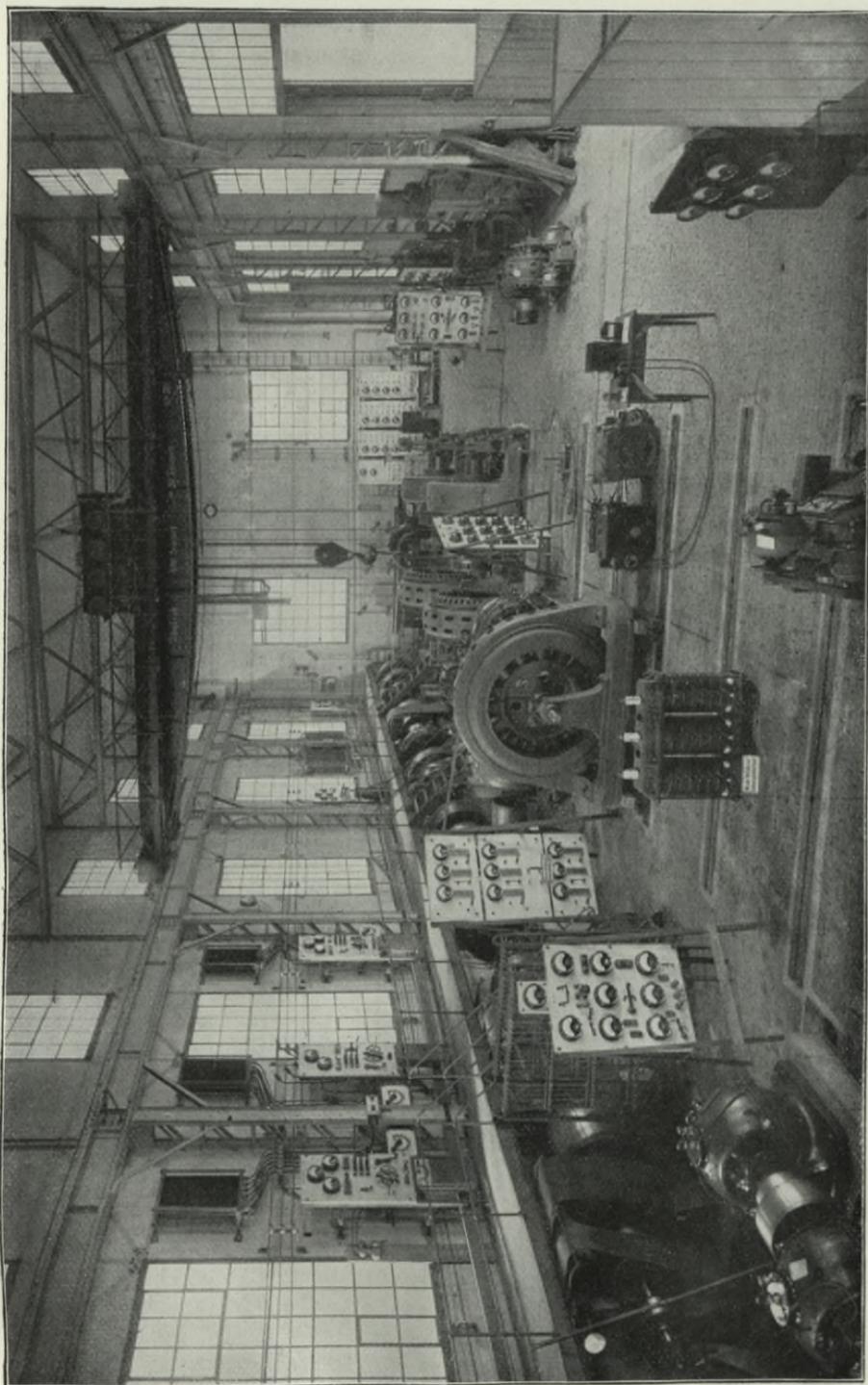


Fig. 317. Alioth.

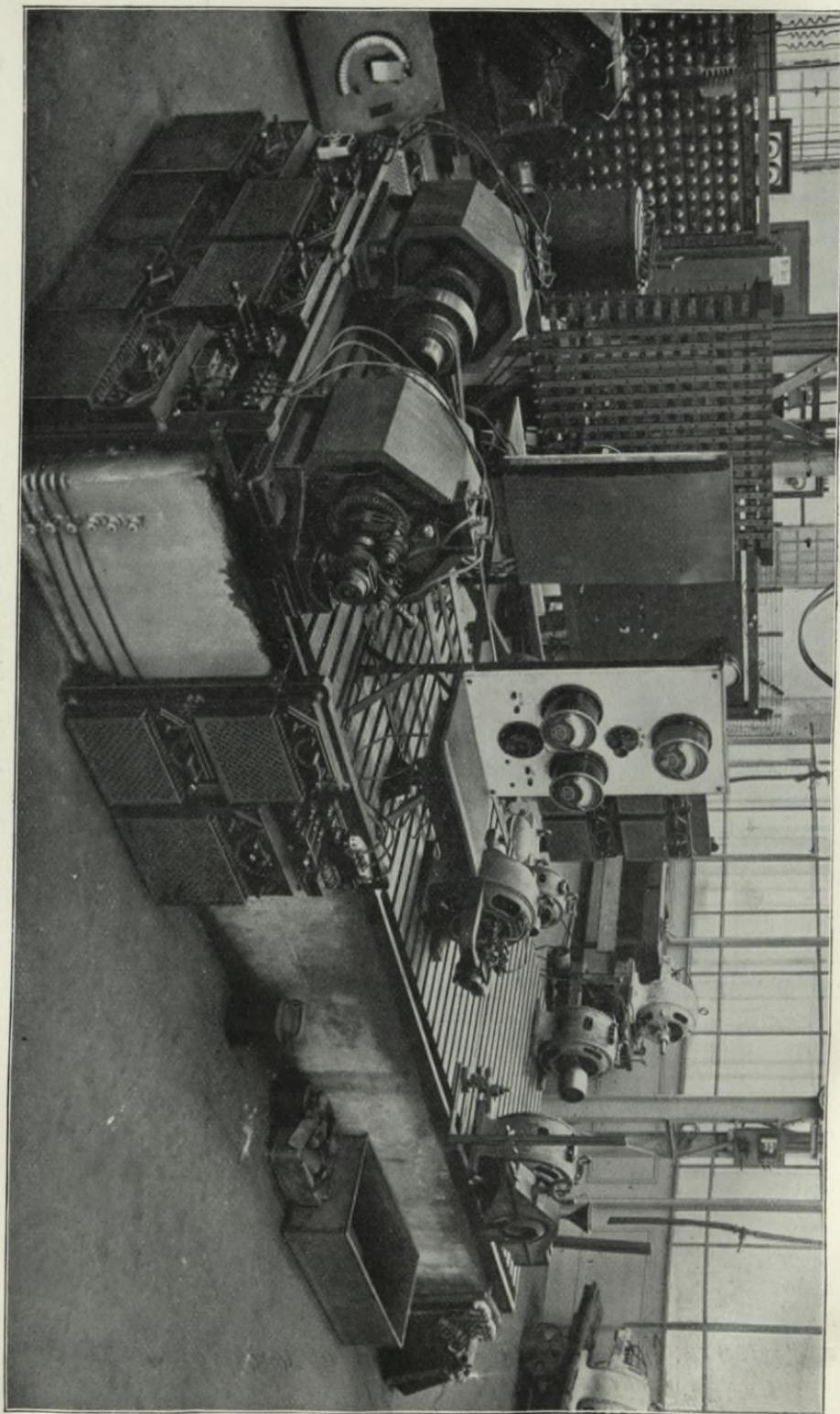


Fig. 318. Deutsche Elektrizitätswerke Aachen.

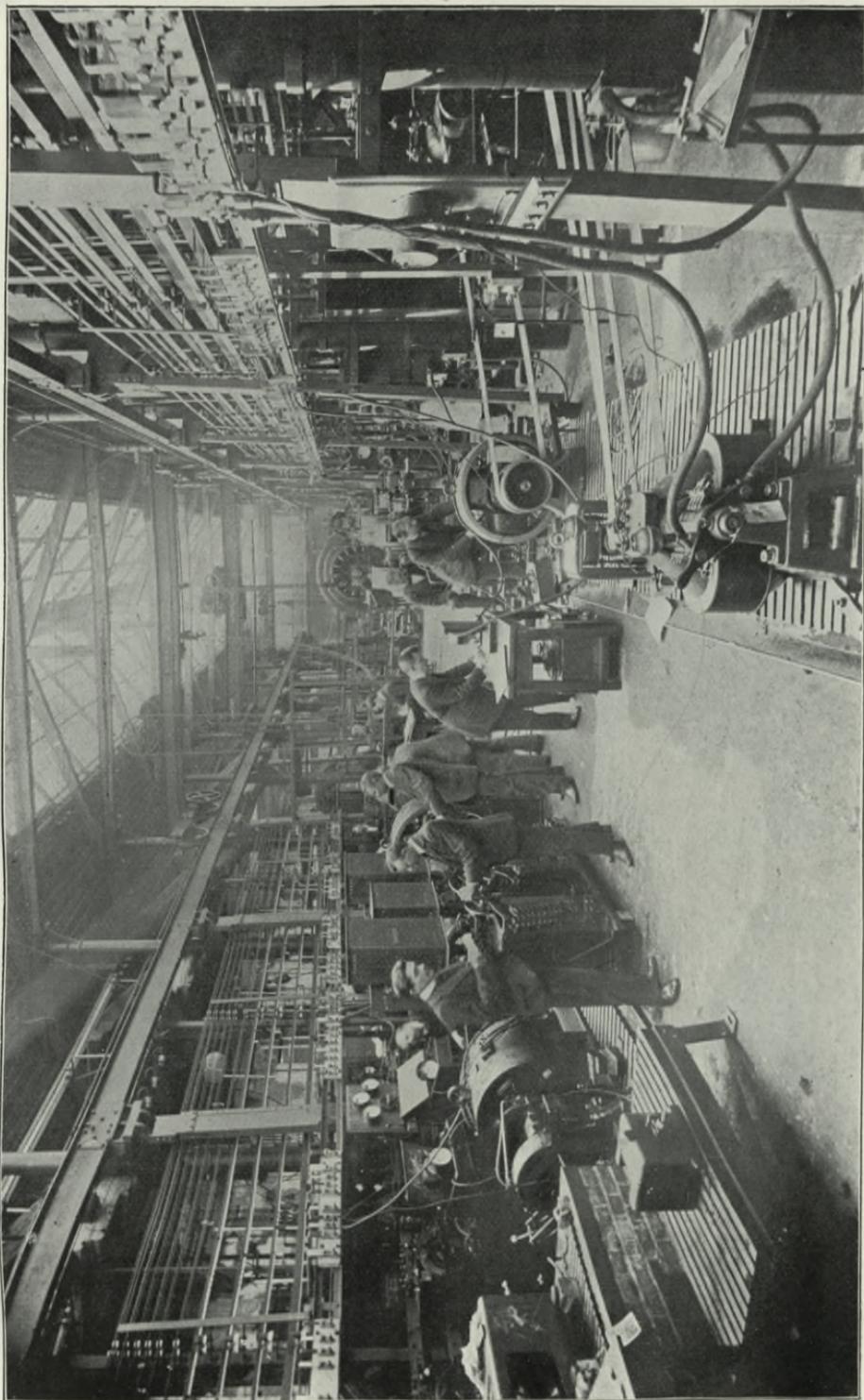


Fig. 319. Siemens & Halske, Charlottenburg.

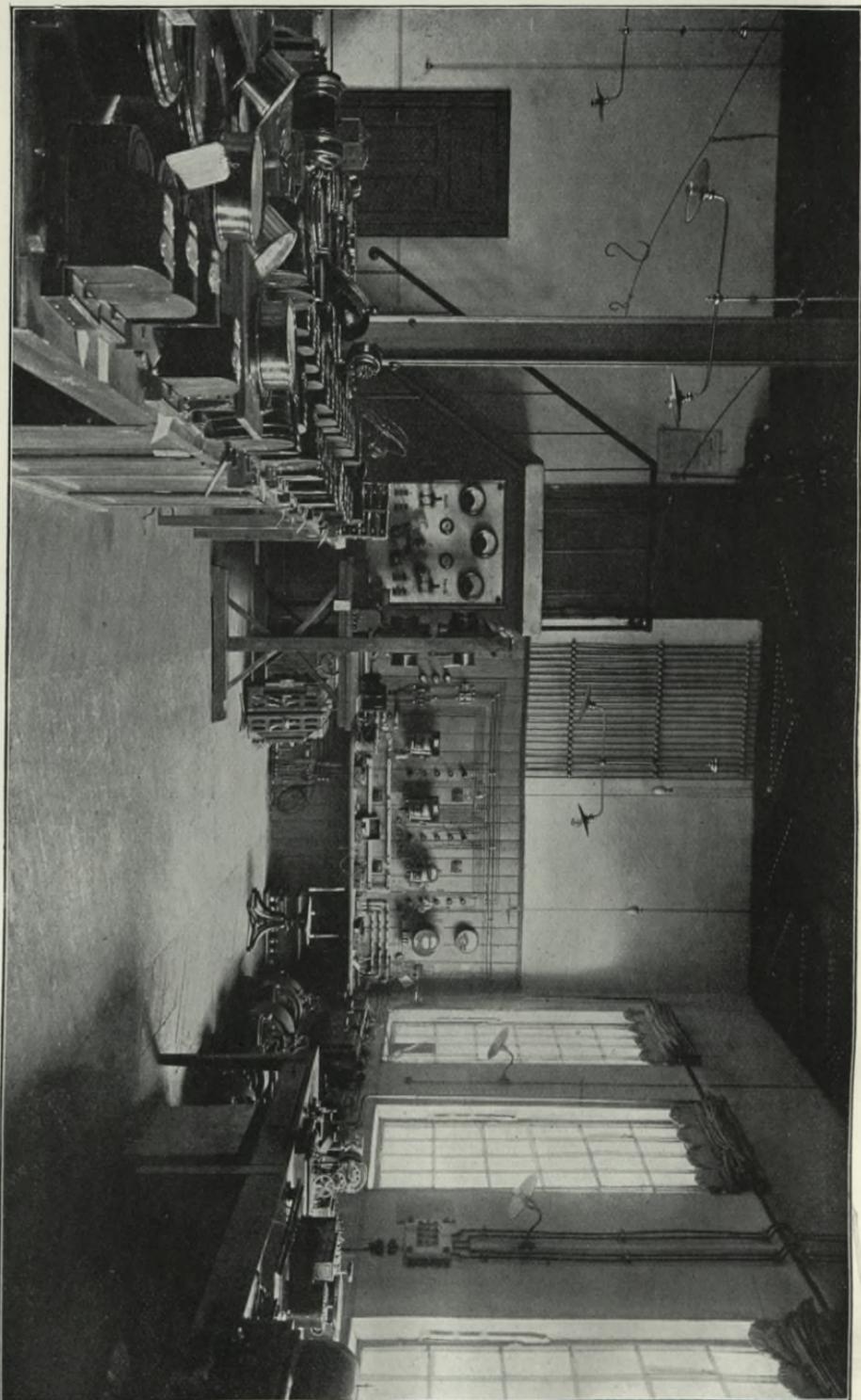


Fig. 320. Russische Union, Riga.

strommaschinen verschiedener Grösse, die als Belastungsmaschinen für Dauerproben (Sparschaltung) und zur Ermittlung der Einzelverluste zu benützen sind; Synchronmotoren zur induktiven Belastung von Drehstromgeneratoren; ferner ein Generalschaltbrett mit einem vertikal und horizontal verlaufenden Umschalteschienensystem, das einerseits mit der Werkzentrale und dann mit allen Arbeitsplätzen durch Kabel, die in Kanälen verlegt sind, verbunden wird. Durch Variation der Tourenzahl muss man sich Periodenzahlen von 15 bis 100 (mindestens von 25 bis 60) verschaffen können; ferner ist eine Zweiphasenmaschine oder eine Scottsche Transformatorenschaltung zur Verwandlung von Dreiphasen- in Zweiphasenstrom vorzusehen. In der Nähe der Belastungsmaschinen und der zugehörigen zu prüfenden Maschine sollten kleine Schaltbretter (fest oder transportabel bezw. fahrbar) angebracht sein, auf denen Amperemeter für die Haupt- und Nebenschlussströme (für Gleichstrom Deprez-, für Wechselstrom Hitzdrahttypen), Voltmeter (wie eben) mit Voltmeterumschalter, Maximalautomaten (nicht Sicherungen), Feldregulatoren, Anlasser und Ausschalter zu montieren sind. Der Anschluss an die Hauptstromquelle (nach einem Generalschaltbrett) ist fix verlegt, während der nach den zu untersuchenden Maschinen flexibel ausgeführt wird. Für genauere Messungen kann man sich von Fall zu Fall noch weitere Instrumente einfügen. Horizontale Messtische verseehe man zur Aufnahme transportabler Instrumente mit Vertiefungen (Fig. 321). Schalter an Messtischen, die nicht gleichzeitig geschlossen werden sollen, sind gegenseitig durch ein Gestänge zu verriegeln. Durch Sperrstifte u. a. sollte

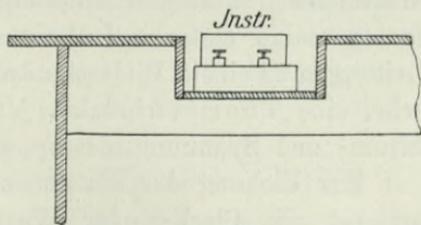


Fig. 321.

vermieden werden, dass Schalter versehentlich schon beim Vorbeigehen geschlossen werden können. Soweit als irgend möglich ist im Prüffeld Ordnung und Uebersichtlichkeit aller Schaltungen anzustreben. Zu Lastproben bedarf man ausser Belastungsmaschinen verschiedene Belastungswiderstände (Flüssigkeitswiderstände¹), Eisendraht auf Porzellan in Wasser u. ä.), sowie Regulierwiderstände in allen möglichen Abstufungen. Für Leistungsmessungen an kleineren Motoren eignen sich einige mechanische Bremsen, für Kleinmotoren auch Wirbelstrombremsen oder ein auf die Riemenscheibe gelegtes Band aus Eisen, das hälftig mit Leder belegt und beiderseits mit Gewichten behängt ist, deren Differenz der Umfangskraft entspricht (Amslers Differentialbremse Fig. 322). Zur Ermittlung der Umlaufzahlen braucht man einige Hand-

¹) Siehe Z. f. E., Wien 1904 (Niethammer).

chronographen, Handtourenzähler und Tachometer für Hand- und Riemenantrieb. Ferner benötigt man einen grösseren Satz Quecksilberthermometer (auch winkelförmig gebogene) und einige Weingeist- oder Toluolthermometer. Die Benützung der Thermometer illustriert Fig. 323 (Field).

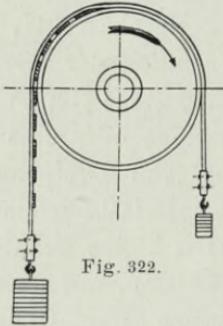


Fig. 322.

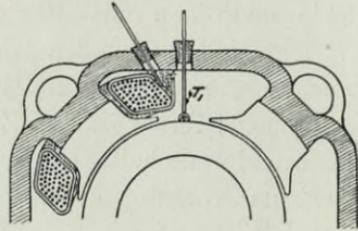


Fig. 323.

Weiter sollte vorhanden sein ein Satz Präzisionsgleichstrominstrumente (Depreztype) mit den nötigen Nebenschlüssen und Vorschaltwiderständen für alle üblichen Ströme und Spannungen, ein Satz genauer Wechselstromvoltmeter (Elektrodynamometer von Weston oder Siemens & Halske) und ein statisches Hochspannungsinstrument bezw. Messtransformatoren, Wechselstromampèremeter (Elektrodynamometer oder Hitzdraht) und Wattmeter mit direkter Ablesung und genügenden Vorschaltwiderständen, ferner einige einfache Isolationsprüfer. Von allen Messplätzen sollten Leitungen zu einem Widerstandsmessraum gehen, wo eine Wheatstone'sche, eine Thomsonbrücke, je mit Spiegelgalvanometer (Deprez), und Strom- und Spannungsmessapparate stehen sollten.

Zur Eichung der Instrumente benötigt man einen Kompensationsapparat mit Clark- oder Westonelementen. Zu Eisenuntersuchungen (B-, H- und μ -Kurven) und Streuungsmessungen empfiehlt sich ein ballistisches Deprezgalvanometer. Hysteresismessungen macht man an einem Versuchstransformator, an dem die erforderlichen Messinstrumente: Voltmeter, Periodenzähler (Synchronmotor mit Tourenzähler) und Wattmeter zusammengebaut sind. Zur Ermittlung der Eisenverluste von Gleichstrom- und Drehstromankern kann man sich ebenfalls ein geeignetes Prüfgestell aufbauen (Electric Club Journal 1904, Juli). Zur Aufnahme von Wechselstromkurven braucht man einen einfachen Kurvenaufnahmeapparat; ferner Anordnungen zur Aufnahme von Kollektorkurven und Kommutationsdiagrammen.

Im Maschinenprüfraum sind eine Reihe Aufspannröste und -balken, Prüfgruben für grössere oder gefährliche Maschinen und erhöhte Sockel (Fig. 318) für kleinere Typen vorzusehen. Zu diesen Prüfstellen führen eine grössere Anzahl Leitungen genügender Stärke. Zum Aufbau von Maschinen, die in fremden Lagern laufen, braucht man einen Satz Prüf-

wellen mit Büchsen, die der Nabenbohrung angepasst werden können, sowie diverse Lagerböcke und Stützböcke. Der ungefähre Plan eines Prüffeldes ist in Fig. 324 gezeichnet: a, a, a = Belastungsmaschinen, b, b = neue Maschinen, c = Bänke für kleine Typen und Apparate, d = Hochspannungsraum, e = Schaltbrett, f = Oeltransformator, g = Hauptschaltbrett, h = Eichraum, i = Bureaus.

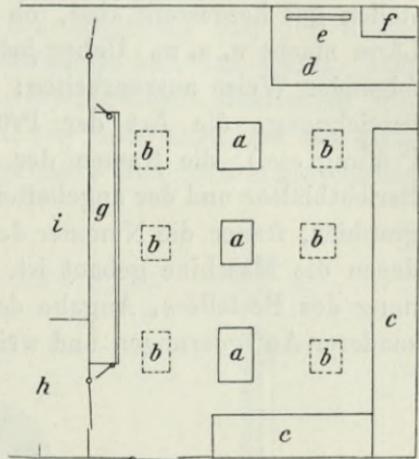


Fig. 324.

In allen grösseren Fabriken ist es aus Transportrückichten angezeigt, neben dem Hauptprüffeld für die grossen Maschinen und die genaueren Typenprüfungen eine Reihe örtlich getrennter kleiner Prüfplätze innerhalb der Werkstätten anzuordnen, die so liegen, dass die in einer Abteilung erzeugten Produkte an Ort und Stelle geprüft werden können, d. h. es ist beispielsweise ein Prüfraum für Kleinmotoren, für Strassenbahnmotoren, für Widerstände, für Controller, für Zähler, für Bogenlampen etc. vorzusehen. Um Neuerungen auszuprobieren, bevor man sie auf den Markt bringt, ordne man z. B. eine spezielle Bürstenprüfungseinrichtung, eine Einrichtung zur Prüfung raschlaufender Wicklungen u. a. für längeren Dauerbetrieb ein. Untersuchungen mehr wissenschaftlicher Natur sollten in einem von der Fabrikation getrennten, ruhigen Raum vorgenommen werden.

Obwohl in industriellen Betrieben das Prüffeld nicht frei über die zu liefernden Maschinen verfügen kann, ist doch zur Vereinfachung der Prüfung anzustreben, immer mehrere Maschinen ähnlicher Grösse und Spannung bzw. Maschinengruppen, die zusammenpassen, gleichzeitig ins Prüffeld zu bringen. Die Prüfungen selbst lassen sich einteilen in

1. genaue Typenprüfungen,
2. Einzelprüfungen.

Eine Erstaussführung sollte stets rücksichtslos der ersten Prüfungsart, die sehr eingehend sein muss, unterzogen werden. Kommt dieselbe Maschine identisch zur Wiederausführung, so kann sich die Prüfung eventuell auf einen kurzen Leerlauf und Isolations- sowie Widerstandsmessungen beschränken. Ueber jede Maschine ist ein kurzes Versuchsprotokoll anzufertigen. Es sollte jede Maschine und jeder Apparat auf seine mechanische Beschaffenheit hin scharf revidiert werden, also daraufhin, ob alle rotierenden Teile, besonders Wicklungen, genügend abstehen, d. h. nicht Neigung zum Streifen haben, ob Hochspannungswicklungen fest und sauber ausgeführt sind, ob die Oelringe gut arbeiten, ob Löt-

stellen gut hergestellt sind, ob die Welle gut spielt, ob die Maschine Lärm macht u. a. m. Ueber jede Typenprüfung ist ein Bericht etwa in folgender Weise auszuarbeiten: Auf dem Titelblatt steht die Maschinenbezeichnung, die Art der Prüfung (Erwärmungs- oder vollständige Prüfung etc.), die Namen der Beobachter, das Datum, die Zahl der Berichtblätter und der angehefteten Kurven und Zeichnungen oder Photographien, ferner die Nummer der Zeichnungen und Wickelangaben, nach denen die Maschine gebaut ist. Der Bericht beginnt mit der Bezeichnung des Bestellers, Angabe der Ordre, der Garantiebedingungen, besonderer Anforderungen und weiterer Merkmale, wie Riemenantrieb o. ä.

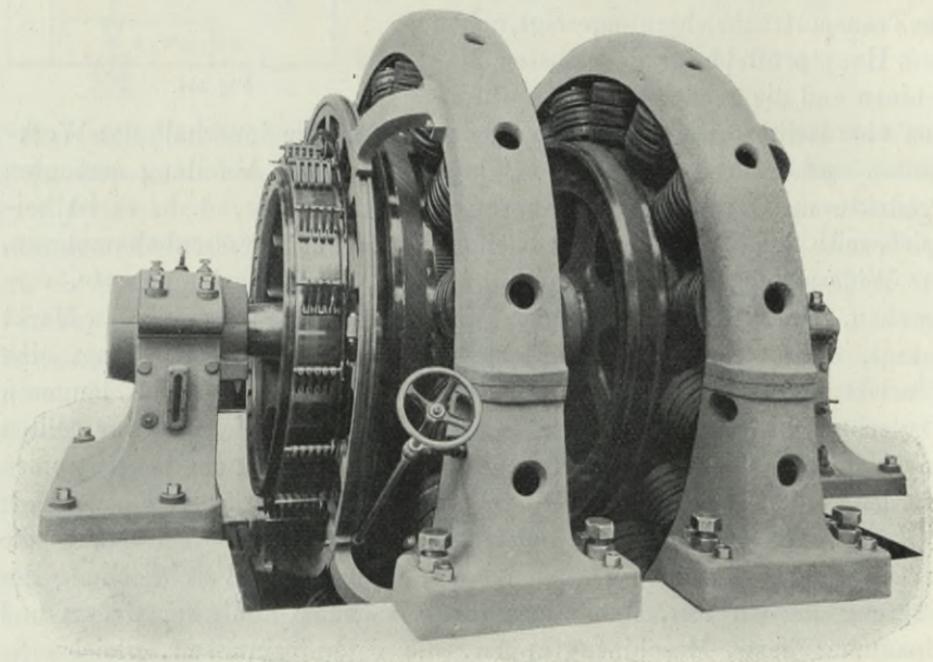


Fig. 325. Deutsche Elektrizitätswerke Aachen.

Die zum Antrieb und zur Belastung benützten Maschinen, eventuell unter Nennung prägnanter Eigenschaften (wie spitze Spannungskurve des Antriebsgenerators) sind anzugeben. Dann folgen die wichtigsten mechanischen, magnetischen und elektrischen Masse und Konstanten und dann die Versuchsergebnisse, z. B. bei einer Gleichstrommaschine die Leerlaufcharakteristik, besonders die AW für Leerlauf, die AW für die E.M.K. bei Vollast, die AW für Vollast, absolute (in AW) und prozentuelle Ankerrückwirkung, prozentuelle Spannungs- oder Tourenveränderung bei Belastung, ferner die Eisen- und Lagerreibungsverluste, der Wirkungsgrad bei $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{1}$ und $\frac{1}{4}$ Last, Aufzählung der Einzelverluste für Vollast in Prozent; dann die Erwärmung sämtlicher Teile

der Maschine unter Angabe der Zeit der Belastung und der Raumtemperatur, dann die verschiedenen Widerstände kalt und warm; dann die Funkenverhältnisse und die Bürstenverschiebung. Interessant sind auch Angaben über die Gewichte der aktiven Materialien und das komplette Maschinengewicht. Die Versuchsergebnisse sind noch in graphischer Darstellung (Leerlaufcharakteristik, AW für verschiedene J bei konstantem E_k , Eisenverluste, Wirkungsgrad mit allen Einzelverlusten, Erwärmungskurven etc.) beizufügen und von wichtigen neuen Details sind Zeichnungen, Photographien oder Schaltskizzen anzuhängen. Sinngemäss gilt dasselbe für andere Maschinengattungen.

Die weitaus üblichste Methode zur Belastung und Erwärmungsprobe ist die Sparschaltung. In Fig. 325 ist ein grosses Aggregat der Deutschen Elektrizitätswerke in der Sparschaltung abgebildet; in Fig. 326 ist ein Prüfgestell für Strassenbahnmotoren nach demselben Prinzip aufgebaut (Field).

Für Maschinen mit grossem Durchmesser, für solche hoher Umfangsgeschwindigkeit und solche mit geringem Luftspalt sind genaue mechanische Untersuchungen bezüglich der Durchbiegung von Gehäuse und Welle, Ausbiegung rotierender Teile, Aenderung des Luftspaltes bei Erwärmung u. a. m. äusserst wünschenswert. Maschinen mit geringer Nutzahl und solche hoher Geschwindigkeiten haben häufig eine Tendenz zum Heulen, Brummen und Pfeifen. Man untersucht sie zweckmässig abseits vom Werkstattgetriebe auf Geräuschlosigkeit (noise test).

Eine wichtige Aufgabe des Fabrikprüffeldes ist auch die Untersuchung der Materialien in mechanischer, elektrischer und magnetischer Hinsicht, um an Hand derselben die Bezugsbedingungen zu prüfen bzw. solche für die Einkaufsabteilung aufzustellen. Die verschiedenen Eisen-

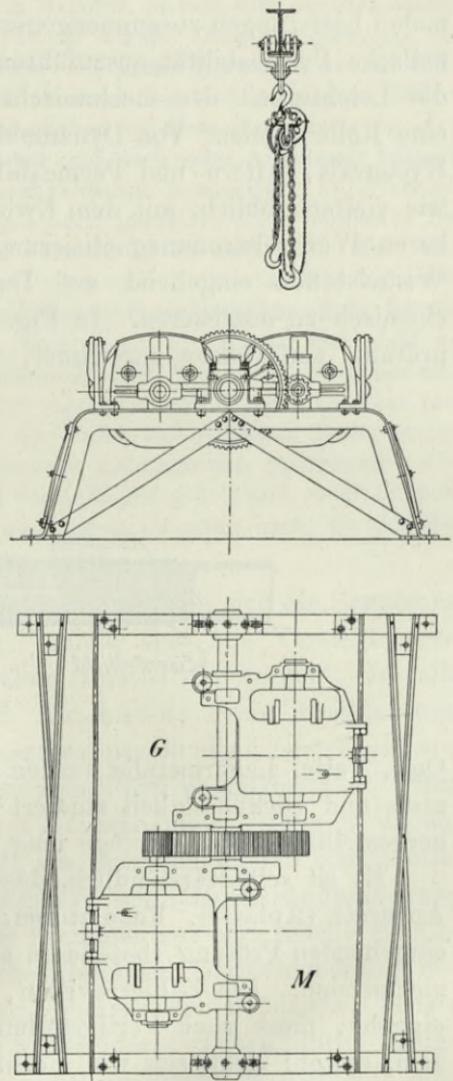


Fig. 326.

und Stahlsorten sowie andere Metalle sind auf Zug- und Biegezugfestigkeit sowie Dehnung zu prüfen, wozu die erforderlichen Zerreiß- und Prüfmaschinen aufzustellen sind. Von allen Stoffen ist das spezifische Gewicht zu ermitteln, von Gusseisen, Gussstahl und Lamellenkupfer und manchen Legierungen die chemische Zusammensetzung, öfter auch die elektrische Leitfähigkeit. Regelmässig sind an Probegussstücken, die mit den normalen Lieferungen zusammengegossen werden, Untersuchungen auf magnetische Permeabilität auszuführen, wobei aber auch der Gesichtspunkt der Leichtigkeit der mechanischen Bearbeitung und die Blasenfreiheit eine Rolle spielen. Von Dynamoblechliefereien sind öfters Proben auf Hysteresis, Altern und Permeabilität zu kontrollieren und zwar nicht, wie vielfach üblich, mit dem Ewingapparat, sondern mit einem brauchbaren Wechselstrommagnetisierungsapparat. Lacke sind zusammen mit Wickelstoffen eingehend auf Durchschlagsfähigkeit zu prüfen sowie chemisch zu analysieren. In Fig. 327 ist die Anordnung zur Isolationsprüfung von Hülsten gezeichnet, wie sie bei Kolben & Co. üblich ist.

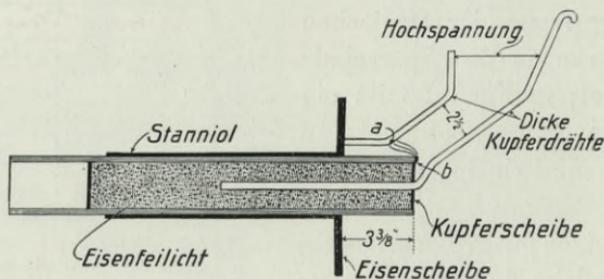


Fig. 327.

Oele, Fette, Lagermetalle werden mit Rücksicht auf die Reibungsverhältnisse und Dickflüssigkeit studiert¹⁾. Auch das Gebiet der elektrolytisch hergestellten Metallüberzüge mag Untersuchungen erheischen.

Es ist selbstverständlich, dass nicht allein Maschinen, sondern auch Apparate (Anlasser, Regulatoren, Schalter etc.) und Instrumente einer eingehenden Prüfung (besonders auch einer Isolationsprüfung) zu unterziehen sind. Die Zählerrevision, auf die ich beispielsweise besonders eingehen, muss nach Fertigstellung der Apparate eine äusserst strenge sein, sowohl elektrisch wie mechanisch. Ein Teil der Prüfung wird in liegender Stellung der Zähler ausgeführt, meist hängt man sie jedoch

¹⁾ Siehe E. T. Z. 1902, S. 741, Dettmar, dessen Oelprüfungsapparat auf der Auslaufmethode beruht. Ein anderes Prinzip ist folgendes: Lässt man ein Flügelrad in einem Oelbehälter rotieren, an den beiderseits ein Steigrohr anschliesst, so gibt der Effektverbrauch des antreibenden Elektromotors ein Mass für die Dickflüssigkeit und der Niveauunterschied der beiden Rohre ein Mass für den inneren Reibungswiderstand.

mit einem oder zwei Reibern an einer vertikalen Holztafel auf. Der Gang einer Zählerrevision ist etwa folgender:

Die Zähler kommen mit einem Anhängezettel, auf dem die Wickler und Mechaniker etc. vermerkt sind, nach dem Prüfraum, wo sie stetig von einem Prüftisch zum andern wandern; zuerst werden die Bürsten justiert, dann die Widerstände und Hilfsspulen eingebaut, dann erfolgt eine Isolationsprüfung mit 1000 bis 2000 Volt und die Ermittlung des Isolierwiderstandes in Megohm, hierauf wird der Stahlzapfen unten in die Drehachse eingesetzt (vorher war ein blindes Ende zur Schonung des Steinlagers da). Jetzt werden sie alle in Serie mit einem Normalzähler auf Volllast nach Glockenzeichen geeicht und nach dauernd konstant gehaltenen Instrumenten auf $\frac{1}{10}$ Vollast. Das Ein- und Umschalten in diese Stromkreise ist eine Momentbewegung. Der Normalzähler wird vor und nach jeder Arbeitszeit kontrolliert. Bei der Eichung werden auch Anker- und Feldstrom kommutiert. Für Wechselstrom-, Drehstrom- und Dreileiterzähler folgen noch induktive bezw. ungleiche Belastungen in den Zweigen (Strom in beiden verkehrt, Zähler steht still). Nach der Eichung werden alle Widerstände gemessen, woran sich die mechanische Kontrolle anschliesst, d. h. es werden 50 Zähler aufgehängt und ein Inspektor geht herum, um an allen nur die Bürsten nachzusehen, dann fängt er vorn an und sieht an allen nur die Kommutatoren nach, dann nur die Feldspulen, dann nur die Klemmen etc.; er macht etwa 20mal die Runde, jedesmal macht er ein Zeichen an einer vorgedruckten Tafel. Jeden Tag werden aus der Reihe der geeichten Zähler einige ganz beliebig herausgenommen und im genauen Laboratorium nachgeeicht, alle Woche wird eine beliebige Zählerkiste vom Versandlager geholt und ebenfalls nachgeeicht. Alle Konstanten aller Zählerteile und soweit als nötig auch die der Materiallieferanten werden von jedem Zähler registriert.

Beim Arbeiten in Starkstromprüffeldern empfiehlt sich die Benützung von nichtmagnetischen Uhren. Im Prüffeld sind alle Vorsichtsmassregeln zur Sicherheit des menschlichen Lebens zu treffen. In alle Leitungen lege man sicher wirkende Automaten, deren Festklemmen streng zu bestrafen ist. Hochspannungsapparate sind getrennt von anderen Maschinen und in nicht beengten Räumen aufzustellen. Man vermeide möglichst jede Berührung mit Hochspannungsleitungen, da auf Gummihandschuhe etc. kein Verlass ist, am zweckmässigsten dürfte wohl der metallische Schutzanzug von Artemieff sein. Hochspannungsmessinstrumente erde man und isoliere die Klemmen gut oder mache sie unzugänglich. Auch gegen mechanische Gefahren (Zertrümmerung des Kommutators, Schleifen der Wicklung, Platzen der Bandagen, Feuererscheinungen) schütze man sich bei verdächtigen Typen durch geeignete, entfernte Aufstellung oder man setze die ganze Maschine in eine solide Grube.

29. Das Verputzen der Maschinen und Apparate.

Fertige Maschinen, Apparate und Maschinenteile werden entweder als Rohguss belassen, oder blank bearbeitet eventuell mit eigenartigen

Figuren (guillochieren), oder mit einem Farbanstrich, oder einem farbigen oder farblosen Lackanstrich versehen, oder durch Säure gebeizt oder glänzend oder matt oder schwarzbraun gebrannt, oder mit einem Metallüberzug versehen (meist elektrolytisch, z. B. vernickeln).

In der Beizerei und Vernicklerei, einem hellen, staubfreien Raum, stellt man auf: Verschiedene direkt elektrisch betätigte Putz- und Poliermotoren, Dekapierische zum Entfetten (NaHO), Abspül- und Sägespänbottiche, Beizbottiche, ein Abzugskamin, Nickelbäder mit Einhängenvorrichtungen, Trockenöfen, einen Chemikalienkasten, sowie in der Nähe, aber vor Gasen geschützt, eine Dynamo für 2 bis 8 Volt oder einen Umformer hiefür. Die übliche Badespannung pro Einheit ist meist 4 Volt und die Stromstärke 0,5 bis 1 Amp. pro qdm. Auch Kohlenklötze für Bürsten werden elektrolytisch verkupfert. Zum Beizen von Kupfer und Messing (z. B. Kontrollerdeckel) dient Schwefelsäure und Weinsäure (Vorbeize) und starke Salpetersäure, für Eisen verdünnte Salzsäure oder Schwefelsäure.

Nach der Prüfung wird das Oel aus den Lagern abgelassen, die empfindlicheren Teile abgenommen oder abgedeckt, dann wird das Maschinengehäuse abgekratzt, eventuell abgewaschen, zum Ausfüllen der Poren verspachtelt, an der Luft getrocknet und nach 6 Stunden mit Wasser und Bimsstein geschliffen, was zwei- bis dreimal wiederholt wird; schliesslich wird die Maschine am besten dunkelgrau lackiert. An Schmiedeisengehäusen kratzt und beizt man erst den Rost ab, gibt ihnen dann einen Anstrich aus Leinölfirnis mit Mennig und dann einen Deck- und einen Grundanstrich. Auf hochfeinen Anstrich mit Goldstreifen und glänzend vernickelten Flächen ist nicht allzuviel zu geben, wenn auch selbstverständlich auf saubere Ausführung aus verschiedenen Gründen zu achten ist. Der Arbeiter behandelt eine äusserlich schmutzige Maschine entschieden besser; die Eleganz soll sich aber in der rein technischen Konstruktion und Ausführung an sich und deren Gediegenheit zeigen. Die einzelnen Teile sollen ruhige Linien zeigen (Lagerböcke geradlinig gespreizt, Arme elliptisch verjüngt) und in guten Kurven ineinander übergehen; die beanspruchten Teile sollen nicht zu plump und nicht zu leicht ausfallen, die Querschnittsformen dürfen nicht zu eckig sein, zu viele Kurven sind aber auch zu vermeiden, oft wirkt die gerade Linie am besten; die Wicklungen sind mit grösster Gleichmässigkeit auszuführen, d. h. alles soll seinem technischen Zweck entsprechen und betriebsicher sein sowie den Festigkeitsgesetzen gemäss proportioniert sein. Dann wird die Maschine jedenfalls dem technischen Auge gefallen und in der Regel auch dem Laien. — Vorstehende Wicklungen bestreicht man ganz zweckmässig mit einem glasierenden und staubabhaltenden braunen (oder schwarzen) Lack, alle unrunderen schlagenden (schwabbelnden) Linien an

rotierenden Teilen, ferner klaffende unsaubere Fugen sind zu vermeiden, lose an den Wicklungen herabhängende Isolationsteile sind keine Empfehlung für die Wickerei. An der Maschine herunterlaufendes Oel sieht schlecht aus. Die Bleche müssen allseits passend gestanzt sein und die Ventilationskanäle dürfen nicht zusammengequetscht aussehen. Ob es notwendig ist, den Feldkörper einer Drehstrommaschine in der hier zu Lande üblichen Weise nur für das Laienauge zu bearbeiten: allseitig abgedrehte oder gehobelte und blankgeschmirgelte Polschuhe und Pole, blankgedrehtes und lackiertes Hochkantkupfer¹⁾, abgedrehter und blankgescheuerter Schwungkranz mit schwarzem Farbstreifen dazwischen, gestrichenen Armen und blanken Schrupfringen mag immerhin dahingestellt bleiben, in Amerika, wo man in erster Linie auf Betriebsicherheit sieht, wird es nicht gemacht.

In der Lackierwerkstätte, die sich naturgemäss in eine Lackiererei für Maschinen und eine für Kleinzeug teilt, braucht man einige mechanisch angetriebene Farbmühlen und Misch- und Knetmaschinen.

30. Verpackung.

Von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit ist das sorgfältige Verpacken der versandtfertigen Waren. Die Fig. 328 zeigt den Packraum der Allgemeinen Elektrizitäts-Ges. Berlin. Maschinen bis herauf zu etwa 200 KW werden als Ganzes fertig montiert verpackt (Fig. 329). Man legt den Anker gegen das Feldgestell durch Papier- oder Pressspaneinlagen in den Luftspalt fest, die Bürsten verpackt man meist für sich und umhüllt den Kommutator zweckmässig mit einem Papier. Dann setzt man die Maschine in eine solide Holzkiste (mit vier verzinkten und zwei verschraubten Seiten), die bei Seetransport mit Blech ausgeschlagen und die in Amerika häufig mit Hilfe automatischer Nagelmaschinen hergestellt wird und schraubt sie am Boden fest (Fig. 329). Auch seitlich und von oben wird die Maschine durch Holzleisten festgehalten. Grosse Maschinen müssen schon wegen des Normalprofils der Eisenbahnen in Stücken transportiert werden, wobei namentlich den freiliegenden Wicklungen Aufmerksamkeit zu schenken ist (Fig. 330). Meist umwickelt man die Stirnverbindungen mit Sacktuch und dann das ganze Stück mit Wachstuch, um schliesslich noch ein passendes Holzgestell herumzubauen. Anker sind auf breite hohle Holzlager mit Tuchzwischenlage allseitig zu betten. Auch die Welle fasse man in Holzlager.

¹⁾ Hochkantkupfer ist entschieden betriebsicherer als Drahtwicklung und wird z. B. in Amerika seit geraumer Zeit fast ausschliesslich verwendet, aber die Politur ist überflüssig.

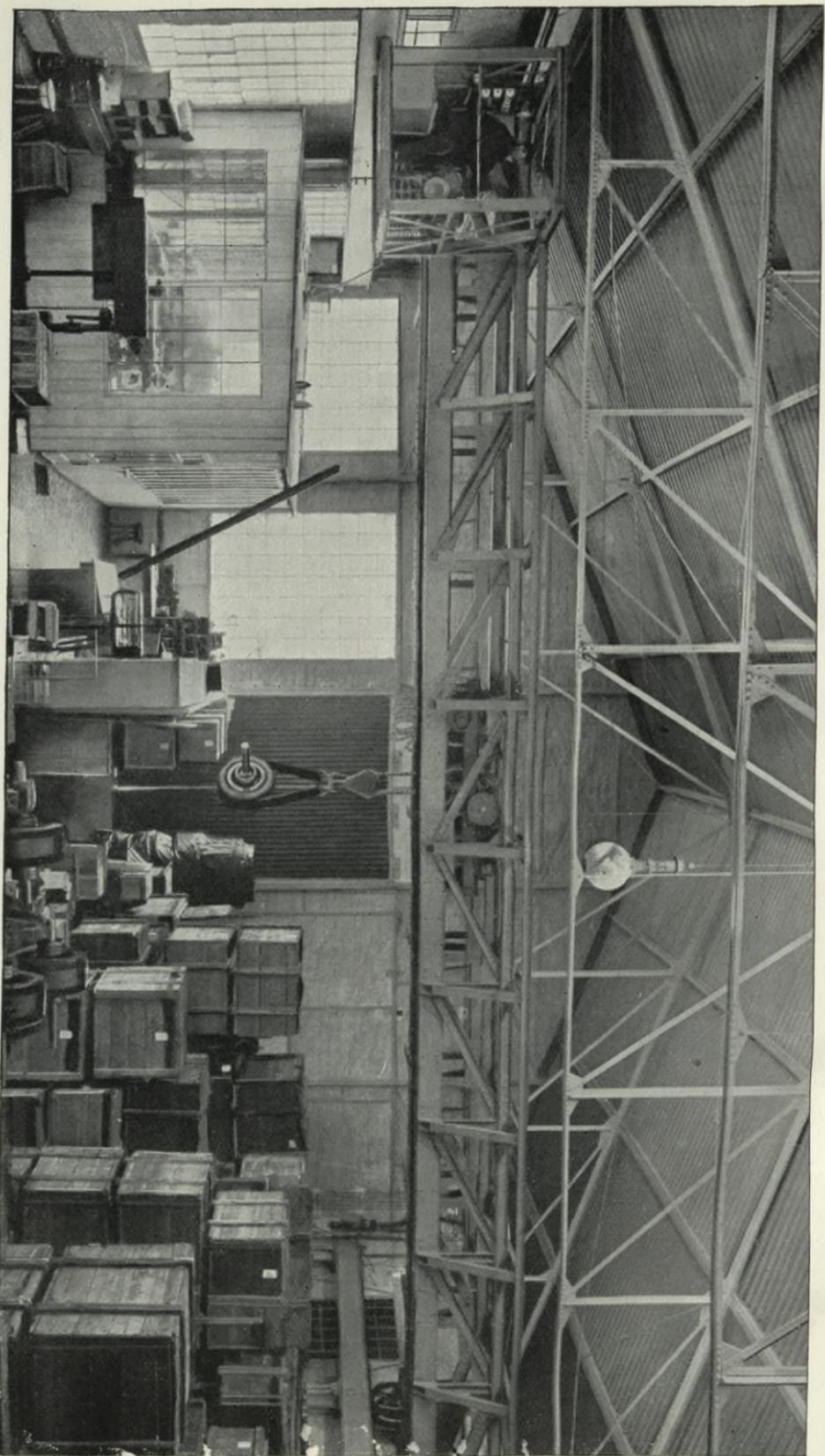


Fig. 328. Allgemeine Elektrizitäts-Ges. Berlin.

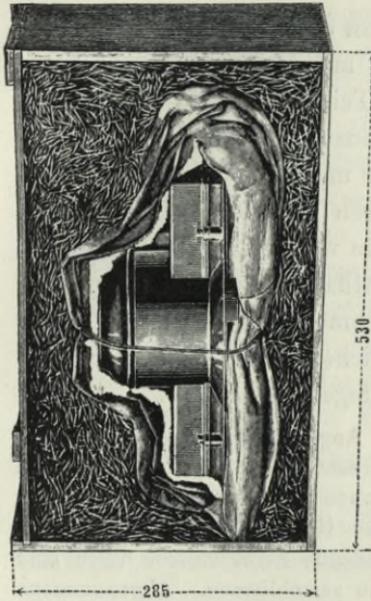


Fig. 331. A. E.-G.

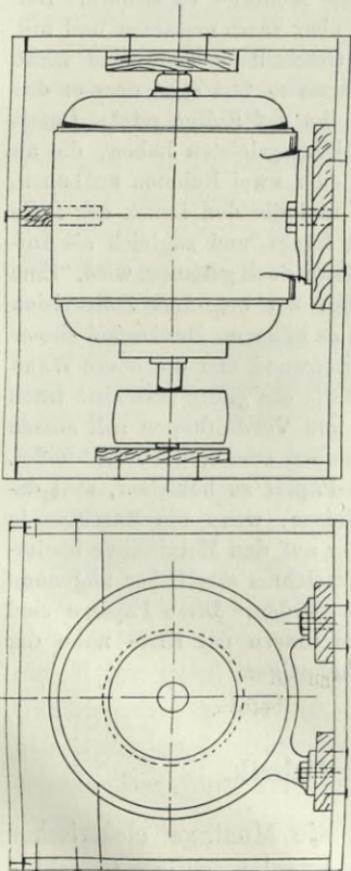


Fig. 329.

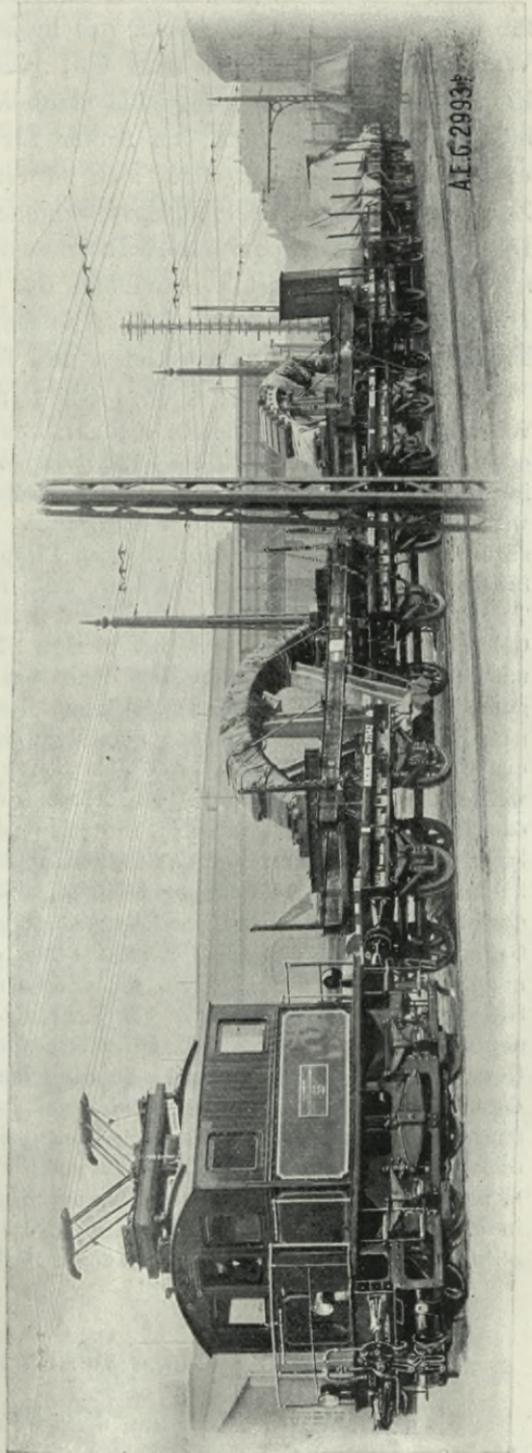


Fig. 330. A. E.-G. Berlin. 3000 KW-Drehstrommaschine für die Pariser Ausstellung.

Wird die Welle nicht mitgeliefert, so stecke man durch die Ankerbohrung für den Transport ein I-Eisen, das kreisrund mit Holz umfütert wird. Wellen und Zapfen fette man ein, blanke Teile umwickle man. Die Kanäle zur Ringschmierung sind staubdicht zuzubinden. Es ist üblich, bei grösseren Maschinen den Anker für sich und das Feld mit Spulen eventuell in zwei Hälften für sich zu verpacken und schliesslich für das Zubehör wie Riemenscheibe, Spannschienen eine weitere Kiste vorzusehen. Die Kisten, die Apparate und Instrumente enthalten, werden (Fig. 331) mit Holzwolle ausgefüllt, nachdem das Instrument zunächst auf einem Holzwollenkissen gebettet ist. Alle beweglichen Teile sind vor dem Transport sorgfältig zu arretieren und festzulegen.

In der Z. V. D. I. 1904, S. 946 macht P. Roux Angaben über die Verpackung von Maschinen für überseeische Ausfuhr: Die Seefracht wird nach dem Gewicht oder, wenn der Inhalt mehr als 1,133 cbm pro 1 Tonne beträgt, nach dem Rauminhalt berechnet, d. h. die Frachtsätze für voluminöse Güter steigen, ebenso dann, wenn das Gewicht grösser als 2 Tonnen ist. Ausladende zerbrechliche Teile sind abzunehmen, Löcher sind mit hölzernen Pfropfen zu verschliessen. Abgenommene Stücke sind mit Kärtchen zu versehen, um ihre richtige Montage zu sichern. Der Talganstrich gegen Rost muss hinreichend flüssig sein, aber rasch erstarren und mit Oel oder Terpentin leicht entfernt werden können. Geschliffene Teile sind nicht mit Schutzmasse zu bedecken. Der Boden der Kiste muss so fest sein, dass er das ganze Gewicht der Maschine tragen kann, wenn man ihn auf Rollen setzt. Damit man Rollen unterschieben kann, muss der Boden zwei Längsleisten haben, die an den Enden zugespitzt sind. Auf dem Boden sollen sich zwei Rahmen aufbauen, welche die Länge der Kiste in drei Abschnitte teilen und die den Druck der Seile oder Ketten aufnehmen, wenn die Last an einem Kran hängt, und zugleich als Auflager dienen, wenn entgegen den Bestimmungen die Kiste doch gekantet wird. Eine Seitenwand muss eine Oeffnung besitzen, gross genug, um bei einer Zollrevision das Innere besichtigen und eine Laterne hineinstecken zu können. Der Deckel dieser Oeffnung wird aufgeschraubt. Ebenso sollten eine Seitenwand und die obere Wand nur mit Schrauben befestigt sein, damit man nötigenfalls die ganze Maschine rasch freilegen kann. Auch die Lage von inneren Leisten und Versteifungen soll aussen angegeben sein, damit man die zu entfernenden Schrauben oder Nägel leicht findet. Gewarnt wird schliesslich davor, die Kiste innen mit Papier zu bekleben, weil dadurch der Luftumlauf verhindert wird und infolge dessen, wenn die Maschine in feuchter Luft eingepackt ist, die Feuchtigkeit sich später auf den Metallteilen niederschlagen kann. Jeder Maschine muss endlich ein Verzeichnis sämtlicher abgenommenen Teile und eine Montagezeichnung mitgegeben werden. Diese Papiere sind in einen wasserdichten Umschlag zu stecken und im Innern der Kiste nahe der oben erwähnten Oeffnung oder auf deren Deckel zu befestigen.

31. Montage ausserhalb der Fabrik.

Es ist nicht die Aufgabe dieses Bandes, die Montage elektrischer Maschinen und Apparate zu besprechen; doch seien einige Gesichtspunkte zur Vermeidung allzuhäufiger Reparaturen, die oft die Werk-

stätten unangenehm belasten, angeführt. Die Maschinen und Apparate sind möglichst nicht in staubigen, feuchten, heissen und schmutzigen Räumen aufzustellen, für solche Plätze sind jedenfalls besonders robust ausgeführte Typen anzuwenden. Das Fundament¹⁾, besonders auch dasjenige in der Höhe aufgestellter Maschinen, muss genügend widerstandsfähig sein, um Vibrationen zu verhindern, die zu allerlei Uebelständen wie Oelauslaufen, rasche Lagerabnutzung führen können. Bei Dynamos empfiehlt sich ein gemeinsames Fundament mit der Antriebsmaschine. Senken sich einzelne Fundamenteile einseitig, so tritt leicht bei grossen Maschinen ein Schleifen des Rotors ein oder es erfolgen gar Fundamentplattenbrüche. Die Maschinengruben müssen reichlich gross und die ganze Maschine in jedem Fall leicht und gefahrlos zugänglich aufgestellt sein, so dass Anschlüsse, Lager und Wicklungen jederzeit rasch nachgesehen werden können. Grundplatten und Spannschienen sind sorgfältig auszurichten. Die Riemenspanner sind so zu montieren, dass ein Maximum an Nachstellbarkeit erzielt wird. Die Wicklungen müssen vor der Inbetriebsetzung, namentlich wenn die Maschinen längere Zeit schlecht aufbewahrt lagerten, gut ausgetrocknet werden. Hochspannungsmaschinen sind vorsichtig allmählich auf volle Spannung zu bringen, indem man vorher den Isolationszustand misst. Die Lager und Grundplatten sind tadellos auszurichten, speziell die Lager sind gründlich zu reinigen, z. B. dadurch, dass man einigemal Petroleum oder Benzin durchlaufen lässt. Zur Montage müssen geeignete Hebezeuge und Seile zur Stelle sein, will man sich nicht der Gefahr einer Verletzung der Wicklungen und anderer empfindlicher Teile aussetzen. Man lege Wicklungen nicht direkt auf den schmutzigen Boden.

Alle Trennfugen von Gehäusen und Ankern, besonders wenn sie dem magnetischen Kreis angehören, sind gut zusammenzupassen und vorher zu reinigen. In der Fabrik sind alle Teile ihrer Zusammengehörigkeit entsprechend zu markieren und zu numerieren, wonach sie bei der Montage wieder sorgfältig anzuordnen sind. Beim Einsetzen der Feldspulen, die nicht zu verstossen sind, beachte man, dass die Polarität mit jedem Pol wechseln soll. Werden aufeinanderfolgende Pole gleichsinnig erregt, so treten unangenehme Erscheinungen auf: Die Dynamo gibt ihre Spannung nicht, es entstehen Ausgleichströme, ein Motor geht durch und funkt etc. Es ist darauf zu achten, dass Gehäuse und Anker konzentrisch sitzen, d. h. dass der Luftspalt allseitig gleich ist, oben eher etwas kleiner als unten. Das Justieren geschieht mittels Zug- und Druckschrauben in vertikaler und mittels Verschiebeschrauben in horizontaler Richtung sowie mittels Unterlagsblechen. Ein

¹⁾ Siehe auch Niethammer, Elektrische Maschinen, Apparate und Anlagen, I. Bd., 2. Teil.

Rundspannen des Gehäuses in beschränktem Masse ist durch geeignete Zwischenbleche in den Trennfugen und durch Anziehen der Schrauben der Stützböcke möglich oder auch durch eine horizontale Zugstange. Beim Aufhängen grosser Maschinenhälften spreize man Holzbalken diametral ein, um einen Bruch zu vermeiden. Maschinengehäuse werden zweckmässigerweise geerdet. Für direktgekuppelte Maschinen, die von der Elektrizitätsfirma ohne Welle geliefert werden, ist zeitig an den Zulieferanten eine Drahtschablone für den Durchmesser der Bohrung unter Angabe der Zugabe (Toleranz) fürs Aufpressen einzusenden. Bei zwei Keilen am Umfang ist eine Ringschablone zur Festlegung der Keile abzugeben. Fundamentbolzen und Wellenfedern für direktgekuppelte Maschinen werden meist vom Lieferanten der Antriebsmaschine geliefert. Kupplungshälften werden, wenn angeschmiedet, dem entsprechenden Wellenstück zugeteilt; das Justieren und die Bolzen übernehme der Lieferant des mechanischen Teiles, bei abnehmbaren Kupplungen nach Vereinbarung, wobei die zur Dynamo gehörige Hälfte in der Dynamofabrik aufgesetzt wird. Aussenlager, welche die elektrische Firma baut, sind von der zu liefernden Firma auf ihre Grundplatte aufzupassen und mit Prisonstiften zu versehen. Die Dampfmaschinen- oder Turbinenfirma muss auch genaue Fundamentzeichnungen der Dynamo erhalten, worin namentlich auch der zur Vermeidung des Streifens und der zur Bedienung erforderliche Raum anzugeben ist. Das Einschleifen der Bürsten mit Schmirgelleinen ist auf S. 216 angegeben, man sollte eine Lauffläche von mindestens 80 % anstreben. Die Bürsten sind nur mässig aufzupressen und in die markierte Stellung zu bringen. Die Bürsten sind während des Betriebs möglichst wenig zu verstellen, wenn auch in den extremen Belastungsfällen etwas Funken auftreten. Die richtige Bürstenstellung ist die, wenn bei der grössten und auch bei der kleinsten vorkommenden Last entweder noch keine oder gerade mässige Funkenbildung auftritt.

Die Montage einfacher Schaltbretter, deren einzelne Felder in der Fabrik vollständig mit allen Leitungen fertiggestellt werden, besteht in der Aufstellung eines Winkeleisengerüsts, an dem die einzelnen Tafeln befestigt werden, dem Anbringen der besonders verpackten Instrumente und dem Legen der Verbindungsleitungen der Felder unter sich und mit den Maschinen, wofür zuverlässige Schaltungsschemen mitzugeben sind.

Für den Anschluss der Blitzableiter verwende man Kupferband; die Blitzschutzvorrichtung wird je nach Type entfernt vom Schaltbrett an einem passenden Ort aufgestellt, wo sie leicht nachgesehen werden kann. Die Erdverbindung muss reichlichen Querschnitt haben und mit einer grossen Erdplatte mit gutem Erdschluss versehen sein.

Bei der Inbetriebsetzung kann es sich zeigen, dass die Maschine keine Spannung gibt; sie ist dann mit Hilfe einiger Elemente oder von

einer anderen fremden Stromquelle aus zu magnetisieren, falls nicht eine falsche Schaltung vorliegt¹⁾. Vor dem ersten Anlaufenlassen sind auch zuverlässige Isolationsmessungen anzustellen. Sowohl zum Einlaufen der Lager als der Bürsten ist es ratsam, erst leer zu fahren und dann längere Zeit mit $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Last.

Kollektor, Wicklungen und Lager müssen durch regelmässiges Reinigen und Ausblasen dauernd frei von Staub, Feuchtigkeit und Schmutz gehalten werden. An Hochspannungswicklungen empfiehlt sich wohl auch hin und wieder eine Erneuerung der Lackanstriche. In den ersten Wochen ist es ratsam, die Kommutatorbolzen nach Erfordernis bei warmem Kommutator nachzuziehen und die Kommutatoroberfläche mit feinem Glaspapier zu glätten. Die Lager sind nicht mit Oel zu übergiessen, auslaufendes Oel ist den Wicklungen sehr schädlich. Sind Kommutatoren und Schleifringe stark abgenützt, so sind sie nach genügendem Anziehen der Befestigungsbolzen mit Hilfe eines Drehapparates abzdrehen. Für letzteren ist eine Hilfsvorrichtung zum Anschrauben an den Lagerbock oder an das Bürstenschalterjoch oder auch an die Grundplatte zu entwerfen (Fig. 299 u. 300). Der Anker wird bei dieser Dreharbeit zweckmässig mit Riemenübertragung durch einen kleinen Motor betrieben.

Ein Abschleifen des Kommutators mit einem entsprechend hohlen Sandstein oder einem Schmirgelrad ist oft dem Abdrehen vorzuziehen.

Die an elektrischen Maschinen vorkommenden Fehler, deren rascheste Beseitigung sehr anzuraten ist, sind zusammengestellt in Schulz, Krankheiten elektrischer Maschinen und Niethammer, Elektrotechnisches Praktikum S. 316.

Der Erfolg und Misserfolg aller unter Oel arbeitenden Apparate wie Transformer, Schalter etc. hängt wesentlich von der Auswahl der Oele sowie von der Behandlung derselben, vom Einfüllen und Nachfüllen ab, siehe unter Zusätze.

32. Kraftzentrale.

Bei der Anlage der elektrischen Kraftzentrale (Fig. 332), in der die für das ganze Werk erforderliche Energie einheitlich zu erzeugen ist, sind die für ein Elektrizitätswerk im allgemeinen geltenden Grundsätze massgebend. Für kleinere Firmen kommen nur 20 bis 100 PS Betriebskraft in Frage, wofür sich eine Lokomobile oder ein Gasmotor event. mit Gaserzeuger empfehlen kann. Grössere Fabriken gebrauchen einige Hundert oder gar über 1000 PS für den Betrieb²⁾. Ganz allgemein soll die Summe der Verzinsung der Anlagekosten und Betriebskosten für Dampfkessel, Dampfmaschinen und den elektrischen Teil ein Minimum sein. Sehr ver-

¹⁾ Siehe Niethammer, Elektrische Maschinen und Anlagen, I. Bd.

²⁾ Die erforderliche Leistung kann nur an Hand der Motorgrössen, deren Zahl und Betriebsdauer, sowie der Lampenzahl und deren Stromverbrauch und Betriebszeit zusammen mit der Grösse einer event. gewählten Batterie ermittelt werden.

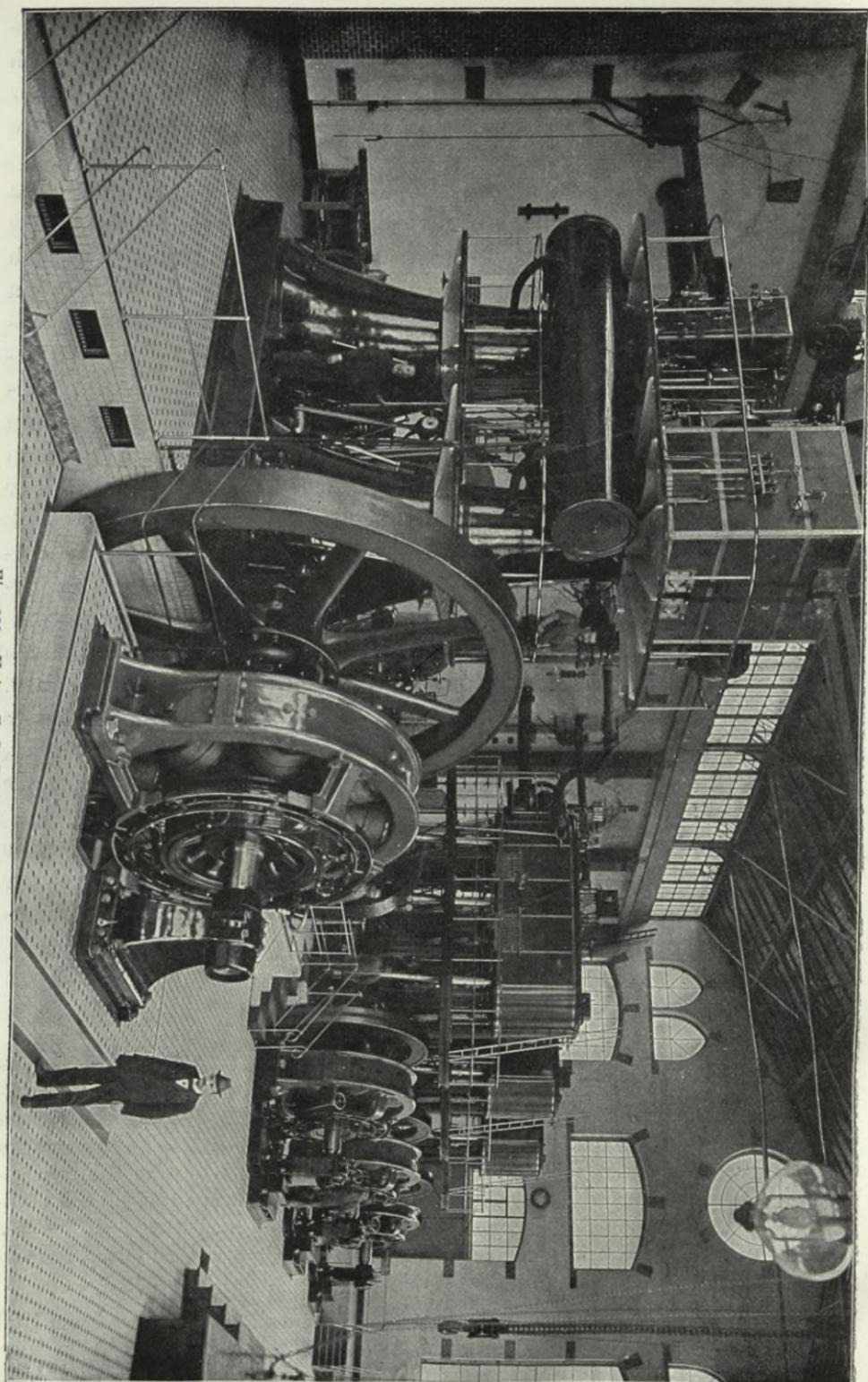


Fig. 832. Union E.-G., Berlin.

breitet sind die Wasserröhrenkessel, bei hohen Arbeitslöhnen solche mit automatischer Beschickung. Immer mehr Verbreitung finden Kohlenkranbrücken mit selbsttätiger Kohlenwage zur mechanischen Beförderung der Kohle von der Bahn zum Kessel bezw. in die Kohlenrollwagen. Asche und Schlacke soll direkt in Schlackenwagen fallen. Empfehlenswert sind in der Regel hohe Dampfspannungen, Kondenser, Vorwärmer (Economiser), Ueberhitzer¹⁾; häufig sind Wasserreineriger nötig. Bei Wassermangel ist ein Gradierkühlwerk aufzustellen und am Schornstein ein Wasserbehälter vorzusehen. Der Schornstein soll nicht unnötig hoch gebaut werden (40 bis 50 m). Entweder sind doppelte Dampfleitungen oder eine Ringleitung anzuordnen. Die Dampfleitungen sind zuverlässig zu umhüllen. Ventilsteuerungen sind anderen Steuerungsarten vorzuziehen, sie sind allerdings in der Umlaufzahl beschränkt, was zu größeren Dynamomaschinen führt. Bei beschränktem Platz sind vertikale Dampfmaschinen angezeigt, obwohl sie etwas schwerer zugänglich und teurer sind als liegende. Zeigt der Kraftverbrauch starke Spitzen, so empfiehlt es sich, eine oder zwei sparsam arbeitende Dampfmaschinen dauernd laufen zu lassen und für die Perioden hohen Kraftverbrauchs billige aber weniger wirtschaftliche Schnellläufer zuzuschalten, falls Akkumulatoren nicht den Zweck besser erfüllen. Am Schaltbrett, das man zweckmässig in drei Felder: Kraft, Licht und Prüffeld teilt, sind für die einzelnen Kraftzweige gutwirkende Automaten anzubringen. Das Prüffeld sollte einzelne Maschinen unabhängig vom übrigen Netz abzweigen können.

Für Wasserkräfte finden meist Francisturbinen Verwendung, die Wasseranlage wird häufig durch Kanal- und Wehrbauten sehr verteuert.

In der Zentrale erzeugt man zweckmässig mit Rücksicht auf das Prüffeld verschiedene Spannungen, bei Gleichstrom durch Hintereinanderschaltung einzelner Maschinen, und ferner verschiedene Stromarten. Eine grössere Anzahl²⁾ (2 bis 3 und mehr) Einheiten empfehlen sich schon wegen der Reserve und zur Speisung einzelner Fabrikabteilungen bei Stillstand der übrigen.

Eine Akkumulatorenbatterie ist, wie bereits erwähnt, zur Notbeleuchtung sehr am Platze. In der Zentrale sollte ein 10 bis 20 t-Montagelaufkran (meist mit Handantrieb) vorgesehen werden. Für die Zentrale samt Gebäude sind pro KW etwa 500 Mark Erstellungskosten zu rechnen, die Betriebskosten pro KW/Stde. sind insgesamt 5 bis 10 Pf.

Zur Speisung der Luftdruckhebezeuge wie der Luftdruckhämmer und anderer ähnlicher Werkzeuge einschliesslich von Gebläsen zum Reinigen von Staub ist in der Zentrale oder in der Haupthalle ein 20 bis 100pferdiger Luftkompressor aufzustellen.

33. Das Verwaltungsgebäude.

Bezüglich der Einrichtung des Verwaltungsgebäudes, dem man bei grösseren Abmessungen zweckmässig U-Form oder einen Lichthof gibt, ist nicht viel zu bemerken, als dass diese Räumlichkeiten manchmal auf Kosten der Aktionäre etwas zu luxuriös mit Ahornholzschnitzereien, Wandmalereien, Marmortreppen und Marmorsäulen, Teppichen, wunderbaren Eichenmöbeln etc. ausgerüstet werden. Die Hauptsache ist, alle

¹⁾ Für die neuerdings sehr an Verbreitung gewinnenden Dampfturbinen ist ein hohes Vakuum sehr erwünscht.

²⁾ Z. B. zwei Stück zu 500 PS und ein Stück zu 1000 PS.



Fig. 333. Ludwig Löwe.

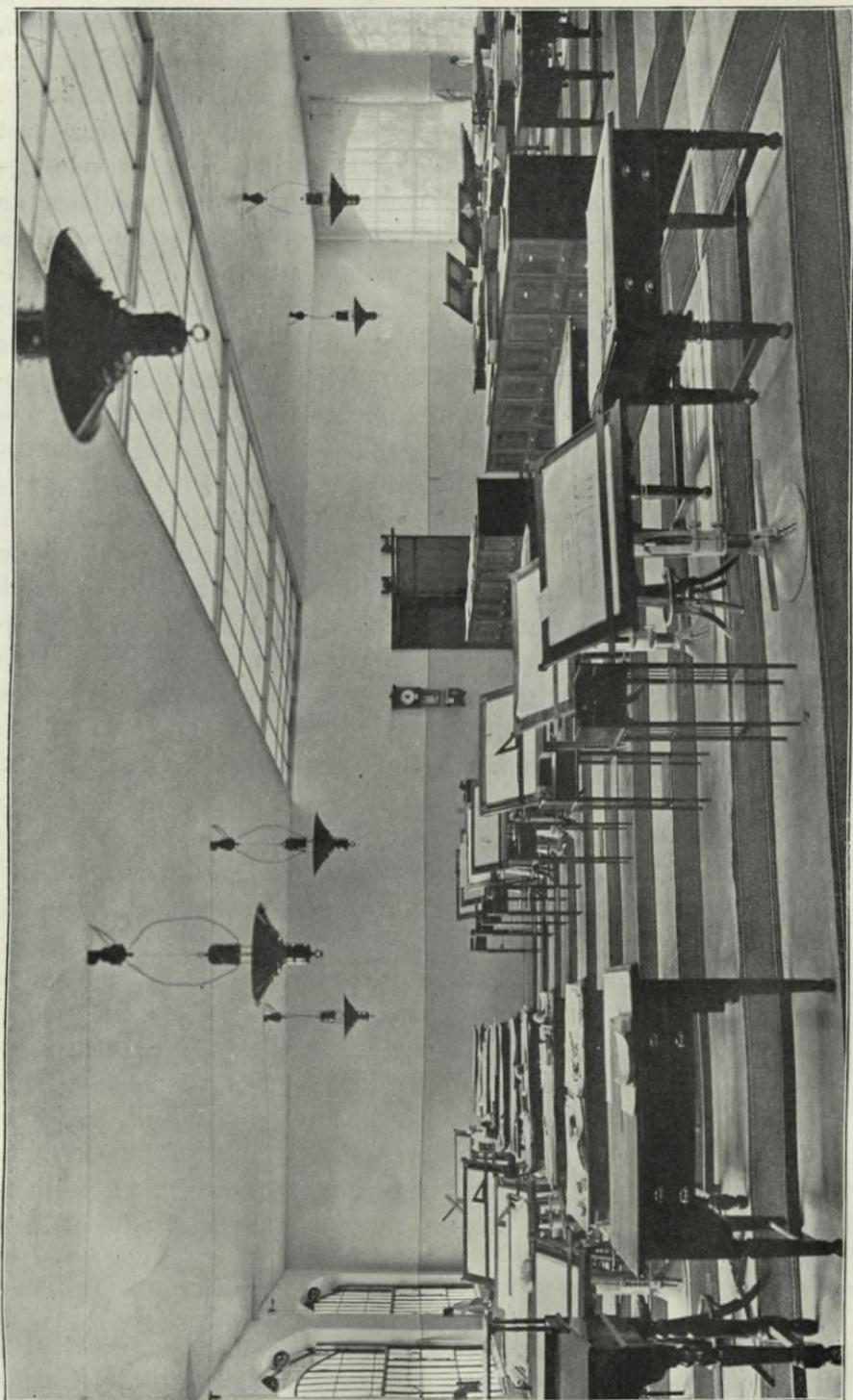


Fig. 334. Deutsche Niles-Werke.

Räume gesund, mit reichlicher Beleuchtung sowie vernünftiger Heizung und Lüftung auszurüsten. Man ordne nicht zu viel Einzelzimmer an, sondern bringe die kaufmännischen und technischen Beamten in grösseren Sälen (Fig. 333) mit sauberen Wascheinrichtungen und Garderoben unter¹⁾. Zu Konferenzen kann man besondere Räume vorsehen (Konferenz- und Empfangszimmer). Zweckmässig ist es z. B. zwei sich ergänzende Beamte, z. B. den Drehstromtheoretiker und den Drehstromkonstrukteur an zwei zusammenstossende Schreibtische²⁾ zu setzen. Die Schreibmaschinen sollte man in gesonderten Räumen unterbringen. Bei einem dreistöckigen Gebäude kann man im Untergeschoss vorsehen: Die Einkaufs-, literarische und Versandabteilung sowie die Materialverwaltung und die Schreibbureaus und das Postbureau; im zweiten Stock das Projekten-, Werkstätten- und Ingenieurbureau sowie die kaufmännische Abteilung, darüber die Konstrukteure, das Lohn- und Kalkulationsbureau und den Zeichensaal. In einem Ueberbau mag die Blaupauserei und der Photograph untergebracht werden. Die Einrichtung des Konstruktionsaals der Deutschen Nileswerke zeigt die Fig. 334, auf der auch die Kontrolluhr für die Zeichner ersichtlich ist. Eine Wanduhr empfiehlt sich in allen grösseren Räumen, auch in den Werkstätten. Im Zeichensaal sind Papierrollen für Konzeptzeichenpapier, für Pausleinen und für

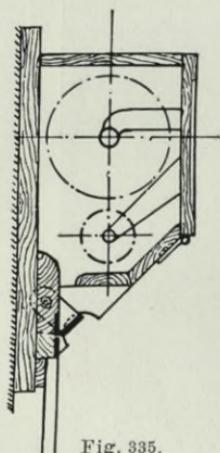


Fig. 335.

durchsichtiges, direkt pausbares Zeichenpapier mit Abschneidevorrichtung aufzuhängen (Fig. 335). An Zeichenmaterialien (Dreiecken, Reisszeug, Tusche) sollte man nie sparen; das Beste ist häufig auf die Dauer das Billigste. Ausser den schrägen oder vertikalen bzw. den leicht verstellbaren Zeichentischen³⁾ mit Schubladen und Fächern für Zeichnungen sollen für die Ressortassistenten noch Schreibtische und Auslegetische zur Revision vorhanden sein. Häufig ordnet man zwischen zwei Reissbrettern je einen Auslegetisch an. Die Beleuchtung des Zeichensaals muss bei Tag (Fenster hoch gegen die Decke gelegen) und bei Nacht einwandfrei sein; vielfach wird Bogenlicht, meist mit Deckenreflektoren verwendet, was aber ein ganz

schattenloses Licht gibt, das nicht immer angenehm ist. Reichliches Glühlicht für jedes einzelne Brett (Fig. 42) hat jedenfalls manches für sich.

¹⁾ Die gesamte Fussbodenfläche des sechsstockigen Verwaltungsgebäudes der British Westinghouse Co. beträgt 7000 qm.

²⁾ Für viele Zwecke empfehlen sich die bequemen Rolladentische; bezüglich Bureaueinrichtungen kann auf die Kataloge von Sonneck u. a. verwiesen werden.

³⁾ Universalzeichenmaschine siehe Am. Mach. Vol. 25, S. 689.

Die Wände von Zeichenräumen in oder nahe bei den Werkstätten sind zur Dämpfung der Erschütterungen mit Korkplatten zu belegen.

In der Zeichenregistratur stehen hohe Schränke mit zahlreichen Schubladen (Fig. 336 nach Am. Mach. 1903, S. 1050), in welche die Zeichnungen und Pausen mit den aufeinanderfolgenden Nummern in der rechten Ecke aufeinandergelegt werden¹⁾. Auf den Stirnseiten der

		1-25		375-400	
		25-50		400-425	
		50-75		425-450	
		75-100		450-475	
		100-125		475-500	
		125-150		500-525	
		150-175		525-550	
		175-200		550-575	
		200-225		575-600	
		225-250		600-625	
		250-275		625-650	
$> 1\frac{1}{2}''$		275-300		650-675	
		300-325		675-700	
		325-350		700-725	
		350-375		725-750	

$> 1\frac{1}{2}''$		1-25	
		25-50	
		50-75	
		75-100	
		100-125	

Fig. 336.

Schubladen stehen die betreffenden Zeichnungsnummern. Die Originale werden öfters in (Pappe-)Rollen, auf deren Deckel die Nummern stehen, auf Eisenständern horizontal liegend aufgestapelt.

¹⁾ Man beachte auch Dehnes Zeichnungsordner in Schrankform (R. Reiss, Liebenwerda), ein Kasten mit vertikal stehenden Registriermappen, aus denen jede Zeichnung leicht herauszuziehen ist.

Zum Pausen verwendet man sowohl Weiss- als Blaupauspapier, die Blaupausen sind in der Regel schärfer, aber zu Korrekturen ist weisse Tinte (oxalsaures Kali) erforderlich. Die Pausvorrichtung ist entweder ein ebener fahrbarer Rahmen, häufig mit Anpressung durch Luftdruck

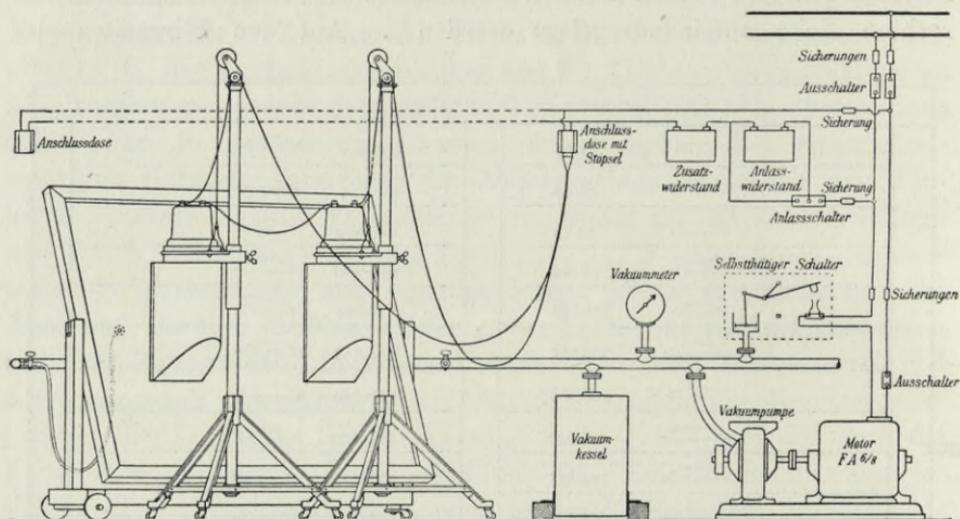


Fig. 337. Siemens & Halske.

(Fig. 337, Lichtpausanstalt¹⁾ der Firma Siemens & Halske, A.-G.) oder neuerdings vielfach ein aufrechter oder liegender Zylinderrahmen²⁾ aus Glas oder anderem transparentem Material (Fig. 338), in dessen

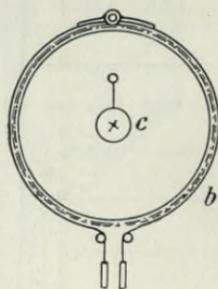


Fig. 338.

Innerem Bogenlampen *c* zur Belichtung angebracht sind. Ueberhaupt verdrängt diese künstliche Beleuchtung das Sonnenlicht immer mehr, da man damit unabhängig von der Witterung ist, was bei einem täglichen Bedarf von Hunderten von Blaupausen erwünscht ist. Das Trocknen der Pausen geschieht entweder durch Aufhängen oder auf einer Trockenmaschine, die ähnlich wie eine Papiermaschine aus einem Trockenfilzband mit darunterliegenden Heizwalzen besteht. Auch Pauswalzen, zwischen denen die nasse Pause ausgepresst wird, beschleunigen das Trocknen.

Der Transport der Pausen und Originale kann durch eine kleine Drahtseilbahn, die entsprechend grosse Lederrollen nach allen in Frage kommenden Bureaus führt, geschehen.

¹⁾ Der Apparat fertigt 26 qm Pausen in 10 Stunden bei zwei Lampen von 25 Amp. und einem Rahmen von 2000 × 1000 mm.

²⁾ Z. B. von Alfred Bertsch, Gaudenhofen (Elsass). In der Z. V. D. I. 1904, S. 683 sind verschiedene neue Lichtpausverfahren beschrieben. Die General Electric Co. benützt Parabolschirme für die Bogenlampen, um parallele Lichtstrahlen zu erzielen.

Die Blaupausen für die Werkstätten werden auf Karton oder auf Blech aufgezogen und dann lackiert.

Alle Aktenstücke, die neuerdings nicht mehr erst durchlocht und in Briefordner eingeklemmt, sondern in Schachteln mit Springschlössern (transfer cases) hintereinander eingelegt werden, ebenso wie alle Hauptbücher, Zeichnungen und andere wertvolle Dokumente werden in feuersichere Gewölbe eingeschlossen. — Hat das Verwaltungsgebäude mehrere Etagen, so stellt man einen Personenaufzug auf.

Die Anlage einer guten elektrotechnischen Bibliothek, die neben allen einschlägigen neueren Werken namentlich die elektrotechnischen und verwandten Journale des In- und Auslands enthalten soll, macht sich sicher stets bezahlt. An Zeitschriften erwähne ich ausser der Elektrotechnischen Zeitschrift Berlin, der Zeitschrift für Elektrotechnik Wien, der Eclairage Electrique, dem Electrician (London), Electrical World (Newyork) und Street Ry Journal namentlich auch Transactions Am. Inst. El. Eng., Electrical Magazine, Traction und Transmission, American Machinist and Engineering Magazine. Zum raschen Nachschlagen empfiehlt es sich, einen Katalog, am besten nach dem später zu erwähnenden Kartensystem, anzulegen. Darin sind unter bekannten Schlagwörtern alle zusammengehörigen wichtigen Aufsätze unter genauem Hinweis auf die betreffende Zeitschrift aufzuführen. Auch die übersichtliche gruppenweise Ordnung von Katalogen der Lieferanten und Konkurrenten ist anzuraten.

Mit Rücksicht auf die Anlage des Konstruktionssaals bemerke ich noch, dass pro Zeichner etwa 10 qm Bodenfläche vorzusehen sind.

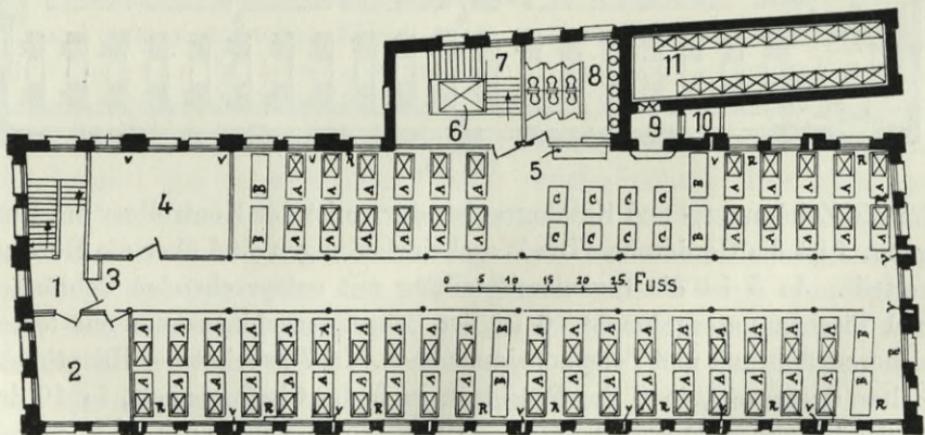


Fig. 339. Wellman Seaver Co.

Fig. 339 gibt den Grundriss des neuen Zeichensaals¹⁾ der Wellman Seaver Co. A sind die Tische der Zeichner, B die der Ressortassistenten (Ingenieure), C die der Pausen, V sind Ventilatoren und R Heizkörper. 1 ist das Treppenhaus für Zeichner, 2 das Bureau des Chefs des Zeichensaals²⁾, 3 der Laufjungentisch, 4 die Orderabteilung, 5 der

¹⁾ Siehe American Machinist 1903, S. 1082.

²⁾ Der Zeichenchef sitzt am besten in einem verglasten Raum.

Schrank für das Zeichnungskartenregister, 6 ein Aufzug, 7 ein allgemeines Stiegenhaus, 8 die Garderobe und Wascheinrichtung¹⁾, 9 die Zeichnungsausgabe, 10 ein Dach, 11 das feuersichere Zeichnungsgewölbe für 100 000 Zeichnungen. Einen anderen Zeichensaal derselben Gesellschaft zeigt die Anordnung in Fig. 340: 1 ist der Korridor, 2 sind Aufzüge, 3 ist das Treppenhaus, 4 der Zeichensaal mit 33 m Länge und 7,3 m Breite, woraus sich die Masse der anderen Zimmer ableiten lassen. aa sind Auslegetische, das Schraffierte Zeichentische, 3 bis 4 Doppel-tische kann man immer zusammenfassen, z. B. für Gleichstrom, dann Drehstrom, Transformatoren etc., b sind die Tische der Pauser, in c werden die Zeichnungen aufbewahrt, in d stehen Schränke und Tische

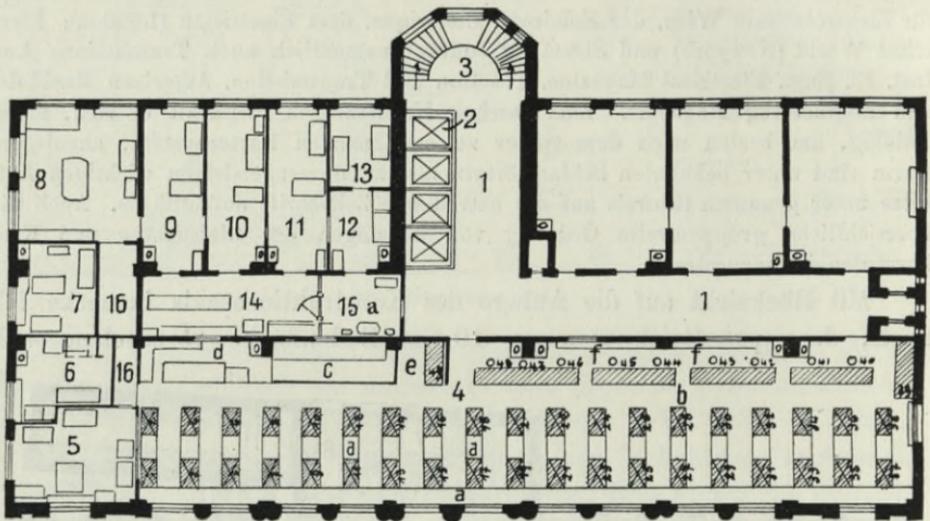


Fig. 340.

für die Zeichnungs- und Katalogregistratur, e ist der Kontrollleur am Eingang, f ist die Garderobe. Die Wascheinrichtungen sind über die Bureaus verteilt. In 5 ist die Ingenieurabteilung mit entsprechenden Schränken und Tischen untergebracht, 6 ist der Schreibmaschinenraum mit feuersicherem Schrank und Telephonzimmerchen. In 7 arbeitet der Hauptbuchhalter (treasurer), in 8 der Präsident, in 9 der Chefingenieur, in 10 der Vizepräsident, in 11 der Sekretär, in 12 die Einkaufsabteilung, 13 ist privat, 14 ein allgemeines Bureau, 15a das Wartezimmer, 16 sind offenbar Konferenzräume. In allen Zimmern sind die verschiedenen Tische und Schränke ersichtlich.

34. Einkaufsabteilung und Materiallager.

Die Einkaufsabteilung kauft Rohmaterialien und Halbfabrikate, soweit sie nicht auf Lager sind, an Hand einer vom Ingenieur- oder Order-

¹⁾ Für 15 Mann ein Klosett und eine Wascheinrichtung.

bureau überwiesenen Materialliste ein, auf der die Zahl der erforderlichen Stücke samt deren Bezeichnung, die Art des Materials (Guss-eisen etc.), die Zeichnungsnummer und die Modellnummer angegeben sind. Sofern es sich um bestimmte Formstücke (Guss- oder Presstücke) handelt, ist eine Zeichnung an den Lieferanten zu schicken, die die Zugabe für die Bearbeitung, die einzuziessenden Löcher etc. enthalten muss. Die Einkaufsabteilung hat den Lieferanten in Bezug auf die Qualität bestimmte Vorschriften zu machen, die vom Konstruktions- und Werkstättenbureau unter Zuziehung des Prüffeldes aufgestellt werden.

Unnötig scharfe Bedingungen sind zu vermeiden, um die Preise nicht zu sehr zu steigern; es ist aber auch nicht einseitig billig einzukaufen. Für alle beanspruchten Materialien ist die Zug- oder Biegezugfestigkeit sowie die Dehnung, für elektrisch beanspruchte Materialien die Leitfähigkeit, von magnetischen die Permeabilität und die Magnetisierungsverluste — für Dynamobleche auch die zulässige Toleranz in der Blechdicke ($\pm 10\%$) — vorzuschreiben; im letzten Falle empfiehlt es sich, eine bestimmte Messmethode zu vereinbaren. In gewissen Fällen sind auch gewisse Bedingungen an das spezifische Gewicht oder auch an die chemische Zusammensetzung zu knüpfen, wie bei Kommutator-kupfer, Roheisen, Kohle, Koks. Für diese letzten Materialien sind auch Heizwertbestimmungen erforderlich. Bei Isolationsmaterialien verlange man bestimmte Durchschlagsspannungen in trockenem und feuchtem Zustand und in manchen Fällen auch gewisse Festigkeitseigenschaften. Für Formersand ist neben der chemischen Zusammensetzung (Feuchtigkeitsgehalt) die Feinheit, die durch ein Sieb mit bestimmter Maschenweite festzustellen ist, von Wichtigkeit. Bei Oelen ist die Zähigkeit, die Reinheit etc. je nach dem Zwecke vorzuschreiben. Bei allen gewalzten, gezogenen und auch bei gegossenen Stücken lege man eine gewisse Toleranz für die Abmessung fest, bei deren Ueberschreitung die Ware zurückzuweisen ist. Alles Kupfer zum Wickeln von Spulen muss weich sein, die Gussstücke dürfen ebenfalls nicht zu hart sein, um die Bearbeitung nicht zu erschweren. Alle Warensendungen sind nach Empfang gleich von Auge — Stichproben auch mechanisch oder elektrisch — zu prüfen. Stücke mit Fehlern oder Lieferungen, die nicht den Bedingungen entsprechen, sind sofort zurückzuweisen. Namentlich auf genügend genaues Einhalten des Gewichtes ist zu achten.

Je nach dem Umfang der eigenen Werkstätten sind die einzukaufenden Materialien verschieden. Manche Spezialfirmen kaufen nicht allein alle Grauguss-, Stahlguss- und Messinggussstücke ausserhalb ein, sondern auch fertig gestanzte Dynamobleche, fertige Kommutatorsegmente, alle Isolationshülsen, Spulenkästen, Bürstenhalter, Klemmen, Schrauben und dergl., während Grossfirmen alles, sogar den umspan-

nenen Draht, selbst herstellen. Damit bleibt allerdings das Materiallager für die Dynamo- und Apparatenwerkstätten in unveränderter Weise als Rohmaterialien- und Halbfabrikatslager bestehen. Das Materiallager einer elektrotechnischen Fabrik muss etwa folgendes in Mengen, die dem Umsatz entsprechen, enthalten und zwar an Rohmaterialien: Kupferdrähte von 0,1 mm Dicke bis etwa 8 mm Dicke in Abstufungen von 0,05 mm, später von 0,1 und bei den grösseren Dicken von 0,2 bis 0,5 mm; häufig noch mit zweierlei Umspinnung, doppelt für Anker, einfach für Feldspulen; weiter Kupferstäbe an der Stange von rechteckigen, runden und ovalen Querschnitten; Kabellitze ebenfalls rechteckig und rund; Kupferbänder; Dynamokabel bis 1000 Volt und für Hochspannung; Messingstangen, Messing- und Kupferrohre, Gasrohre, gewöhnliches und gezogenes Profileisen für Keile, Wellen, Zahnradtriebe etc.; Schrauben aller Art, Nieten; Gussteile aller normalen Maschinen, Ankerkörper, Pressflanschen, Kommutatorkörper, Lagerschalen, Schmierringe, Spritzringe, Feldgehäuse, Lagerschilder, Lagerböcke, Grundplatten, Transformatorenteile, Oelgefässe hiefür; Dynamobleche in Tafeln und zum Teil gestanzt; Isolationsstoffe wie Papier, Glimmer, Leinen, Baumwolltuch, Pressspan, Segeltuch etc. als Bogen, Streifen, Isolationsbüchsen und -ringe, z. B. für Kommutatoren, und in besonderen Formen; verschiedene Lacke; Kommutatorsegmente in Stangen, unbearbeitete Lamellen und auf Form gestanzte; Bürstenhalterbolzen, Bürstenjoche und Bürstenbrillen, Schleifringe, Bürsten aus Kohle und Kupfer oder Messingewebe; Spulenkästen, Klemmen und Klemmbretter, eventuell auch fertige Anker und Feldspulen, Tragösen, Riemscheiben und Riemenspanner sowie Riemen; rohes Blei und Zink, Zinkblech, Lötzinn, Hartlot, Weissmetall; Marmorplatten und Schiefer oder Hartgummi für Schalttafeln und Anlasser; der Tischlerei wird ein besonderes Lager verschiedener Holzsorten zugeteilt, sowohl für Modelle als auch für Apparate und Maschinenteile, Spulenflanschen, Nutenkeile, Kontrollerwalzen, sowie auch für Kisten; Normalgussteile für Anlasser, Regulatoren, Schalter und Bogenlampen (meist Gelbguss), Widerstandsdrähte und -bleche, Nickel- und Gussspiralen (wohl auch ganze Widerstandselemente, Röhren und Pakete), Handräder und -griffe, Kontrollergehäuse etc.

Die von der Einkaufsabteilung besorgten Werkzeuge wie Feilen, Bohrer etc. werden am besten an das Werkzeuglager, das zum Werkzeugbau gehört, überwiesen. Ebenso gehen die Heizmaterialien und Reparaturteile für das Kraftwerk zum grössten Teil direkt nach dem Kesselhaus; die Bureauaterialien wie Schreibpapier, Schreib- und Zeichenutensilien zu einer Verteilungsstelle in den Bureaus, allerdings alles gegen Quittung und bei entsprechender Kontrolle.

Schliesslich werden allgemeine Betriebsmaterialien erforderlich:

Putzmaterialien, Schmieröle, Benzin, Ersatzteile für die Beleuchtung (Lampen).

Feuergefährliche Materialien werden besonders gelagert.

Die Ausführung einer Materialbestellung kann nach dem folgenden Schema geschehen:

Order Nr. 3130.

*) Einzureihen unter *) Preis pro Stück Mk., total Mk.

Berlin, 1. Okt. 1901.

Die Elektrizitäts-A.-G. Emerson

An das Messingwerk M. W.

Düsseldorf

Verladen Sie spätestens am 1. Nov. 01

per Fracht Eilgut

600 Stück	Messingplatten HH Nr. 22	Datum	Stückzahl der Lieferung
	1000 × 1000 × 2 mm		
und belasten Sie das Konto der Elektrizitäts-A.-G. Emerson	*) Bestätigt		
Benötigt von Wickelei	durch <u>Bank</u>	*) Liefertermin	
*) Faktura erhalten	*) Mahnbrief	(des Messingwerkes)	
*) Dieses Material	*) genügt bis <u>1. Jan. 02.</u>	*) Bestelltermin	
		*) Ankunftsstermin	
		(voraussichtlich)	

Dieser Text wird auf einen Kartenblock mit Durchschlagpapier geschrieben. Der Block enthält hintereinander vier verschiedene Karten:

- Nr. I für den Buchhalter des Wareneingangs (receiving clerk):
rote Gewebekarte,
„ II Kundenorder (mailed): weisses Papier,
„ III Memorandum (every day file): Konzeptpapier,
„ IV Registrierkarte: steif.

Die oberste rote Karte (I) geht an den Buchhalter für den Wareneingang (receiving clerk), der sie alphabetisch einordnet. Auf der zweiten weissen Karte (II), auf der die mit einem × versehenen Bemerkungen

nicht aufgedruckt sind, geht zum Fabrikpostbureau und zum Lieferanten. Auf II stehen noch folgende zwei Anmerkungen:

Um sofortige Empfangsbestätigung, sowie definitive Terminabgabe wird gebeten.

Wollen Sie die Ordernummer auf dem Versandavis eintragen.

Kommt das Messing an, so füllt der Buchhalter im Wareneingang auf I aus

	Datum	Stückzahl der Lieferung
Stempel: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; transform: rotate(-2deg);">Erhalten 6. Nov. 01 Müller, Lagerhalter.</div>	11. 6.	605 Stück
		Richtig

worauf die Karte an die Einkaufsabteilung zurückgeht. Auf Karte IV, die unter „Bestellungen“ eingereiht war, wird nun dieser „Erhalt“-Vermerk ebenfalls gemacht. In der Einkaufsabteilung sind inzwischen auch die übrigen Rubriken auf IV

	Bestätigt: <u>10. 10.</u>
Mahnbrief: <u>10. 7., 10. 26.</u>	Liefertermin: <u>Wie verlangt.</u>
	Bestelltermin: <u>30. Okt.</u>
Faktura erhalten: <u>2. Nov. 01.</u>	Ankunftstermin: <u>10. Nov.</u>

ausgefüllt. Die Memorandumkarte III war am 1. Oktober in den Tageskalender des Einkaufschefs für 7. Oktober gelegt worden. Da an diesem Tag die Bestellung noch nicht bestätigt war, wurde ein Mahnbrief abgesandt, dessen Datum: 7. Oktober auf III vermerkt wird. Karte III geht jetzt im Tageskalender nach dem 26. Oktober (Versandtag) des Tageskalenders, dann zum 6. November (Faktura) und dann einige Monate weiter für Neubestellungen. Nach dem Eintreffen der Sendung geht IV von der Schublade „Bestellungen“ nach „Erledigt“. Auf die Faktura wird die Karte I geklebt und jene bestätigt. Auf IV wird aus der Faktura vermerkt: Preis pro Stück 0,92 Mk., total 556,60 Mk. Auf IV kommt dann noch ein Stempel

Frachtauslagen.....
Telegrammauslagen.....

sowie ein Stempel



Die Karte wird nun endgültig eingereiht unter Messing, was links oben vermerkt wird.

Das Materiallager oder Magazin, das nicht weit von den Werkstätten und auch nicht weit von den Bureaus entfernt liegen darf, ist übersichtlich und geräumig zu bauen. Es sollte mindestens 5 m hoch, gut beleuchtet und geheizt sein. Die Eisenbahngleise sind in das Magazin hineinzuführen, überdies sehe man Laufkrane und Laufkatzen vor. Ein ganz guter Plan ist es, das Materiallager mitten in die grosse Maschinenhalle zu stellen und ringsherum den einzelnen Werkstätten entsprechende Materialausgaben anzuordnen. Die Arbeiter sollten ihre Materialien möglichst nur durch Materialschalter nach Abgabe einer Quittung bekommen, so dass sie das Magazin nicht zu betreten brauchen.

Für das Kleinzeug wie Schrauben, Lamellen, Drähte sind eine Reihe Ständer mit Fächern sowie Schränke vorzusehen, in welche die einzelnen Waren hineingeordnet werden. An jedem Fach ist ein Zettel anzuheften, der die Warenbezeichnung, den Zugang (Zahl, Gewicht und Datum), den Abgang (wie oben) und den Bestand enthält. Gleichartige Sachen vereinige man zu Gruppen. Materialstangen werden in besonderen Gestellen stehend aufbewahrt, in der Nähe stehen Abstechmaschinen, um den Werkstätten das Material in der gewünschten Länge zu verabfolgen, ferner Blehscheren und Zentriermaschinen. Zahnradtriebblinge werden auf der Kreissäge (Kaltsäge) von der Stange geschnitten, Gussstücke teilt man in der Regel auf einer hin und her gehenden Exzentrersäge in Segmente (Fig. 79). Zur leichteren Uebersicht fertigt man sich Tafeln an, auf denen alle Kleinstücke wie Schrauben, Räder, eventuell auch alle Materialquerschnitte aufgeklemmt werden. Die Tafeln lassen sich als Flügeldrehbrett zusammenstellen, wie das in Ausstellungen üblich ist¹⁾. Grosse Gussstücke lagert man im Fabrikhof (Fig. 341) unter einem fahrbaren Kran.

In grossen Fabriken gibt man jeder Abteilung sein eigenes Lager an Rohmaterialien sowie fertigen Gegenständen, ebenso wie eine besondere Werkzeugausgabe, z. B. die Stanzerei soll ihr Blechlager, die Wickelei ihr Kupfer- und Isolationslager haben, das Kesselhaus sein Kohlenlager etc.

¹⁾ Eine solche Einrichtung ist auch für das Konstruktionsbureau vorteilhaft.

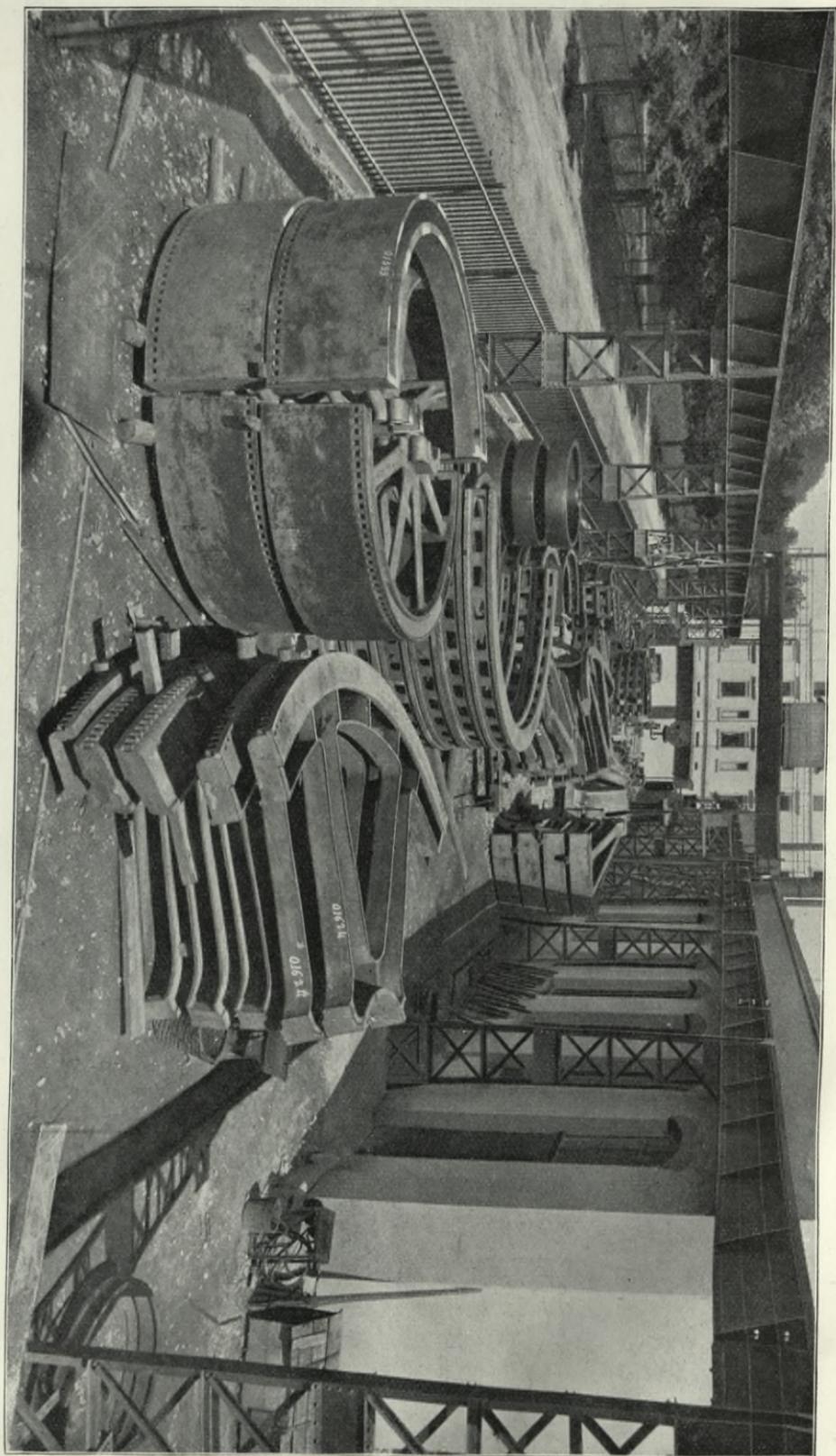


Fig. 341. BROWN, BOYER & Co.

Es ist Aufgabe des Lagerverwalters, das Lager immer rechtzeitig zu ergänzen, es aber auch vor unnötiger Ueberfüllung zu bewahren. Wesentliche Eigenschaften des Lagerverwalters sind Pünktlichkeit, Sparsamkeit und technisches Verständnis.

Der Materialverwalter hat über seine Arbeiten genau Buch zu führen, was am besten (wie in Abschnitt IV angegeben) in Form von Kartensystemen geschieht, wobei von allen abgehenden Schriftstücken Durchschläge hergestellt werden. Der Materialverwalter muss ein fortwährend zu ergänzendes Verzeichnis von allen Materialpreisen und Lieferanten haben, an deren Hand direkt Aufträge gegeben werden können. Meist wird man allerdings vor der Auftragserteilung Anfragen nach Preis und Lieferzeit ergehen lassen. Da die Materialbestellungen eine der wichtigsten Geschäftstransaktionen sind, sollten sie nur von einer verantwortlichen Stelle aus, eventuell von der Direktion, gezeichnet werden dürfen. Die Bestellungen werden auf einem Formular, etwa in nachstehender Weise registriert.

Monat 19.....

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bestell-Nr.	Order-Nr.	Datum	Stück	Gegenstand	Lieferant	Bestellt am	Liefertermin	Geliefert am	Eingangsbuch Fol.

Zweckmässig gibt man den verschiedenen Formularen für die Bestellungen, Anfragen, Reklamationen, Gutschrift, verschiedene Farben. Alle Bestellungen und darauf bezüglichen Korrespondenzen müssen präzise gefasst sein, die Bestellnummer, Liefertermine, genaue Bezeichnung und eventuell Skizzen enthalten. Man verlange, dass allen Sendungen ein Lieferschein und möglichst gleich auch die Rechnung beizufügen ist. Die Bestellungen werden nicht allein in ihrer natürlichen Reihenfolge, sondern auch nach dem Liefertermin registriert; jeden Tag ist dieser Terminkalender durchzusehen und alle eingetragenen Termine sind zu monieren. Da die Frachten häufig monatlich abgerechnet werden, so sind an der Hand der einlaufenden Frachtbriefe nach entsprechender Kontrolle die Frachten z. B. in einem Frachtenbuch zusammenzustellen. Alle eingehenden Waren sind mit den nötigen Vermerken besonders zu

registrieren oder es ist auf den Bestellkarten der Vermerk „Eingegangen“ mit Datum etc. zu machen. Eingehende Rechnungen sind an Hand dieser Registrierungen stets zunächst auf richtigen Eingang der Ware zu kontrollieren. Es empfiehlt sich auf alle Rechnungen gleich nach Ankunft einen Stempel folgenden Inhalts zu drücken:

Eingegangen am 1. 10. 04.
 Lieferzettel verglichen N. N., 2. 10. 04.
 Nachgerechnet X. Y., 7. 10. 04.
 Gegen die Zahlung ist nichts einzuwenden Direktor
 Mem. Fol.

Die einzelnen Rubriken sind von den verantwortlichen Beamten zu zeichnen. Auf den Rechnungen füge man auch die Fracht-, Zoll- und Anfuhrspesen zu. Die eingegangenen Waren gehen entweder direkt in die Werkstätten oder ans Versandlager oder aber ins Magazin. Alles ist im Eingangsbuch (oder Register) zu vermerken; die Materialabgabe erfolgt nur gegen Karte vom Werkstättenbureau, deren Inhalt mit einer ans Magazin gelangten Materialaufstellung übereinstimmen muss. Auch das Versandlager erhält Waren nur gegen Quittung. Alle auf Lager gelegten Waren werden in die Lagerliste (Buch oder besser Karten) eingetragen:

19

Gegenstand: Gewicht pro kg
 Preis „ Mk.

Zugang			Abgang			Zugang			Abgang		
Datum	Lieferant	Anzahl	Datum	Order-Nr.	Anzahl	Datum	Lieferant	Anzahl	Datum	Order-Nr.	Anzahl

Diese Lagerliste wird nach Gruppen geordnet (Kupfer, Drähte, Schrauben, Grauguss).

Dem Magazinverwalter liegt in der Regel auch die Aufstellung des Inventarienzverzeichnisses ob, worin der ganze Besitzstand in den Magazinen, Werkstätten und Bureaus verzeichnet wird. Jedes Jahr wird für die Jahresbilanz eine Inventur veranstaltet, wobei zunächst alles Mobiliar, alles Werkzeug, also die gesamte Ausrüstung samt den Gebäuden aufgenommen wird, dann alle Rohmaterialien, alle fertigen Waren sowie die in Arbeit befindlichen Maschinen in dem Zustand, in dem sie eben sind, alles mit entsprechender Bewertung. Sowohl für das Inventar als für die gesamte Buchführung teilt man alle Materialien und Arbeiten in eine Reihe Konten: Gebäudekonto, Maschinen und Werkzeuge, Fabrikation, Transportmittel etc.

35. Das Versandlager.

Das Versandlager (Fertigmagazin) erhält von jeder Bestellung gleich nach Einlauf derselben einen Abklatsch, so dass es in der Lage ist die Vorbereitungen für Verpackung und Verfrachtung zu treffen und gegebenenfalls die Werkstatt monieren kann. Beim Nichteinhalten des Termins, was sich in der Regel schon einige Zeit vor Ablauf übersehen lässt, ist so zeitig als möglich der Kunde zu verständigen. Es ist ratsam, allen versandten Waren eine Anweisung, ein Schaltungschema und möglichst auch einen kurzen Versuchsbericht mitzugeben. Nach Uebernahme und Verpackung der Ware schickt das Versandlager eine Versandanzeige an den Besteller, um demselben den Versand anzuzeigen. In der Regel wird zuvor das Montagebureau verständigt. Alle ausgehenden Waren sind in einer Ausgangsliste (Buch oder Karten) zu registrieren mit allen Angaben (Datum, Gegenstand, Ordernummern etc.). Ferner ist die Buchhalterei von der Ablieferung genau zu informieren. Fertige Lagermaschinen und -apparate sind in einer Lagerliste mit „Zugang“ und „Abgang“ zusammenzustellen. Alte Maschinen vereinige man zu einer besonderen Liste, die man z. B. bei billigen Offerten benützen mag.

Im oder beim Versandlager wird an Zubehör erforderlich: eine Kreissäge, eine Kistennagelmaschine¹⁾, verschiedene Brückenwagen, kleine Schalen- und Brückenwagen, eine Waggonwage für Normalspur und Schmalspur, erstere kann auch als Fuhrwerkswage dienen.

Die im Versandlager aufgestapelten Fertigwaren sind ähnlich wie in der Einkaufsabteilung sorgfältig zu ordnen, zu numerieren und mit einem Inhaltschild zu versehen. Ein Kartenkatalog muss leicht über

¹⁾ In Amerika viel verwendet: Die Kistenbretter werden rechtwinklig zueinander unter die Maschine gestellt, welcher automatisch die Nägel richtig zugeführt werden und welche auch die Nägel einklopft.

den ganzen Bestand Auskunft geben, so dass man Anfragen rasch erledigen und entsprechend früheren Erfahrungen das Lager ergänzen kann.

36. Beispiele für die Fabrikation elektrischer Maschinen.

a) Fabrikation eines zweipoligen Gleichstrommotors für etwa $\frac{1}{2}$ PS 1500 Touren mit gestanztem Feld siehe z. B. Niethammer, Moderne Gesichtspunkte Fig. 79 u. 80. Nach Fertigstellung der Zeichnungen sind zuerst die Modelle, Schnitte und Lehren in Arbeit zu nehmen. An Hilfsvorrichtungen sind anzufertigen: Modelle für die Ankerflansche, für die Kommutatorbüchse und den Pressring dazu, für die beiden Lagerschilder (2) und die Schmierlochdeckel, Lagerschalen, letztere für Gelbguss, ausserdem Modelle für Endflansche der Pol- und Jochbleche (Tempergussmodelle), sowie für die Bürstenhalter. Da solch kleine Typen dem Dutzend oder Hundert nach hergestellt werden müssen, sind die Modelle mit doppelter Schwindung zur Erzeugung von Metallmodellen vorzusehen. Kernkästen sollten auch für die Lagerschilder nicht nötig sein, höchstens ein runder Kern für das Lager.

Für die Ankerbleche ist ein Komplettschnitt anzufertigen, der Innen- und Aussendurchmesser, sowie die halbgeschlossenen Nuten und die Keilnute stanzt, ferner ein oder mehrere Schnitte für die Feldbleche. Für die Welle empfiehlt sich eine Drehschablone. Zum genauen Bohren der vier Befestigungslöcher am Lagerschild ist eine flache Bohrlehre mit einem Zentrierungszyylinder in der Lagerbohrung erforderlich. Die Feldspulen brauchen eine geteilte Holzwickelform und zweckmässig eine kleine Pressform, auf der man sie etwas kreisförmig biegen kann (Fig. 269). Die Herstellung der Glimmerpressringe des Kommutators geschieht auf einer zweiteiligen Pressform aus Eisen. Auch zur Fabrikation der Isolationsteile für Bürstenhalter und Klemmen sind Pressformen nötig. Presst man die Bürstenhalter aus gezogenem Material, so sind dafür entsprechende Stempel und Matrizen anzufertigen.

Die Welle wird im Magazin von der vollen Stange abgestochen und gleich zentriert, um auf der Spitzendrehbank abgeschruppt und am besten nach Schablone automatisch fertig gedreht zu werden oder, was sich besonders für die Zapfen empfiehlt, fertig geschliffen. In V-förmige Klötze gespannt, werden die Nuten für die drei Federn (Anker, Kommutator und Riemscheibe) eingefräst und eventuell beiderseits durch ein rundes Bohrloch abgeschlossen. Die Federn selbst entnimmt man von genau gezogenen Stangen und fräst sie zurecht. Alle Schrauben, Muttern und Bolzen sind möglichst auf Revolverbänken oder ganz automatischen Maschinen herzustellen. Die beiden Ankerflanschen werden auf der Plandrehbank oder einem kleinen Drehwerk ausgebohrt und abgedreht, eine eventuell erforderliche Keilnut wird auf der Stossmaschine oder der Keilnutziehmaschine eingestossen. Inzwischen sind die Ankerbleche gestanzt, durch eine Gratwalze und zur Hälfte durch eine Lackierwalze gelaufen, beiderseits lackiert und wieder getrocknet. Nun stellt man die Welle mit einem gegen den Wellenbund geschobenen Flansch auf einem Holzbock vertikal auf, um die Bleche, abwechselnd lackiert und nicht lackiert, durch die eingelegte Feder geführt, einzeln über die Welle zu schieben. Ist die erforderliche Anzahl Bleche auf gebeugt, so legt man den zweiten Flansch auf und geht unter eine kräftige Hand- oder hydraulische Presse, um das Blechpaket solid festzupressen und gleichzeitig eine Pressmutter anzuziehen oder den Sprengring oder den Bajonettverschluss einzulegen. Nachher richtet man die Nuten etwas aus, man bricht namentlich die Ecken, eventuell wird auch ein Dorn durch die Nuten getrieben.

Die Kommutatorsegmente stanzt man aus einer entsprechend konisch gezogenen Stange heraus und reiht sie in einem passenden geschlossenen Ring mit ebenfalls aus Scheiben ausgestanzten Glimmersegmenten aneinander, nachdem man vorher die Lamellen auf richtige Dicke geprüft hat. Auf der hydraulischen Presse wird nun ein scharf passender, etwas konisch anlaufender Stahlring übergepresst und in diesem Zustand der Kommutator auf der Plandrehbank ausgedreht. Darauf werden die Isolationsringe, die unter Schraubendruck und bei Dampfheizung aus Ringsektoren gepresst wurden, ferner der Kommutatorkörper und der Pressflansch eingelegt und das Ganze kräftig angezogen. Darauf erhitzt man den Kommutator auf einem Eisenstuhl mittels Gasflammen, um alle Feuchtigkeit im Glimmer auszutreiben. Man zieht während dieses Heizprozesses öfters die Schrauben nach. Hat man noch auf einer Fräsmaschine mit drehbarem Dorn Einlötschlitze eingefräst und dieselben in einem Zinnbad zusammen verzinnt, so zieht man den Kommutator mit einer Schraubenpresse (Fig. 124) oder einer hydraulischen Presse auf die Ankerwelle. Damit lässt sich der Ankerkörper der Wickelerei übergeben, wo auf einem Wickelgestell mit vertikaler Drehachse und Rollenlagern für die Welle zunächst die Flanschen gut mit Isolation (Oelleinen, Oelpapier etc.) beklebt werden und die Nuten mit einer U-förmigen Pressspanrinne ausgelegt werden, die etwas über den Ankerkörper vorsteht. Der Ankerdraht wird von Hand von einem aufgehängten Haspel weg in die Nuten des allseitig leicht drehbaren Ankers eingewickelt. Für Massenfabrikation dürfte sich die Wickelmaschine Fig. 232 empfehlen. Zwischen die Stirnverbindungen der einzelnen Spulen legt man Lagen aus Oelleinen oder dünnem Pressspan. Die Nuten werden durch einige Streifen Pressspan o. a. und Holzkeile, die in der Tischlerei angefertigt wurden, abgeschlossen. Die Enden der Spulen sind sorgfältig zu ordnen und zweckmässig mit einem geklöppelten Strumpf zu überziehen, bevor sie mit dem Gaslötkolben in die Segmente eingelötet werden. Die über die Schlitze vorstehenden Drahtenden sind sauber abzuwickeln. Bevor der Anker dem Wickler abgenommen wird, ist er in der Prüfkammer mit Hochspannung zu prüfen. Hat man noch die Endverbindungen und den ganzen Eisenkörper mit einigen Lackanstrichen versehen, so wird der Anker längere Zeit im Vakuumofen getrocknet, worauf der Kommutator überdreht wird.

Die Feldbleche, die nicht zu isolieren sind, baut man über einem Tempergussflansch, in den die langen Nietstifte eingienietet sind, auf und presst sie auf der hydraulischen Presse zusammen, wo das Paket auch vernietet wird. Der Feldkörper wird natürlich weder ausgedreht noch sonstwie bearbeitet, ebensowenig wie der Ankerblechkörper. Die Lagerschilder bohrt man auf dem Drehwerk aus und dreht die Sitzflächen ab, wozu sich ein geeigneter Aufspanner empfiehlt. Die Füsse am Lagerschild sind eben zu fräsen entsprechend der auf der Richtplatte anzureissenden Achshöhe oder nach einer Fräsllehre.

Die Lagerschalen werden auf einer Revolverbank auf passenden Dornen und in entsprechenden Büchsen abgedreht und ausgebohrt und dann in die Lagerbohrung eingetrieben, wobei gleichzeitig der aus gezogenem Messing gebogene und verlötete Spritzring eingelegt wird. Die vier Befestigungslöcher des Lagerschildes werden mit Hilfe der erwähnten zentrierten Bohrlehre gebohrt. Ausserdem sind noch am Lagerschild und am Schmierlochdeckel kleine Löcher anzukörnen und zu bohren.

Die Feldspulen werden auf der Wickelplanbank auf einer geteilten Holzform ohne Spulenkasten gewickelt. Anfang und Ende sind gut zu verschnüren und mit einer gut umwickelten Anschlussklemme zu verlöten. Nach dem Herausnehmen aus der Form taucht man die Spulen mehrmals in ein geeignetes Lackbad und trocknet sie im Ofen, wodurch sie hart und widerstandsfähig werden. Zum Schluss kann

man sie noch etwas gewölbt pressen und zum mechanischen Schutz mit einer nicht allzusehr vermummenden Bandage umwickeln (Schnur). Inzwischen sind auch die Bürstenhalter und Klemmen in der Apparatenabteilung fertig bearbeitet und die Kohlenbürsten eingepasst, so dass die Halter und Klemmen in das Kommutatorlagerschild eingesetzt werden können. Nun ist alles zur Montage beisammen; die Feldspulen werden in das Gehäuse eingelegt, durch Spulenhalter aus Winkeleisen, die an die Endflansche angeschraubt werden, festgehalten und solid miteinander verbunden. An die ins Gehäuse eingezogenen vorstehenden vier Bolzen schraubt man zuerst das hintere Lagerschild, das andere schiebt man auf die Welle und schiebt den Anker samt Lagerschild auf. Dabei werden allerdings in der Regel noch verschiedene Justierschlosserarbeiten notwendig. Die Bürstenbolzen sind zugleich als Klemmen ausgebildet. Die Enddrähte der Feldwicklung sind noch sauber unter die Klemmen zu pressen und eine Nebenschlussklemme passend mit einer Ankerklemme zu verbinden.

Ist der Motor mechanisch gehörig revidiert (Wellenspiel, Luftspalt etc.), so kommt er ins Prüffeld, wo er, nachdem die Lager gut ausgespült und mit Oel versehen sind, nach früher Gesagtem elektrisch und mechanisch untersucht wird. Schliesslich wird noch das Firmen- und Leistungsschild, in das gemäss der Prüfung die entsprechenden Daten eingeschlagen oder graviert werden, auf das Gehäuse geschraubt und die ganze Maschine gespachtelt und lackiert, worauf sie entweder nach dem Verkaufslager geht oder verpackt wird.

Die Bearbeitung des Zubehörs bietet nichts Besonderes, die Riemenscheibe wird auf der Planbank abgedreht und ausgebohrt und auf der Nutenziehmaschine mit der Keilnut versehen. Den Riemen Spanner fräst oder hobelt man beiderseits ab, die verschiedenen Bolzenlöcher desselben werden angezeichnet oder nach einer Bohrlehre gebohrt.

b) Fabrikation eines grossen Drehstromgenerators mit Aussenlager sowie Welle mit angeschmiedetem Flansch (Innenpoltype, Rad und Gehäuse mehrteilig). Hilfsvorrichtungen: Das Gehäuse soll nach Modellen, die nur $\frac{1}{4}$ des Umfangs ausmachen, gegossen werden; die Füsse sind am Modell abschraubbar; für den Kastenquerschnitt des Gehäuses, für die Füsse und eine Reihe Ansätze für die Ventilation sind Kernkästen anzufertigen. Ein weiteres Modell ist für die losen Pressflansch- und die (Abdeck-) Haubensegmente erforderlich, ferner für die Grundplatte unter den Generatorfüssen, für den Lagerbock (auch Kernkästen), für den Lagerdeckel, die Lagerschale, für die Schleifringe und die Bürstenhalter, für die Pole aus Stahlguss mit eingegossenen geblätternen Polschuhen, wobei das Blechpaket wie ein Kern in die Form eingelegt wird. Das Magnetrad wird schabloniert, so dass eine Schablone für den Kranz, sowie eine Reihe Kernkästen für Arme und Nabe nötig werden. Für die Ankerbleche benötigt man einen Segment- und einen Einzelnutschnitt, weiter kommt ein Polschuhschnitt in Frage. Die Ankerwicklung, die in offenen Nuten liegen soll und aus geraden und gebogenen Spulen besteht, benötigt zwei Wickelformen aus Holz, die Hochkantfeldwicklung besondere Wickeldorne für die Wickelmaschine Fig. 275. Die Bearbeitung ist kurz folgende: Welle unter dem Dampfhammer ausschmieden, auf kräftiger Spitzbank abdrehen, Keilnuten einfräsen und bohren; Flanschbolzenlöcher auf der Vertikal- oder Horizontalbohrmaschine bohren und genau ausreiben und versenken.

Gehäuse und Magnetrad werden auf einem grossen Rost mit Hilfe von transportablen Maschinen bearbeitet. Die Gehäuse- und Radteile werden erst auf geeigneten Aufspannvorrichtungen ausgerichtet und angezeichnet, worauf zunächst die Trennfugenflächen mit der vertikalen Stossmaschine oder einer Fräsmaschine

bearbeitet werden. Gleichzeitig kann man auch die Gehäusefussflächen eben stossen. Nun bohrt man mit der Horizontalbohrmaschine die Löcher für die Verbindungsbolzen in die Trennfugen. Dann schraubt man die einzelnen Teile zum geschlossenen Ring zusammen und dreht das Gehäuse auf einem grossen Drehwerk aus, wobei es einmal umzuspannen ist. Der Feldkörper wird ebenfalls auf dem Drehwerk an den Mantel- und Seitenflächen abgedreht, gleichzeitig ist die Nabe auszubohren. Auf dem Eisenrost werden anschliessend mittels der Horizontalbohrmaschine an dem Feldrad die Löcher für die Bolzen zum Aufschrauben der Pole gebohrt und innen versenkt. In gleicher liegender Lage werden die Prisonstiftlöcher für die Polsitze gebohrt und von einer transportablen Maschine die Keilnuten in die Nabe gestossen und gegebenenfalls auch die Sitzflächen der runden Schrumpfringe am Kranz gefräst. Die Stahlpole spanne man alle zusammen je mit zwei V-förmigen Klammern auf ein grosses Drehwerk, wo sie gleich auf den richtigen Durchmesser abgedreht und ausgebohrt werden, aussen zweckmässig durch Umspannen auf einen kleineren Radius, als dem Luftspalt entspricht. Bei geblätternen Polen entfällt diese ganze Bearbeitung der Pole. Auf der Vertikalbohrmaschine werden die Löcher in den einzelnen Polen und die Prisonlöcher der Pole gebohrt und das Gewinde eingeschnitten, worauf man die Pole ohne Spulen auf das Rad aufpassen kann. Manche Firmen giessen mit Recht den Armstern für sich oder lassen ihn gar je aus einzeln gegossenen Armen bestehen. Der Kranz wird dann für sich als Ring gegossen und warm auf den Armstern aufgeschumpft oder auch mit radialem Spiel aufgekeilt.

Das ausgedrehte Gehäuse, in das man häufig noch Nuten zum Befestigen der Bleche stösst, legt man mit dem Kran horizontal auf Holzböcke, den angegossenen Pressflansch nach unten und beugt die inzwischen gestanzten Bleche Lage für Lage auf, indem man die einzelnen Lagen gegeneinander versetzt. Zur Führung der Bleche sind am Gehäuse die eben erwähnten Nuten oder Schwalbenschwänze oder auch durch das Blech gehende Bolzen vorgesehen, ausserdem steckt man meist in gleichen Abständen eine Reihe Führungsdorne durch die Nuten, um gut passende Zähne zu erzielen. Jede andere Blechlage ist lackiert, nach 40 bis 50 mm Blechhöhe werden ausgestanzte Pressspansegmente eingelegt. An den Enden und an den Ventilationskanälen legt man stärkere Bleche ein, auf die Distanz- oder Ventilationsstücke (Druckfinger) aufgenietet oder aufgelötet werden. Die Distanzstücke werden wohl auch auf einer Stanz- oder Ziehpresse in ähnlicher Form wie die normalen Bleche hergestellt, aber mit umgebogenen Blechlappen, welche die Distanz halten. Bei tiefen Zähnen ist die Anbringung von Druckfingern namentlich auch vor den Endflanschen unerlässlich, will man sich nicht der Gefahr aussetzen, dass die Zähne vibrieren, heulen und abbrechen. Ist die richtige Anzahl Bleche auf gebeugt, so lege man die losen, meist unbearbeiteten Pressringsegmente auf und ziehe die Pressschrauben vorsichtig und gleichmässig an, bis das Paket genügend fest ist, was nach Erfahrung geschätzt werden muss. Sind die Nuten noch etwas ausgerichtet und die Ecken der Nuten gebrochen, so ist das Gehäuse zum Wickeln bereit. Es empfiehlt sich zunächst, die Flansche und alle Teile in der Nähe der Endverbindungen gut mit Isolation auszukleben.

Die Ankerspulen werden auf einer mehrteiligen Wickelform, die zweckmässig um eine horizontale oder vertikale Achse drehbar angeordnet wird, hergestellt. Nach dem Herausnehmen aus der Form taucht man die Spulen, deren Form man durch umgelegte Bleiringe festhält, einigemal in Lack und trocknet sie. Je nach der Betriebsspannung erhält hierauf die Spule eine grössere oder kleinere Zahl von sich überlappenden Bandumwicklungen, eventuell auf einer Umwickelmaschine. Nach

jeder Lage wird die Spule mit Lack gestrichen und getrocknet. Es werden auch wohl Schichten Glimmer umgepresst, manchmal unter Druck und Hitze.

Sobald das Gehäuse aufgebaut ist, werden die in der Wickelerei hergestellten und auf inneren Kurzschluss geprüften Spulen in der Grossmontage in die mit U-förmigen Rinnen aus Isolationsmaterial ausgelegten Nuten der Maschine eingelegt, die langen, abgebogenen zuerst. Um das allseitige Einlegen zu ermöglichen, muss das Gehäuse auf einem grossen Eisen- oder Holzgerüste drehbar angeordnet werden oder der Laufkran verdreht es periodisch oder man legt das Gehäuse horizontal oder man kann auch die einzelnen Segmente einzeln für sich mit der Wicklung ausrüsten. Zum Schluss werden die Holzkeile zum Nutenabschluss eingetrieben und die Verbindungen zwischen den einzelnen Spulen sauber und sicher verlötet und umwickelt, worauf zweckmässig ein Lackanstrich der Stirnverbindungen folgt. Die fertige Wicklung ist mittels Hochspannung gegen Gestell und zwischen den einzelnen Phasen gegeneinander auf Isolation zu prüfen, ausserdem auf Kurzschluss innerhalb der Spulen durch einen entsprechenden verschiebbaren Transformator. Ein Trocknen der Wicklung ausser mittels Strom (Gleichstrom!) ist kaum möglich, was allerdings bei eingelegten Spulen kaum erforderlich ist. Häufig deckt man die Wicklung zur Sicherheit gegen Berührung durch aufgeschraubte, innen isoliert ausgeklebte Hauben ab. Die Löcher hierfür am Gehäuse bohrt man meist mittels kleiner transportabler Werkzeugmaschinen, ebenso wird das Gewinde geschnitten. Die Feldwicklung wird auf der Drehbank mit Spezialeinrichtung oder auf einer besonderen Maschine hochkant gewickelt, vom Grat befreit und mit Rotpapiereinlagen versehen. Auf die Pole legt man zunächst einen Pressspanzylinder, dann gegen die Pole einen Metallflansch, auf den ein Flansch aus imprägniertem Holz oder anderweitiger Isolation folgt. Hierauf schiebt man vorsichtig die Spule und schliesst wieder mit einem Isolations- oder Holzflansch ab, der eine satte Auflage auf dem Feldkörper gestatten muss und der beim Anschrauben der Pole an das Rad zu justieren ist. Manchmal werden die Hochkantspulen auf der Drehbank mit dem Pol als Dorn noch leicht überdreht, wobei der Support entsprechend der ovalen Spulenform beweglich sein muss. Weiter kann man der Spule durch einen Anstrich mit farblosem Lack ein besseres Aussehen geben. Die Polbolzen müssen straff passen und gut angezogen werden, die Muttern sind zu sichern. Für die Bearbeitung und Prüfung benützt man meist nur die Schraubenverbindung der Trennfugen, manchmal wohl auch Hilfsschrumpfringe; die definitiven zieht man erst bei der Montage an Ort und Stelle auf. Die Herstellung der Schleifringe im Kommutatorbau, sowie der Bürsten bietet nichts Besonderes. Das definitive Abdrehen auf der richtigen Welle oder gar in den eigenen Lagern ist sehr empfehlenswert. Die ebenen Flächen der Lagerböcke und der Grundplatten werden auf der Hobel- oder Fräsmaschine bearbeitet, auf der Planbank ausgebohrt und die Löcher auf der Radialbohrmaschine gebohrt. Die Bearbeitung der Weissmetallagerschalen findet sich auf S. 113. Zum Aufnehmen eines Stiftes gegen Verdrehen ist in die obere Schale eine Nut zu stossen.

Die Verbindungsleitungen von den Spulen zu den Schleifringen sind längs eines Armes solid festzulegen (Fig. 341), auch zwischen den einzelnen Spulen ist eine gute Schraubenverbindung erforderlich. Die Abführung der Hochspannungsleitungen hat entweder sehr luftig auf Isolatoren oder durch kräftige Hülsen aus bestem Isolationsmaterial in imprägnierter Holzfassung zu geschehen, wobei auch entsprechend kräftig isolierte und geprüfte Abführungskabel anzuwenden sind.

Es ist ratsam, auch grosse Maschinen auf einer Prüfzelle und in Hilfslagern über einer Prüffeldgrube aufzubauen und soweit als irgend möglich zu untersuchen.

Das Verpacken geschieht in Segmenten, die meist zuerst in Wachstuchumhüllungen gepackt werden (Fig. 330).

37. Apparatenbau.

Die Gehäuse von Anlassern¹⁾ und Regulatoren (Fig. 342) bestehen aus perforierten dünnen Gusswänden oder einem Profil-(Winkel-)eisengestell mit Abdeckung durch perforiertes Blech. Am Gehäuse werden Ansätze vorgesehen, in welche die verschiedenartig gestalteten Widerstandselemente isoliert eingebaut werden. Widerstandsdrähte

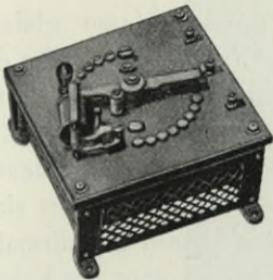


Fig. 342. Union E.-G. Berlin.

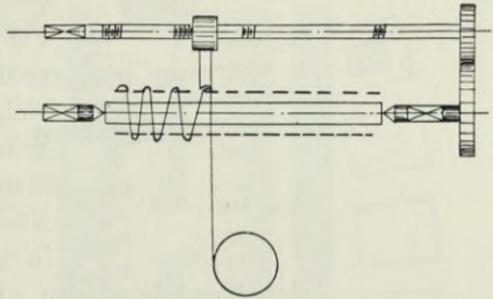


Fig. 343.

(Fig. 343) wickelt man wie Federn auf der Drehbank über einem Dorn zu Spiralen auf oder auf gerillte Porzellanzyylinder, ferner auf isolierte Blechröhren und Asbestschieferstreifen oder auf Asbeströhren, die man nachher flach quetschen kann, um ein Paket daraus zu machen. Zickzackstreifen aus Blech beugt man abwechselnd mit Glimmer oder Asbest auf, mit Lack bestrichene Gusseisenspiralen für starke Ströme werden an isolierten Bolzen aufgehängt. Für die letzten und auch in vielen anderen Fällen hat man zur Vermeidung des seitlichen Zusammenklagens Halteleisten aus Fiber zwischenzuschieben. Allgemein wichtig ist es, die Widerstandselemente, namentlich lose Spiralen, unverrückbar festzulegen und alle Einheiten unter sich und gegen Gestell sorgfältig zu isolieren, worauf alle Widerstände vor dem Verlassen der Werkstätten zu prüfen sind. Besondere Aufmerksamkeit verlangen auch die Verbindungsleitungen von den Widerstandselementen zu den Kontakten am Kontaktbrett, ferner die einwandfreie Durchbildung und Ausführung des Kontaktes zwischen Schalthebel und festen Kontaktklötzen, was allerdings sehr von der Wahl der Konstruktion abhängt. Am meisten dürften sich als Spreizfedern ausgebildete Schaltkontakte (Fig. 344) aus vielen dünnen federnden Kupferblechen oder kontrollerringerartige Kontakte (Fig. 345) empfehlen. Wünschenswert ist es auch, die der Ab-

¹⁾ Siehe auch Elektrot. Anzeiger 1903, Nr. 72, Vogelsang.

nützung unterworfenen Kontakte leicht ersetzbar zu machen. Bei allen Anlassern mit Rückschnellung ist auf die Verwendung dauernd zuverlässiger Federn zu achten. Das Bohren der meisten Apparatenteile geschieht rationellerweise mit Hilfe von Bohrlehren, das Bearbeiten ebener

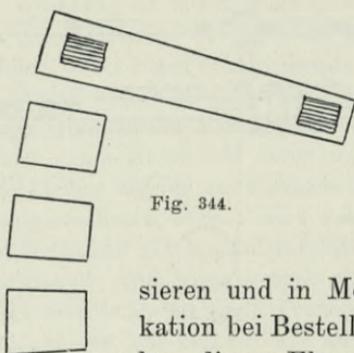
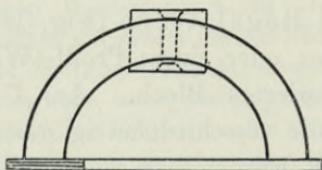


Fig. 345.

Fig. 344.

Flächen in grosser Masse gleichzeitig auf der Fräsmaschine, für die vielen kleinen Kontaktstücke und Schrauben empfehlen sich Automaten. Die Widerstandselemente, Kästen und die Kontaktplatten sind in beschränkter Anzahl zu normalisieren und in Menge zu fabrizieren, so dass die Fabrikation bei Bestellungen höchstens im raschen Zusammenbau dieser Elemente besteht.

Abschlussdeckel, Schutzdeckel für die Kontaktplatten von Widerständen sind, sofern sie nicht aus Isolationsmaterial bestehen, mit Isolation (Asbest) auszukleben, ebenso Deckel von Schaltern und ganzen Schaltkästen, auch versenkte Bolzen sind gut zu verkitten.

Der Bau von Schaltwalzen (Kontrollern) ist eine Spezialität, die nicht gerade leicht ist. Das Gehäuse ist meist ein Gussstück, das hauptsächlich Bohr- und Fräsarbeiten erheischt und mit Asphaltlack auszustreichen ist. Auf den Drehdeckel aus Eisenblech klebt man zweckmässig das Schema des Kontrollers. Der wichtigste Teil ist wohl die Walze, die äusserst verschieden ausgebildet wird. In der Regel ist als unterstes Glied eine Stahlachse vorhanden, auf die entweder imprägnierte Holzzyylinder eventuell mit Asbestbegleitung geschoben werden (meist für die Umschaltezyylinder) oder aber man setzt formgepresste einzelne Isolationsringe auf, die in bestimmten Abständen gehalten werden und in welche Rotgusssegmente geschraubt werden, die erst wieder die Kupferkontakte tragen. Andere schieben eine Serie Isolationsringe je mit einem vertieften ringförmigen Absatz und mit Keilnut auf die Achse und schrauben auf die Erhöhung dieser Ringe direkt die Schaltstreifen, auf denen die Finger schleifen. Ein anderes Verfahren besteht darin, dass man auch Isolationsringe aufschiebt, aber darüber entsprechend geformte Rotgusskörper, die durch Erwärmung der Isolationsmasse auf

Schmelztemperatur mit der Achse isoliert verbunden werden. Auf diese Rotgussstücke werden die Schaltstreifen geschraubt. Das Bohren der Löcher an den Walzen ist auf S. 125 beschrieben. Die Finger werden aus gezogenem Kupfer gestanzt und gepresst. Die Leisten zum Aufschrauben der Finger bestehen häufig aus hartem nicht glimmendem imprägniertem und mit Asphalt gestrichenem Holz (Weissbuche, Teak). Die Funkenlöschwände zwischen den Fingern müssen aus besonders

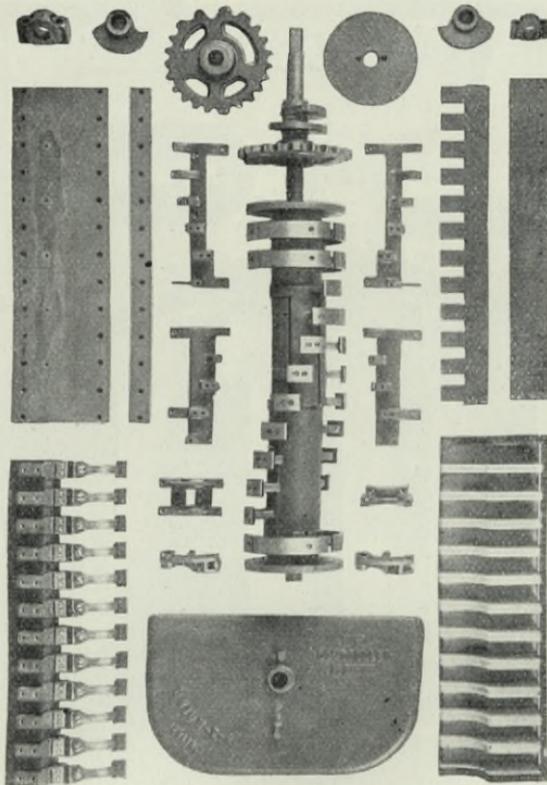


Fig. 346. Union E.-G.

widerstandsfähigem Material, das im wesentlichen Asbest enthält, bestehen. Sie müssen längere Zeit gebacken und in Lack getaucht werden. Die Löschspule muss sorgfältig isoliert sein. Neukonstruktionen von Kontrollern sowie aller wichtigen Schaltapparate sind vor ihrer Ablieferung einer rigorosen Prüfung mit Stromstärken und Spannungen, die möglichst höher als die maximal in praxi zu erwartenden seien, zu unterziehen. Für Schaltwalzen eignet sich dazu ein Doppelmotorenpaar nach Fig. 326 vorzüglich, das man durch eine Bandbremse zur Erzeugung der erforderlichen Anzugsmomente benutzen kann. Die sämtlichen Teile eines Controllers der Union E.-G. Berlin sind in Fig. 346 u. 347 ab-

gebildet. Die Fig. 348 u. 349 zeigen die Werkstätte für Kontrollerbau bei derselben Firma.

Im Kleinapparatenbau (kleine Schalter, Bogenlampen etc.) ist die möglichst ausgiebige Verwendung von gestanzten und gepressten Teilen und die Herstellung aller Schrauben, Stifte u. ä. auf Automaten von ausschlaggebender Bedeutung. Fig. 350 zeigt den Bogenlampenjustierraum der Firma Schuckert in Nürnberg.

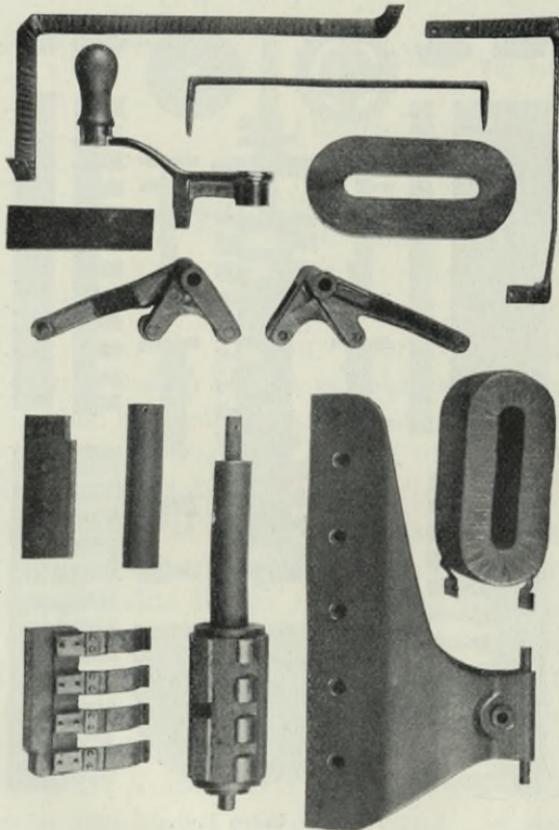


Fig. 347. Union E.-G.

Einer der wichtigsten Teile des Apparatenbaus ist der Schalttafelbau, der allerdings zum Teil schon in das Kapitel „Montage elektrischer Anlagen“ fällt. Es ist jedoch im Interesse der Montagekosten, Schalttafeln soweit als möglich in der Fabrik herzustellen, was allerdings bei eingemauerten Sammelschienen oder bei solchen aus Kabeln, die in Kanälen liegen, nicht zugänglich ist, umso sorgfältiger sind aber dann die Dispositionszeichnungen auch in baulicher Hinsicht zu entwerfen. Die Schalttafeln (Fig. 351 u. 352) bestehen in der Regel zunächst aus einem Gerüst aus Profil-, Winkel- oder Doppel-T-Eisen oder aus

Röhren und Zugstangen oder Zugketten. Es handelt sich meist um eine vertikale Fläche, auf welche die 30 bis 40 mm starken und zweckmässig 300 bis 800 mm breiten Marmor- oder Schiefertafeln aufgeschraubt sind und eine über Manneshöhe liegende Verbindung zur Wand oder zu einer

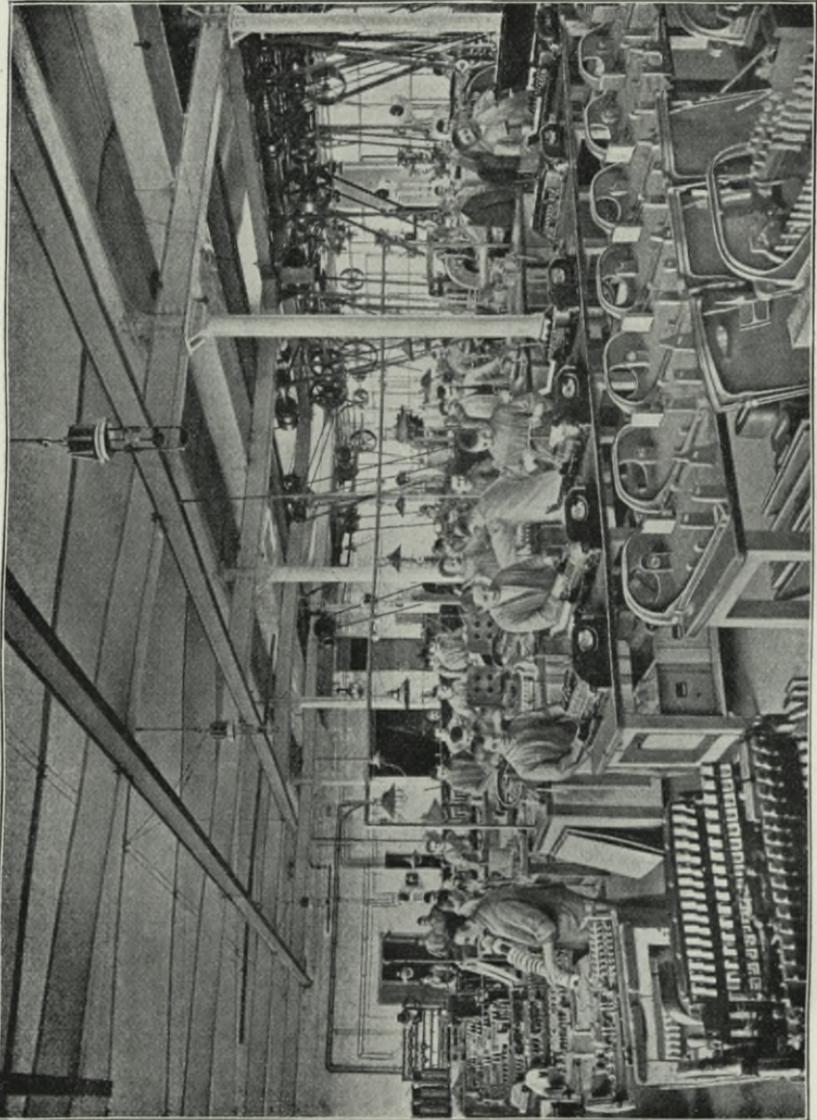


Fig. 348. Union E.-G.

zweiten vertikalen Stützfläche. Diese Stützflächen sind durch angeschraubte Winkeleisen und Steinschrauben oder sonstwie am Boden befestigt. Es ist vor allem darauf zu achten, dass reichlich Platz für die Montage aller Apparate, mit denen aber die Schalttafeln nicht zu überladen sind, vorhanden ist, und dass alles übersichtlich, systematisch und

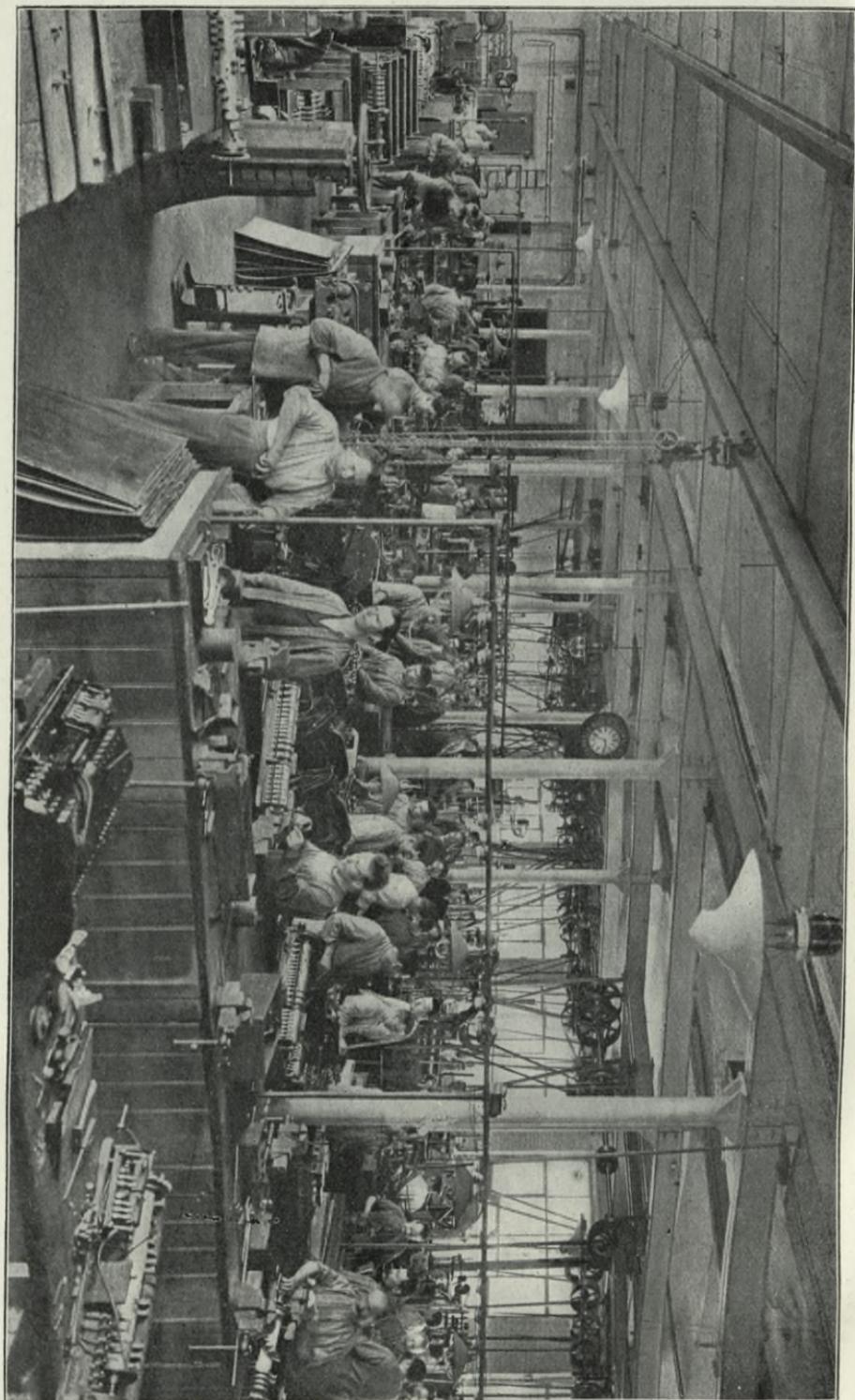


Fig. 319. Union E.-G.

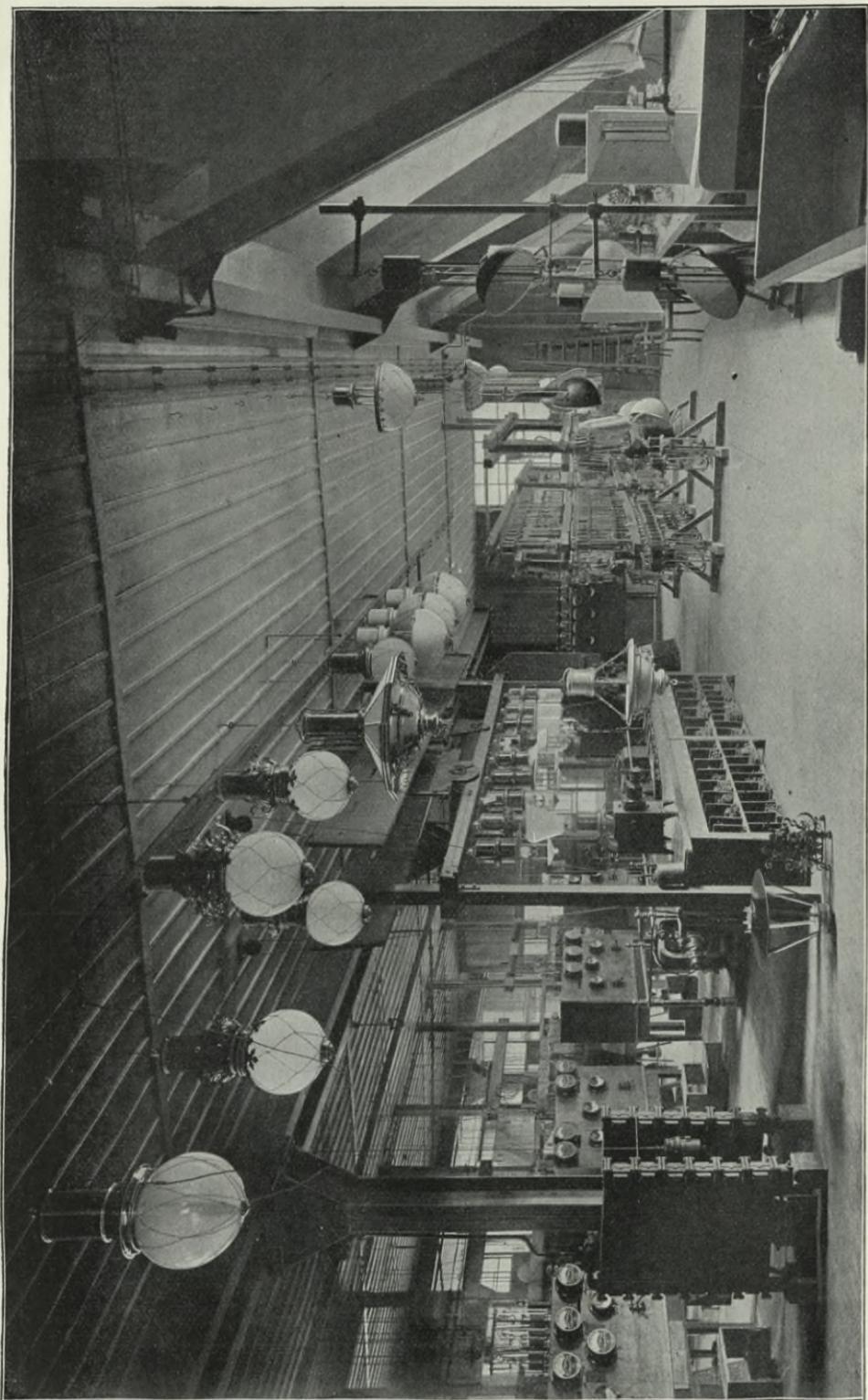


Fig. 350. Schuckert.

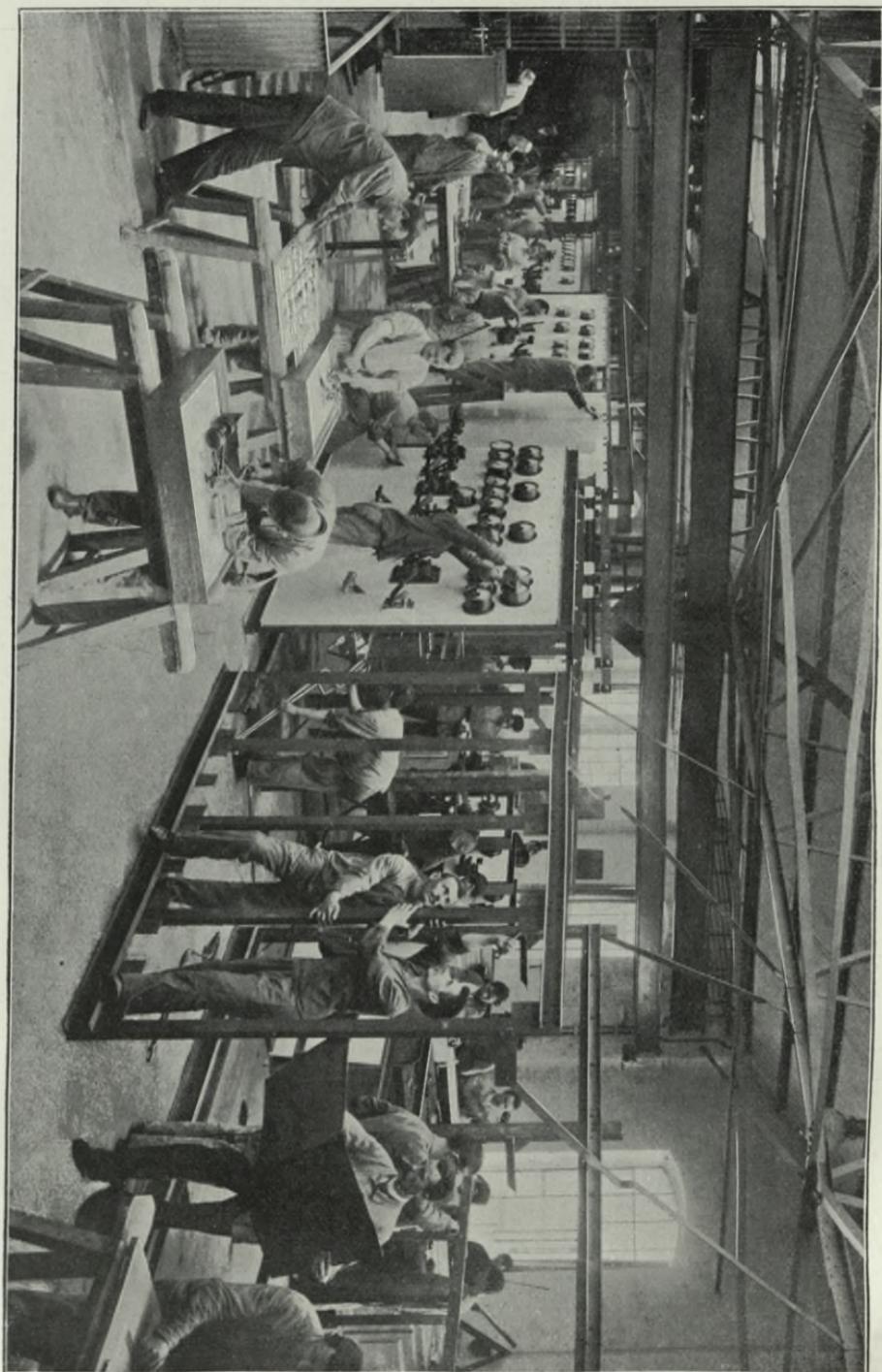


Fig. 351. Lahmeyer, Frankfurt.

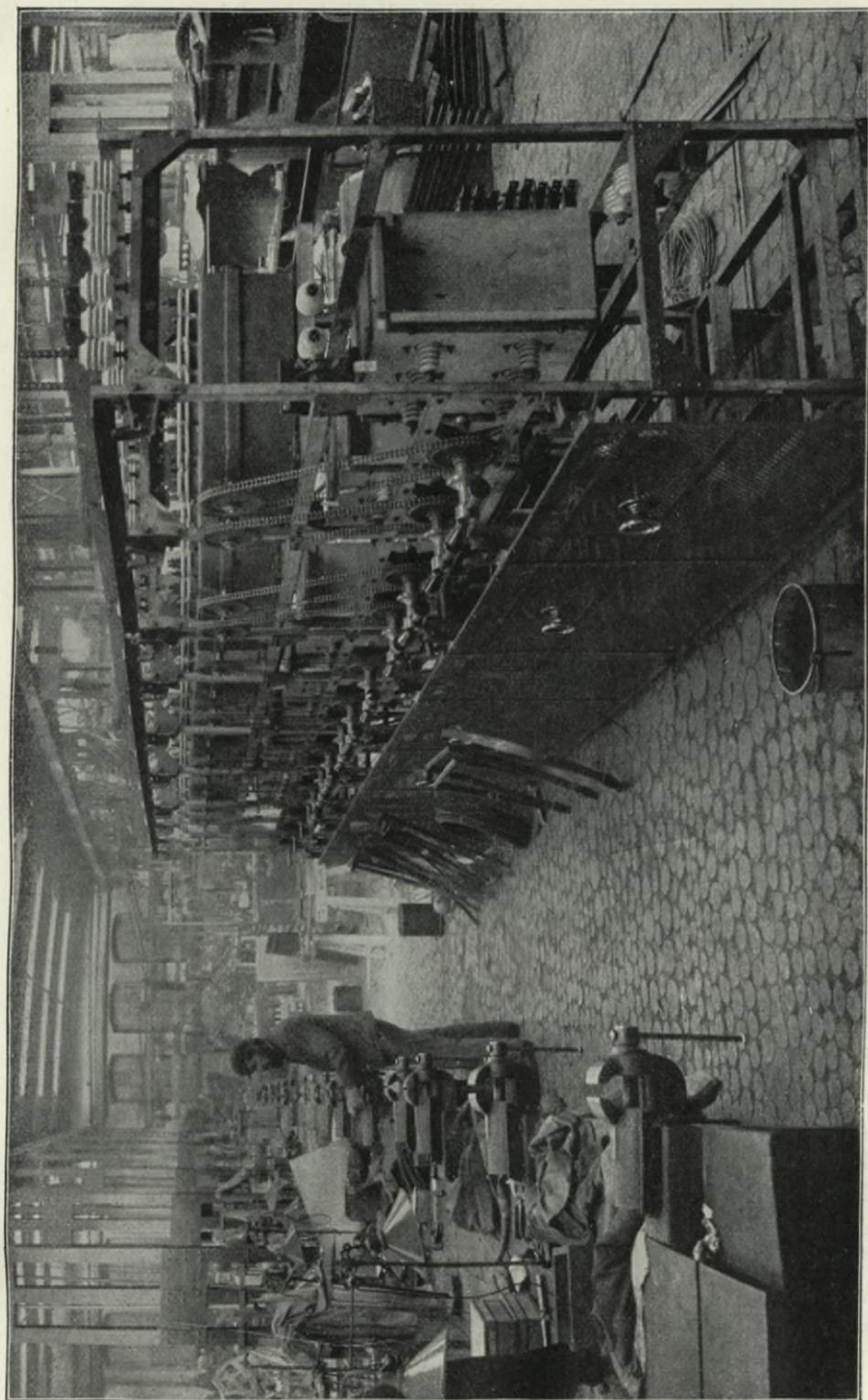


Fig. 352. Brown, Boveri & Cie.

sauber montiert wird und auch die Möglichkeit der leichten Demontage einzelner Apparate vorhanden ist; unter den Oelschaltern muss z. B. genügend Platz sein, um das Oelgefäß wegnehmen zu können. Der Gang zwischen Vorder- und Rückwand muss bei Hochspannungstafeln geräumig sein, so dass eine unbeabsichtigte Berührung von Hochspannung ausgeschlossen ist. An der Vorderwand, wo geschaltet und abgelesen wird, ist jegliche Hochspannung zu vermeiden, auch über dem erwähnten Gang sollten keine blanken Leitungen verlaufen und keine Apparate mit beweglichen blanken Teilen liegen. Man verlege die Leitungen auf Porzellanisolatoren (Fig. 353 bis 355) oder Porzellanhülsen und führe

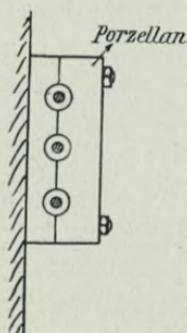


Fig. 353.

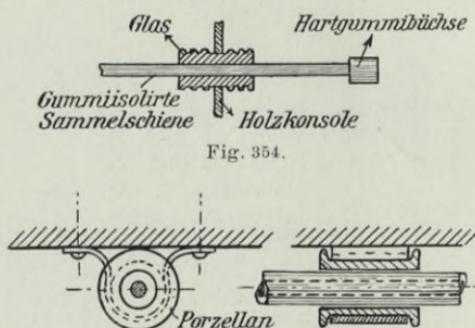


Fig. 354.

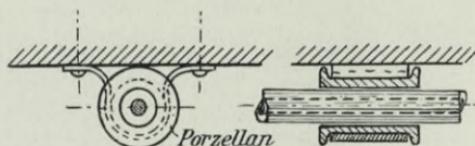


Fig. 355.

alle Leitungen sorgfältig isoliert aus, auch die Sammelschienen, die man zweckmässig als Kabel in abgedeckten Kanälen des Fussbodens verlegt, sofern man sie nicht einmauert. Wo immer möglich, vermeide man bei Hochspannung an Schaltern und Apparaten alle blanken offenen Teile. Für höhere Spannungen empfiehlt es sich, nicht allein die Schalter, sondern auch die Messtransformatoren, die für Strom-, Spannungs- und Effektmesser und Relais durchweg notwendig sind, unter Oel zu legen und alle Gehäuse und Niederspannungsmesskreise zu erden. Die einzelnen Phasen oder Polaritäten bezeichne man in den Leitungen durch verschiedenfarbigen Anstrich. Offene Starkstromautomaten und Schalter im allgemeinen, sowie Sicherungen sind so zu montieren, dass sie bei Feuererscheinungen nicht andere Phasen, andere Leitungen und Apparate beschädigen. Umrahmungen um Schalttafeln sind in der Regel überflüssig, solche aus Holz gefährlich. Kontakte für Anlasser und Regulatoren setze man nie vor die Schalttafel. Ketten- oder Kegelhäderantrieb oder auch solcher durch einen Schaltmotor sind geeigneter. Die Schalttafeln sollten in ihren einzelnen Feldern für alle Spannungen und Stromstärken weitgehend normalisiert werden. Bei der Montage aller vor der Tafel unterbrechenden Schalter ist darauf zu achten, dass keine Verletzung durch Funken auftreten kann, weshalb es sich selbst bei Niederspannung empfiehlt, den Schalter nach hinten zu verlegen.

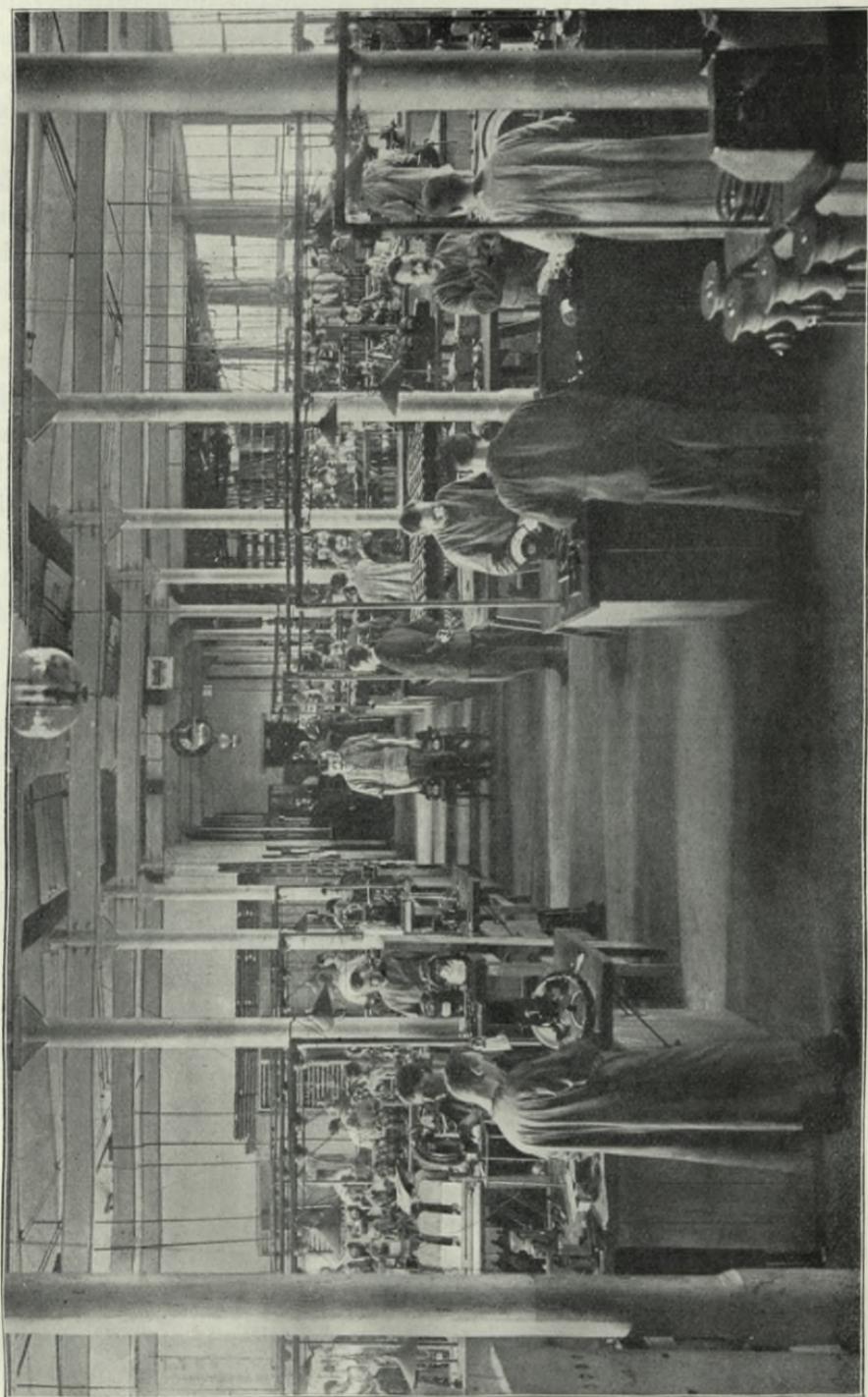


Fig. 356. Union E.-G.

Die Schalthebel müssen auf bequemer Schalthöhe sitzen, die Instrumente gut ablesbar sein. Die Oberfläche von Apparaten und Instrumenten sollte nicht allzu glänzend ausgeführt werden, ein matter Ton ist entschieden ratsamer. Kröpfungen und Kreuzungen von Leitungen sollten nach Möglichkeit vermieden werden, gegebenenfalls sind sie aber sauber und betriebsicher auszuführen.

Im Messinstrumentenbau, wofür Fig. 356 (Zählerbau der Union E.-G.) ein typisches Bild gibt, spielt die Herstellung guter permanenter Magnete eine wichtige Rolle. Die Magnete werden erst von der Stahlstange geschnitten und U-förmig gebogen, gehen langsam durch einen Gasglühofen, werden abgeschreckt, mit der Feile auf Härte geprüft, dann mit einem Hammerschlag auf Reinheit. Die Schlitzweite wird mit Hilfe einer Lehre festgestellt. Anschliessend magnetisiert man den Stahlbogen zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagneten, wobei man den Schlitz des Magneten über eine rotierende Kupferscheibe schiebt, um die Kraftlinien völlig durch den Magneten zu treiben. Hierauf wird zur Sicherheit durch Wirbelströme in der genannten Kupferscheibe der Magnet wieder um 10 bis 20% entmagnetisiert. Schliesslich misst man an der erwähnten Kupferscheibe den Magnetismus durch Vergleich des Drehmomentes mit dem eines Normalmagneten und schlägt den Namen des Stahllieferanten und die Stärke in C G S auf. Auch die Bearbeitung der Edelsteine für die Lager ist eine Spezialität. Der Messinstrumentenbau ist natürlich das gegebene Feld für Massenfabrication und damit für die Verwendung selbsttätiger Spezialmaschinen und -pressen, die alle Achsen, Rädchen, Schraubchen, Bügel, Deckel etc. in grosser Menge billig herstellen und bearbeiten (20fache Bohrmaschinen u. ä.). Für die Spulen werden ebenfalls automatische Wickelmaschinen angewendet. Zur Bedienung der Maschinen kommen fast ausschliesslich Mädchen in Frage, die zur bequemen Bedienung mehrerer Maschinen auf Rollstühlen sitzen, die sich äusserst leicht auf Schienen verschieben lassen.

IV. Fabrikorganisation.

38. Allgemeines.

In jeder Hinsicht einwandsfreie, den höchsten Anforderungen gewachsene Maschinen, bescheidene Preise und knappe Lieferfristen sind beim Wettbewerb die ausschlaggebenden Faktoren. Für alle diese Faktoren ist die Normalisierung und damit die Fabrication in grösseren

Mengen von grösster Bedeutung. Maschinen bis 100 PS sollte man entweder vollständig oder wenigstens bis auf die einzulegende Wicklung auf Lager arbeiten können, wobei im letzten Fall die Wicklung für jedwede Spannung möglich sein muss. Alle abnormalen Bestellungen, alle Neu- und Spezialkonstruktionen sind für die Konstruktionsbureaus und die Werkstätten ein Sprung ins Dunkle. Es sind neue Zeichnungen, neue Materialaufstellungen, neue Modelle und Werkzeuge, längerdauernde Prüfungen und oft gar zeitraubende Umänderungen wegen Wickel- oder Schaltfehlern nötig. Eine oftmals gebaute Type wird rascher, billiger und betriebsicherer hergestellt als eine neue. Aber die Fabrikbureaus müssen andererseits durch zweckmässige, den Marktbedürfnissen angepasste Wahl der Normaltypen eine vielseitige Anwendungsfähigkeit derselben erstreben.

Kurze Lieferfristen, die vielfach völlig den Ausschlag geben, sind — um alles kurz zusammenzufassen — nur möglich bei straffer Organisation in Bureaus und Werkstätten, bei loyalem Zusammenarbeiten, bei einem geschulten Arbeiterstamm, bei ganz auf der Höhe stehenden Fabrikeinrichtungen, bei einer gewissen Normalisierung der Maschinen- und Apparatentypen, durch Anlage eines geeigneten Gusslagers, sowie entsprechender Lager halb- und ganzfertiger Maschinen. Bezüglich der Lieferzeit gebe ich noch folgende Daten: Kleinmotoren sollte man in der Regel in weniger als acht Tagen anliefern, Maschinen bis 100 KW entweder ebenso rasch (Lagertypen) oder wenigstens in etwa 14 Tagen, wenn sie bis auf die Wicklung fertig stehen. Normalmaschinen von 100 bis 1000 KW, für die alle Modelle und Hilfsvorrichtungen vorhanden sind, können in äusserst sechs bis acht Wochen fertiggestellt werden; im Interesse der Güte des Fabrikats liegt allerdings eine um drei bis vier Wochen längere Frist. Ganz neue Maschinen erfordern wohl ausnahmsweise mehr als drei Monate, meist vier bis fünf Monate Lieferfrist.

Wenn es auch im Interesse der Wirtschaftlichkeit geboten ist, die Markttypen möglichst zu normalisieren, wenig und selten zu ändern, so muss doch eine Firma, die dauernd auf der Höhe bleiben will, stets auf dem Auslug sein. Nur muss das Versuchsfeld innerhalb der Fabrikmauern bleiben. Mängel und Neuanforderungen an Maschinen und Apparaten, neu sich eröffnende Gebiete, die laufenden Erscheinungen in der technischen Literatur und auf dem Gebiete des Patentwesens, sowie die Leistungen der in- und ausländischen Konkurrenz müssen regelmässig, nicht erst, wenn es zu spät ist, eingehend studiert werden. Entsprechend der Wichtigkeit einer Neuerung sind Fabrikversuche in kleinerem oder grösserem Massstab anzustellen. Auf den Markt bringe man aber eine Neukonstruktion erst, wenn sie wochenlang entsprechend

harte Leistungsproben in der Fabrik abgelegt hat und selbst dann verkaufe man noch in kleinen Mengen und möglichst an befreundete Abnehmer, die zunächst die Sache etwas beobachten lassen, um gegebenenfalls die bei längerem Betrieb sich erforderlich zeigenden Verbesserungen anbringen zu können, bevor die Fabrik die kostspieligen Neuanschaffungen für Massenfabrikation gemacht hat.

Massenfabrication, absolute Betriebsicherheit und lohnender Preis ist bei allen Konstruktionen anzustreben. Rentieren sich Spezialitäten nicht, so lasse man sie fallen; schwierige, aber lohnende Gebiete sind zäh zu verfolgen. Bei allen Aenderungen und Verbesserungen mache man es sich zum Prinzip, Besseres ohne Erhöhung des Preises zu erreichen.

Die modernen Fabrikbetriebe, die einerseits durch die Verwendung möglichst selbsttätiger präziser Werkzeuge und Werkzeugmaschinen, andererseits aber durch detaillierte Vorschriften über alle Arbeitsverfahren, die wenig oder nichts mehr dem Gutdünken und der Willkür des einzelnen überlassen, gekennzeichnet sind, stellen an die leitenden Beamten, die sozusagen alle Denk- und Dispositionsarbeit zentralisiert zu leisten haben, ganz gewaltige Anforderungen. Durch besondere Klugheit müssen sie es verstehen, dass Beamte und Arbeiter sich in das straffe Getriebe willig einfügen lassen und trotzdem den frischen Geist für Verbesserungen und Neuerungen, die keinesfalls planlos und eigenmächtig zu betätigen, sondern der Zentralstelle zur Benützung anheim zu geben sind, bewahren. Absolute Ordnung und Sauberkeit, sowie zuverlässige und einheitliche Disziplin in Bureau und Werkstatt sind Grunderfordernis in modernen Fabriken.

39. Die Beamten und Arbeiter.

In einer grossen Fabrik ist es von grundlegender Wichtigkeit, die Arbeit auf eine Reihe verantwortlicher Ressorts mit fähigen Beamten zu verteilen, deren Zusammenarbeiten, Pflichten und Befugnisse klar und zweckmässig festzulegen sind. Für die Aufgabe von Bestellungen und die Erledigung von Rechnungen ist eine zentralisierte Autorität zu bestellen, überhaupt ist ein möglichst einheitliches Denken anzustreben. Die Intelligenz jedes Beamten, jedes Arbeiters ist auszunützen, jeder Vorschlag zu schätzen, aber alles muss in einheitliche Bahnen gelenkt werden.

Neben der Fabrication guter und konkurrenzfähiger Ware ist die rationelle Organisation des Verkaufswesens der wichtigste Faktor für die gedeihliche Entwicklung einer Firma. Ausser der Verkaufsabteilung in dem Stammhaus selber übernehmen die Verhandlungen mit dem Ab-

nehmer im wesentlichen die Vertreter und Zweigbureaus, die ihren Bezirk entsprechend bereisen und mindestens allmonatlich Berichte an das Stammhaus schicken sollten. Wesentlich ist auch eine zielbewusste nicht zu karge Reklame in guten Zeitschriften und durch Plakate. Ueber alle abgegebenen Offerten ist genau Buch zu führen, damit man immer zeitig durch Nachfrage und Besuch eingreifen kann.

Die Angestellten einer Fabrik bestehen aus Ingenieuren, Kaufleuten und Arbeitern. Die Ingenieure teilen sich wieder in ¹⁾

projektierende Ingenieure (commercial engineers) zur Ausarbeitung der Kostenanschläge für Zentralen und Kraftübertragungen, sowie zum allgemeinen Verkehr mit der Kundschaft. Dazu gehören auch die Ingenieure der Zweigbureaus. Die gleichen Beamten fungieren meist auch als

Montageingenieure zum Bau elektrischer Anlagen und als Reiseingenieure, welche die Vorarbeiten zu elektrischen Anlagen und die Akquisition betreiben. In der Fabrik arbeiten die

Berechnungsingenieure (electrical engineers), welche die elektrischen Abmessungen festlegen, die

Konstrukteure (mechanical engineers), welche die mechanischen Entwürfe ausarbeiten, ferner die

Werkstätten- oder Betriebsingenieure, welche die eigentliche Fabrikation in jeder Hinsicht beobachten (je einer für die Wickelei, die Grossschlosserei samt Werkzeugmaschinen, die Kleinschlosserei, den Apparatenbau, eventuell noch für den Werkzeugbau). Ausserdem sind zur Organisation des ganzen technischen und eventuell kommerziellen Betriebes

Verwaltungsingenieure ²⁾ am Platz, welche für die Erledigung der Bestellungen, den Einkauf der richtigen Materialien, die Liefertermine u. a. m. zu sorgen haben. In sämtlichen Bureaus sind mehr oder weniger zahlreiche Gehilfen, d. h. Techniker, Schreiber, Zeichner und Pauser erforderlich.

¹⁾ Siehe Genaueres in Niethammer, Elektrische Maschinen und Anlagen, Bd. I, Einleitung.

²⁾ In Electrical World 1903, II. Teil, S. 260, wird dieser „production or modernizing engineer“ definiert als „a civil, mechanical, electrical and industrial engineer rolled into one and held in place by a strong endowment of common sense coupled with business ability“. Für alle Formen der Vergeudung muss er Mikroskopaugen besitzen. Seine Hauptaufgabe ist die Schaffung einer gut und rasch arbeitenden Organisation, welche jedermann voll und ganz ausnützt, jedermann in verantwortlicher Weise seine Pflichten klar macht, alle Aufträge sicher, zweckmässig, ohne Umschweife, ohne Materialvergeudung und in einem Minimum von Zeit erledigt; ausserdem muss sie jederzeit einen sicheren und leichten Einblick in die geleistete Arbeit gewähren.

An kaufmännischen Beamten kommen in Frage eine Reihe Buchhalter für die Hauptbuchhaltung, sowie die Verbuchung der Bestellungen und Einkäufe; die Kassiere, welche die ausstehenden Rechnungen einziehen und für die Bezahlung der Gehälter und Löhne, sowie der Einkäufe sorgen; der Materialverwalter, der die Materialien einkauft und an die Werkstätten weitergibt; der Lagerverwalter, der die Waren versendet; der Kalkulator, der die Waren veranschlägt und der Lohnbuchhalter, der für die richtige Auszahlung der Löhne sorgt. Schliesslich kommt wohl für Angelegenheiten wie Patente und Verträge ein Jurist zur Anstellung; im literarischen Bureau sollte ein Beamter über Buchdruckereisachen Bescheid wissen.

Wöchentlich mindestens einmal sollen Konferenzen der Abteilungsvorstände, gegebenenfalls unter Zuziehung der Meister stattfinden.

Eine Reihe kaufmännischer und technischer verantwortlicher Beamter, einschliesslich der Direktoren, zeichnen meist zu zweien für die Firma Briefe und Bestellungen, sie heissen Prokuristen. In grösseren Geschäften empfiehlt es sich, eine grössere Anzahl tüchtiger Ingenieure und Beamte für ihr Gebiet verantwortlich zu machen, als sogen. Ressortingenieure und Ressortbeamte, wobei sie ihre Aufgaben nur in grossen Zügen festgelegt bekommen, im einzelnen aber selbständig vorgehen. Zum Briefschreiben, wozu wohl allgemein Schreibmaschinen, auf denen leicht eine grössere Zahl Durchschläge herzustellen ist, verwendet werden, sind allen Bureaus, in denen Korrespondenz erledigt wird und Stücklisten, sowie andere Mitteilungen zu schreiben sind, eine Reihe Maschinenschreiberinnen und Stenographinnen¹⁾ beigegeben. In den Zeichenbureaus, sowie in den Brief- und Zeichenregistraturen werden ebenfalls, besonders in Amerika, vielfach Damen angestellt.

Die einzustellenden Arbeiter erstrecken sich auf folgende Gebiete: Maschinen- und Montageschlosser, Werkzeugschlosser, Mechaniker, Dreher, Hobler bzw. Arbeiter zur Bedienung von Werkzeugmaschinen, wobei besonders auf Tüchtigkeit bezüglich des Aufspannens zu achten ist, Wickler (Hand- und Formspulen) einschliesslich Arbeiter zur Herstellung von Glimmer- und Isolationsstücken, Klempner, Tischler, Former, Kernmacher, Lackierer, Packer, eventuell auch Porzellantöpfer und Kabelarbeiter; ausserdem Portier und Nachtwächter, sowie zum Transport und zur Beihilfe von Monteuren und Wicklern Tagelöhner. Energische, zuverlässige, tüchtige und möglichst auch charakterfeste Arbeiter werden zu Meistern, Obermeistern, Vorarbeitern und Revisoren gemacht. Sie sollen ihre ganze Aufmerksamkeit der Verbesserung der Fabrikation und der zweckmässigen Ausnützung der Arbeitskräfte widmen und sich nicht

¹⁾ Neuerdings benützt man wohl auch den Phonograph statt des Stenographierens.

durch Schreibearbeiten zersplittern, dazu sind Gehilfen vom Lohnbureau zu benützen. Man braucht: einen oder mehrere Wickelmeister (für alle Isolationsmaterialien und Wickelwerkzeuge, für die Grosswickerei, die Kleinwickerei, für die Strassenbahnmotoren und Transformatoren); Schlosserei- und Montagemeister (grosse Maschinen, Kleinmotoren, Anlasser und Kontroller, Schalttafelbau mit Zubehör, Transformatoren); Tischlermeister, je einen Meister für die verschiedenen Drehereien, die Hobel- und Stosserei, die Fräserei, die Stanzerei samt dem Ankeraufbau, für die Schleiferei, für den Werkzeugbau, für den Kommutatorbau und für den Messinstrumentenbau; einen Schmiedemeister; je einen Meister für die Lackiererei und die Klempnerei; ferner Prüffeldmeister (auch einen im Zähler- und Instrumentenprüffeld), Lagermeister (Modelllager, Werkzeugmagazin), Meister für die Transportarbeiter und für die Krane, Revisionsmeister, dann Giessereimeister, Meister in der Porzellan-, in der Bogenlampenabteilung etc.

Weibliche Arbeiter kommen zur Verwendung in der Kleinwickerei und Spulenwickerei, in der Glimmerkleberei, für leichte Stanzarbeiten, zum Blechaufbau, zum Zusammenbau von Fittings (Schalter etc.), im Porzellanbau, im Instrumenten- und Zählerbau.

Aus den Reihen der besseren Montageschlosser und Wickler sucht man sich auch seine Monteure für auswärts aus. Andererseits verwende man erprobte Monteure auch wieder in den Werkstätten. Den nach auswärts zu schickenden Monteuren gebe man durch periodische Zuteilung an die verschiedenen Werkstätten einschliesslich Wickerei, Prüffeld und Packraum eine etwas allgemeinere Ausbildung.

Von besonderer Bedeutung für eine grosse Firma sind folgende Beamte: ein vorsichtiger, weitblickender Kaufmann; ein erfahrener energischer Organisator für die Fabrik und einer für Verkaufsabteilung; ein im ganzen Maschinenbau und der Elektrotechnik beschlagener Projekteningenieur; ein wissenschaftlich vollständig auf der Höhe stehender, stetig die neueren Gebiete beackernder Theoretiker; ein mit dem Verhalten und der Bearbeitung der Materialien, sowie den mechanischen Berechnungen vertrauter Konstrukteur, besonders auch ein Apparatenkonstrukteur, der in elektrischen Betrieben seine Erfahrungen gesammelt hat; ein Werkstättenleiter, der die rationellsten Arbeitsmethoden im jahrelangen Betriebe selbst erprobt hat; an Arbeitern sind besonders wichtig und deswegen sorgfältig auszuwählen und zu erziehen, die Werkzeugschlosser, die Wickler und die Montageschlosser.

An Reisen sind erforderlich:

- a) Akquisitionsreisen zur Einholung von Unterlagen und Besprechung von Projekten;
- b) Montagereisen (Ingenieure und Monteure);
- c) Reisen zur Behebung von Betriebsstörungen und zu Betriebsmessungen.

Diese Reisen machen in der Regel die Ingenieure der Projektenbureaus, obwohl öfters die Fabrik- und Werkstätteningenieure sehr am Platze sind. Durch sachgemässe Prüfung und weitgehende Fertigstellung und Montage aller Teile in der Fabrik sind Reisen möglichst zu reduzieren. Gegebenenfalls sind auch der Fabrik ausführliche Reise- und Montageberichte zu übermitteln. Die in letzter Linie erwähnten Reisen zur Ermittlung von Betriebsresultaten, z. B. der Erwärmung sehr grosser Maschinen bei Dauerbetrieb oder der Zuverlässigkeit mechanischer Neukonstruktionen, sind von nicht zu unterschätzendem Wert. Man kommt damit in die Lage, die Abmessungen in sicherer Weise reduzieren oder fehlerhafte Konstruktionen zeitig ändern zu können.

Kein Arbeiter bedarf mehr der Kontrolle als der Monteur; man hat jedenfalls jeden Monteur eine entsprechend strenge Arbeitsordnung durch Unterschrift anerkennen zu lassen und schicke ihn nie zu früh nach der Montagestelle. Extraüberstunden sind nicht anzuerkennen und nach Fertigstellung muss der Monteur sich ein Abnahmezeugnis ausstellen lassen.

40. Korrespondenz.

Der Verkehr zwischen den einzelnen Bureaus und den Werkstätten muss ein möglichst rascher und glatter sein, ohne unnötige Schreibereien.

Barmen		Barmen		Barmen	
Baldorf	Barmen	Barmen	Barmen	Barmen	Barmen
Altenessen	Andernach	Amath	Altendorf	Altenessen	Altenessen
Alsdorf	Alstadt	Abweiler	Altenessen	Altenessen	Altenessen
Aachen	Aach-Dach-Tümmeler	A	A	A	A
A	A	A	A	A	A
A					
STADT: <i>Aachen</i>		START. PROV.: <i>Rheinprovinz</i>		L. 4. FOLIO. 69	
NAME: <i>Hoff. Reisinger</i>		BRANCHE: <i>Buchdruckfabr.</i>		ACTEN N°:	
CATALOG: <i>15/202 no 7</i>		PREISE: <i>1/16 no 3 mit 10% Rabatt</i>			
BRIEFE gesandt	<i>15/2</i>	<i>19/2</i>			
BRIEFE empfangen	<i>18/2</i>	<i>25/2</i>	<i>4/3</i>	<i>9/3</i>	<i>14/4</i>
BESTELLUNGEN					
DATUM	BETRAG	DATUM	BETRAG	DATUM	BETRAG
<i>25/2</i>	<i>185</i>	<i>9/3</i>	<i>68</i>	<i>40</i>	
<i>1/3</i>	<i>210</i>	<i>50</i>	<i>12/4</i>	<i>11</i>	<i>10</i>
AUSKUNFT:			BEMERKUNGEN: <i>Seit Beginn des Jahres aufgehoben</i>		
CONDITIONEN. <i>30 Tage 1 1/2 %</i>					

Fig. 357.

Die Uebersicht und zuverlässige Kontrolle eines Geschäftsbetriebs wird bei dem stetig zunehmenden Umfang industrieller Unternehmungen immer

schwieriger und verlangt immer mehr Intelligenz. Alle ein- und ausgehenden Briefe¹⁾ und Bestellungen sind zu numerieren und mit dem Abteilungszeichen zu versehen, von den ausgehenden Schriftstücken sind auf der Schreibmaschine oder Kopierpresse einige Kopien (Durchschläge) für die Registratur anzufertigen, die alles zu einer Sache gehörige Material zu einem Aktenstück vereinigt und diese Stücke alphabetisch ordnet. Häufig registriert sich der Briefaussteller selbst seine Korrespondenz auch nochmals ausser der Hauptregistratur. Zur Sicherheit wird verschiedentlich ausser der Schreibmaschinenkopie noch ganz zum Schluss vor dem Kuvertieren auf einer rotierenden Kopierpresse ein Abzug mit allen Bemerkungen und Unterschriften hergestellt. In der

Type: C. E. 10.						16 Stk.		Maschine No: 473/488 Com. No.: /488	
Bau-Anfang: 13 August 1909						Bau-Ende: 24. Nov. 1909			
Löhne	Std.	M.	Pf.	Material	kg	Preis	Betrag	Zusammenstellung	
Hobler	1562	937	20	Eisen Guss	44874	20	8974 80	Zeichn.	1175 -
Schmiede	134	67	-	Bronze Guss	494	1 80	889 20	50 %	587 50
Dreher	1940	970	-	Eisen Stahl	194	1 -	194 -	Modellholz	74 94
Fräser	384	153	60	Bronz. Stahl	3140	- 20	628 -	Lohn	725 40
Bohrer	124	49	60	Eisen				100 %	810 34
Schlosser	1745	1052	40	Messing				Material	10151 -
Klempner	70	28	-	Stahl Blech	146	- 20	29 20	20 %	2020 20
Monteur				Schrauben			106 -		12181 20
Lackirer	212	84	80	Zinnblech			245 -	Löhne	3629 60
Tischler				Kupferblech			65 40	200 %	7259 20
Revisor (Drucker)	564	287	-						10888 80
								Summa	24467 84
								Kilo netto	2954
								Kilo verpackt	3270
Summa		3629	60	Summa			11191 60		

Fig. 358.

Hauptregistratur oder dem Fabrikpostbureau muss man stets erfahren können, was für Briefe ein- und ausgegangen sind (kurzer Inhalt) und wohin sie zur Erledigung geschickt wurden. Die Briefe werden sowohl von technischen wie kaufmännischen Bureaus erledigt; verschiedene Gegenstände, die verschiedene Bureaus betreffen, je einzeln. Von Anfragen, die verschiedene Gegenstände betreffen, werden am besten von der Registratur eine Reihe Kopien angefertigt, die an die einzelnen Ressorts verteilt werden. Zweckmässig werden alle wichtigen Angaben, Bestellungen, Rechnungen, Offerten, Reiseberichte, Ortsregister (Fig. 357²⁾), Be-

¹⁾ Eingehende Briefe werden in manchen Firmen jedes Morgen in einer sog. Postkonferenz gemeinsam besprochen.

²⁾ Ducakartensystem (Max Sponholz, Berlin).

zugsquellen, Lagerbestand, Kalkulation (Fig. 358), Modelle, Lehren etc., auf Karten vermerkt und in Schränken alphabetisch nach Kunden, Lieferanten oder Materialien mit Bemerkungen geordnet (Fig. 359). Auch nach Maschinentype und -grösse, sowie nach dem Datum lassen sich solche Einläufe oder Angaben anordnen. In Deutschland hat man vielfach für solche Zwecke Bücher wie Kundenbücher, Kommissionsbücher und die verschiedenen Buchhaltungsbücher. Die Kartensysteme haben dagegen viele Vorteile, ich erwähne nur die bequeme Ergänzung neuen Materials und Aussonderung alten Stoffes, das einfache Herausnehmen

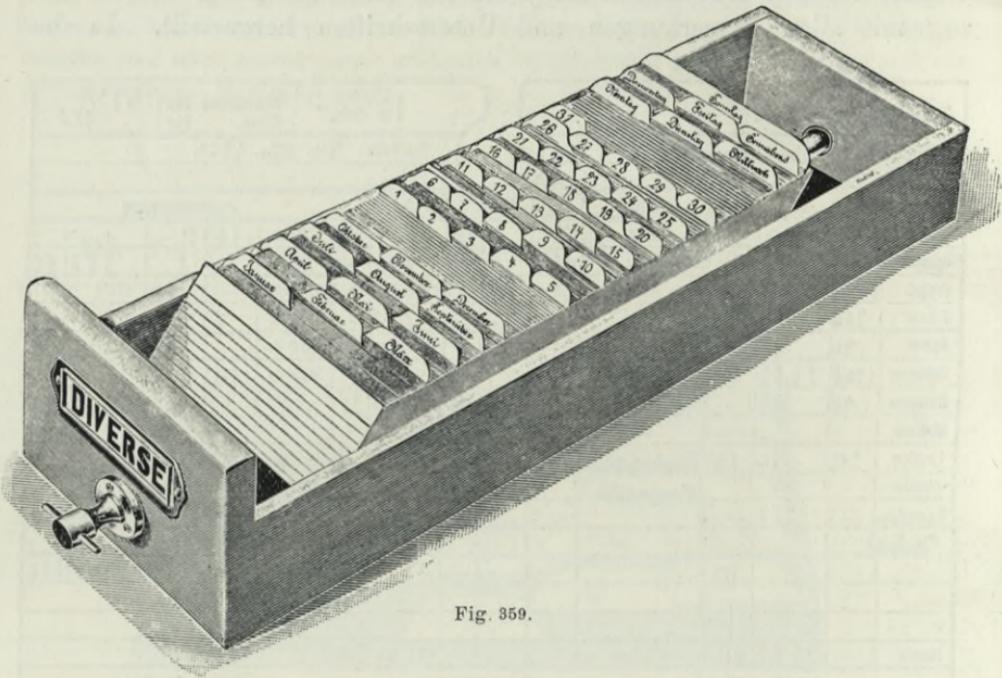


Fig. 359.

einer Karte und das rasche Auffinden, so dass sie immer mehr Verbreitung finden. In Amerika werden sie selbst zur Buchhaltung immer allgemeiner benützt. Die Karten werden längs einer Führungsstange in Schubladen eingelegt, die wieder zu Kästen vereinigt werden. Eine weitere Arbeitskontrolle ermöglicht die durchgehende Verwendung von Durchschreibeblocken oder Durchschreibebüchern, sofern nicht auf der Schreibmaschine mit einer entsprechenden Zahl Durchschläge gearbeitet wird. Von allen Berichten, Rechnungen und Mitteilungen sind stets Kopien zurückzubehalten. Auf die eingehenden Briefe und Bestellungen wird sofort ein Stempel gedruckt, der das Eingangsdatum, Rubriken zur Bezeichnung der für die Erledigung verantwortlichen Beamten und eine Spalte mit „Erledigt von . . . am . . .“ enthält. Ein Brief sollte möglichst direkt zu der Stelle gelangen, wo er erledigt wird und nicht von

einem Assistenten zum anderen geschoben werden, weshalb man die Ressortbeamten zweckmässig überhaupt nicht mit zu viel Assistenten bedenkt und sie selbst die Korrespondenz erledigen lässt. Jeder Beamte hat einen Korb für den „Eingang“ und den „Ausgang“ auf seinem Schreibtisch, wovon der erste jeden Tag gründlich und vollständig durcharbeiten ist. Statt der Laufjungen, welche die gesamten schriftlichen Mitteilungen meist befördern, findet man neuerdings auch eine Art Rohrpostverkehr, ferner für alle Briefe, die für die im Souterrain liegende Post

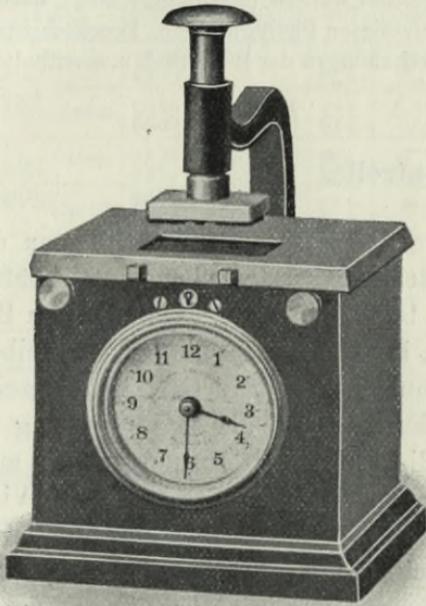


Fig. 360.

bestimmt sind, sog. mail-chutes (vertikale Rohre mit Briefkastenklappen). Zur genauen Zeitkontrolle gibt es Uhren mit Zeitstempeln, die man auf den Schreibtisch stellt und mit deren Hilfe jedes Schriftstück beim Aus-

und Eingang die Zeit aufgedruckt erhält (Fig. 360). Für alle wichtigen Verhältnisse wie Bestellungen, Anfragen etc. fertige man vorgedruckte Formulare an, die alle unerlässlichen Punkte zum Ausfüllen enthalten, so dass nichts vergessen werden kann. In allen wichtigen Zimmern und allen Meisterbuden sind Telephone für den inneren Verkehr mit einer eigenen Telephonzentrale vorzusehen. Kleinere Betriebe können sich mit einem einfachen Telefonsystem ohne Zentrale, wobei man an jedem Apparat auf fünf bis zehn Stellen umstöpseln kann, begnügen. Das

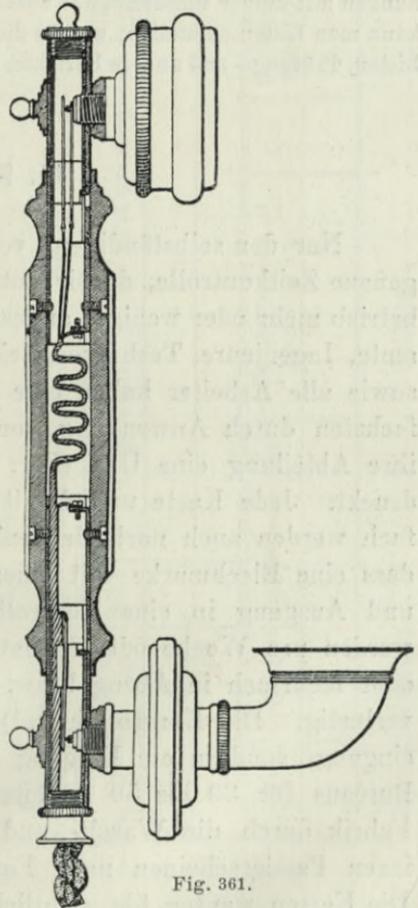


Fig. 361.

verbreitetste Tisch- und Fabriktelephon hat die Form Fig. 361, Geber und Empfänger in einem Stück.

Aktenstücke aus der Registratur, Bücher und Zeitschriften, Zeichnungen, seien es nun Blaupausen, Originale oder Werkstattzeichnungen, sind nur gegen Quittung abzugeben, die für Zeichnungen zur Vermeidung von unkontrollierten Aenderungen von bestimmten Chefs zu zeichnen sind. Sind die Zeichnungen etc. mittels Karten katalogisiert, so legt man beim Ausleihen an Stelle der Registriekarte die Quittungskarte. In grösseren Firmen ist es zweckmässig, für den internen Gebrauch periodisch Listen anzufertigen, in denen sämtliche neuangefertigten oder geänderten Zeichnungen mit kurzer Inhaltsangabe zusammengestellt werden (Zeichnungslisten), ebenso kann man Listen aufstellen, welche die neugefertigten Photographien, Druckschriften, Listen, Prüfungs- und andere Berichte, Neuanschaffungen der Bibliothek u. a. enthalten.

41. Zeitkontrolle.

Nur den selbständigen, verantwortlichen Beamten erlasse man die genaue Zeitkontrolle, da sie entsprechend dem schwankenden Geschäftsbetrieb mehr oder weniger angespannt beschäftigt sind. Alle anderen Beamte, Ingenieure, Techniker, Zeichner, kaufmännische Beamte, Schreiber, sowie alle Arbeiter haben eine Zeitkontrolle zu passieren, am allereinfachsten durch Anwendung von Uhrkarten, auf die beim Eingang in ihre Abteilung eine Uhr (Fig. 45) die Ein- und Ausgangszeiten aufdruckt. Jede Karte und damit jeder Arbeiter hat eine Nummer. Vielfach werden auch noch Markenkontrollen verwendet, die darin bestehen, dass eine Blechmarke mit einer Nummer vom Arbeiter beim Eingang und Ausgang in eine Kontrolluhr geworfen wird. Die Verspätungen werden pro Woche oder Monat addiert und kommen je nachdem ein- oder mehrfach in Abzug bezw. machen den Betreffenden seiner Prämien verlustig. Die Kontrolluhren¹⁾ werden zweckmässig nicht am Haupteingang, sondern am Eingang einer jeden Werkstätte oder eines jeden Bureaus für 30 bis 50 Arbeiter aufgestellt. Die Arbeiter betreten die Fabrik durch die Wasch- und Umkleideräume, um dann an der Uhr ihren Passierscheinen nach Fig. 362 die Zeit selbst aufzustempeln²⁾. Die Karten werden übersichtlich in einem Kasten aufgestellt. Auf diesen Karten und deren Rückseite stehen die in Fig. 362 bis 366 angegebenen Daten.

Ausserdem sollte jeder Arbeiter und möglichst auch die meisten Beamten täglich oder letztere eventuell wöchentlich eine Zeitkarte ausfüllen, worauf die Arbeit des Betreffenden samt der Bestellnummer und

¹⁾ Rochester von Ferdinand Krabss, Magdeburg.

²⁾ Ohne einen „Pass“ soll keinem Arbeiter das Verlassen der Werkstatt gestattet sein (Portierkontrolle).

KOSTEN-KARTE

Fabrik-Ordre: 1082
 Stück: 8
 Woche beg. am: SEP. 18 1900
 Nachgesehen: C
 Meister.

ARBEIT	TAG	Anf.	Ende	TEILE
abdrehen	Vorm.			Achsen
absägen	M			Bänder
abzeichnen	Nachm.			Rollen
aufreiben	Vorm.			Draht
ausbessern	D			Drahtstifte
ausglühen	Nachm.			Muttern
bekleiden	Vorm.			Guss
bohren	M			Kugeln
feilen	Nachm.			Maschinen
gewindeschn.	Vorm.			Material
härten	D			Lager
hobeln	Nachm.			Muster
nachsehen	Vorm.			Ösen
poliren	F			Wellen
ränderiren	Nachm.			Reifen
reinigen	Vorm.			Riemen
säubern	S	9 ²⁴ ₂₅	11 ³⁸ ₃₉	Säulen
stauchen	Nachm.			Schrauben
schleifen	Vorm.			Träger
schmieden	S			Schwungrad.
schweissen	Nachm.			Walzen
nuten				Naben
untersuchen				Werkzeuge
verändern	Std.: 210			Keile
vernieten	Lohns.: 20			Zapfen
versenken	Betr.: 0.44			

Fig. 365.

ARBEITS-ZEIT

von

No. 11

Name:

Pillmann

Diese Seite aussen.

z. B. hinter „Drehen“, die Zeit ebenso durch Kreuze hinter den Stunden z. B. 8¹/₂ bis 12 Uhr eingetragen. Sehr einfach ist auch die Verwendung der Uhrkarten als Arbeitskarte Fig. 365, welche Karte im Gegensatz zu den gewöhnlichen Uhrkarten, die weisslich aussehen, rot ist. Die Zeit wird hier durch den Uhrstempel gegeben, die Art der Arbeit durch entsprechendes Durchstreichen (feilen, aufreiben, versenken, Material). Die Schreibarbeit ist für den Arbeiter somit ein Minimum. An Hand dieser absolut zuverlässigen Uhrkarten kann man jederzeit monatliche oder andere Arbeitsstatistiken zusammenstellen. Der Gang einer Werkstättenorder ist bei diesem Kartensystem etwa folgender: Der Buchhalter schreibt an Hand des Kundenauftrags die Versandorder Fig. 368¹⁾, das Fabrikbureau schreibt die Fabrikorder Fig. 369 danach und gleichzeitig eine blaue Materialkarte Fig. 370. Die Versandorder geht an das Versandlager (Spedition), die Materialkarte nach dem Materialmagazin und in Kopie samt Fabrikorder an die Werkstätten. Der Meister bekommt nur so viel Material, als auf der blauen Karte steht, bei Ausschuss muss er vom vorgesetzten Bureau eine neue Karte verlangen. Ueberschuss ist mit einer speziellen Karte zurückzugeben. Der Meister gibt die rote Karte Fig. 365 mit dem Auftrag an einen Arbeiter, während der

Arbeitslohn nach der weissen Uhrkarte Fig. 362 bezahlt wird. Nach Fertigstellung und Versand gehen sämtliche Karten nach der Buchhaltung zurück, die Waren werden fakturiert und die Einstandspreise in das

Arbeiter No.	Abteilung Meister:	Datum	Hobeln	Schleifen											
Name des Arbeiters	Arbeits-Ord. No.		Fräsen	Verzinnen											
Stück-Zahl	Bezeichnung		Bohren	Stanzen											
			Gewindeschn.	Anstreichen											
			Drehen	Wickeln											
			Schlossern	Isolieren											
			Montage	Prüfen											
			Reparaturen	Bewickeln											
			Pressen	Tischlern											
Operation:		Accord No.	geliefert:												
6	1/2	7	1/2	8	1/2	9	1/2	10	1/2	11	1/2	12	1/2		
1	1/2	2	1/2	3	1/2	4	1/2	5	1/2	6	1/2	7	1/2		
In Stunden	In Accord	Colonne	Zeitkarte				Gesamt-Stunden	Lohn	Betrag						
FABRIK															

Fig. 367.

Fabrikationsbuch nach Fig. 371 eingetragen. Die Ausgaben für allgemeine Arbeiten, wie Transport, Werkzeuge, Gehälter, werden in ähn-

Versand-Ordre No. 2801.

Bogen No.

Verpackt von	Schiff	via
Verladen von	An	
Datum	Strasse	Stadt
..... Col is	Signum	Staat
..... Bündl.	Adresse	
Gewicht	Strasse	Stadt
Bedingungen	An Ordre	Datum
Eingetragen von	Verkäufer	Commiss -No.
		Bestellt durch

Fabr.-Ordre	Quantum	Type	Sorte	Sorte	Sorte	Bemerkungen	Betrag	Preise

Fig. 368.

licher Weise abgeschlossen. Die Meister haben ihre Arbeitsdisposition genügend zeitig zu treffen, damit die Arbeiter nach Erledigung und Abgabe eines Stückes gleich weitere Arbeit vorfinden.

Die Löhne werden nach einzelnen Konten (Bauten, Fabrikation, Betrieb, Lager etc.) verbucht, ebenso wie die Materialien. Gewöhnlich schreibt man die Löhne jedes Arbeiters fortlaufend zusammen und zahlt danach die Löhne aus. Der Lohnzettel sollte 1 bis 2 Tage vor der Lohnzahlung ausgegeben werden, damit die Arbeiter vor der Löhnung reklamieren können, nachher sind Reklamationen zu verweigern. Die Lohnzahlung umfasst häufig 12 Arbeitstage. Auf dem Lohnzettel werden auch alle Abzüge für Alters- und Krankenversicherung, Strafen, Vorschuss etc. angegeben. Alle tatsächlich bezahlten Löhne werden regelmässig im Lohnbuch mit der Nummer des Arbeiters verbucht.

42. Arbeitszeit.

Die Arbeitszeit in den Werkstätten ist meist 10 Stunden, von 7 bis 12 Uhr und von 1 bis 6 Uhr¹⁾, häufig mit einer Kürzung am Sonnabend, so dass 54 bis 60 Wochenstunden resultieren. Die Arbeitszeit für weibliche Arbeiter, deren Arbeitsräume von den übrigen getrennt sein sollten, ist in der Regel kürzer, beginnt und schliesst nicht gleichzeitig mit der übrigen. In den Bureaus beträgt die Arbeitszeit in der Regel 8 Stunden und zwar in abgelegenen Fabriken öfters durchgehend von 8 bis 4 Uhr oder 9 bis 5 Uhr mit einer halben Stunde Pause, sonst von $\frac{1}{2}9$ oder 9 Uhr bis $\frac{1}{2}7$ Uhr mit 2 Stunden Mittagspause von 12 bis 2 oder von 1 bis 3 Uhr. Man ist noch geteilter Meinung über den Nutzen oder den Schaden durchgehender oder unterbrochener Bureauzeit. — Ein sauberer Esssaal für die Arbeiter, die entweder ihren Mundvorrat mitbringen oder ein einfaches, aber kräftiges, appetitliches Essen zu billigen Preisen von der Fabrikantenecke bekommen sollen, ist in Fig. 372 abgebildet, er stammt aus den Werkstätten der deutschen Niles-Werke. Das Rauchen ist in den Fabrikräumen und Bureaus, wenigstens wenn mehrere Leute in einem Bureau arbeiten, zu verbieten; der Alkoholgenuss ist in vielen amerikanischen Fabriken ebenfalls untersagt. Durch täglich zweimalige Ausgabe von billigem, gutem Tee lässt sich sicher der Alkoholgenuss während der Arbeitszeit reduzieren. Bei Anhäufung von Werkstättenarbeit lege man entweder Ueberstunden von 5 bis 7 früh und abwechselnd 6 bis 10 Uhr abends oder zwei Schichten ein, z. B. von 4 Uhr früh bis 2 Uhr nachmittags und 2 bis 11 Uhr nachts, vermeide aber reine Nachtschichten, da Nachtarbeit stets zu wünschen übrig lässt. Zwischen Arbeitern, die in zwei folgenden Schichten am selben Stück arbeiten, muss eine gewisse Verständigung bestehen.

¹⁾ Eine Signaluhr sollte Anfang und Ende der Arbeitszeit automatisch signalisieren.

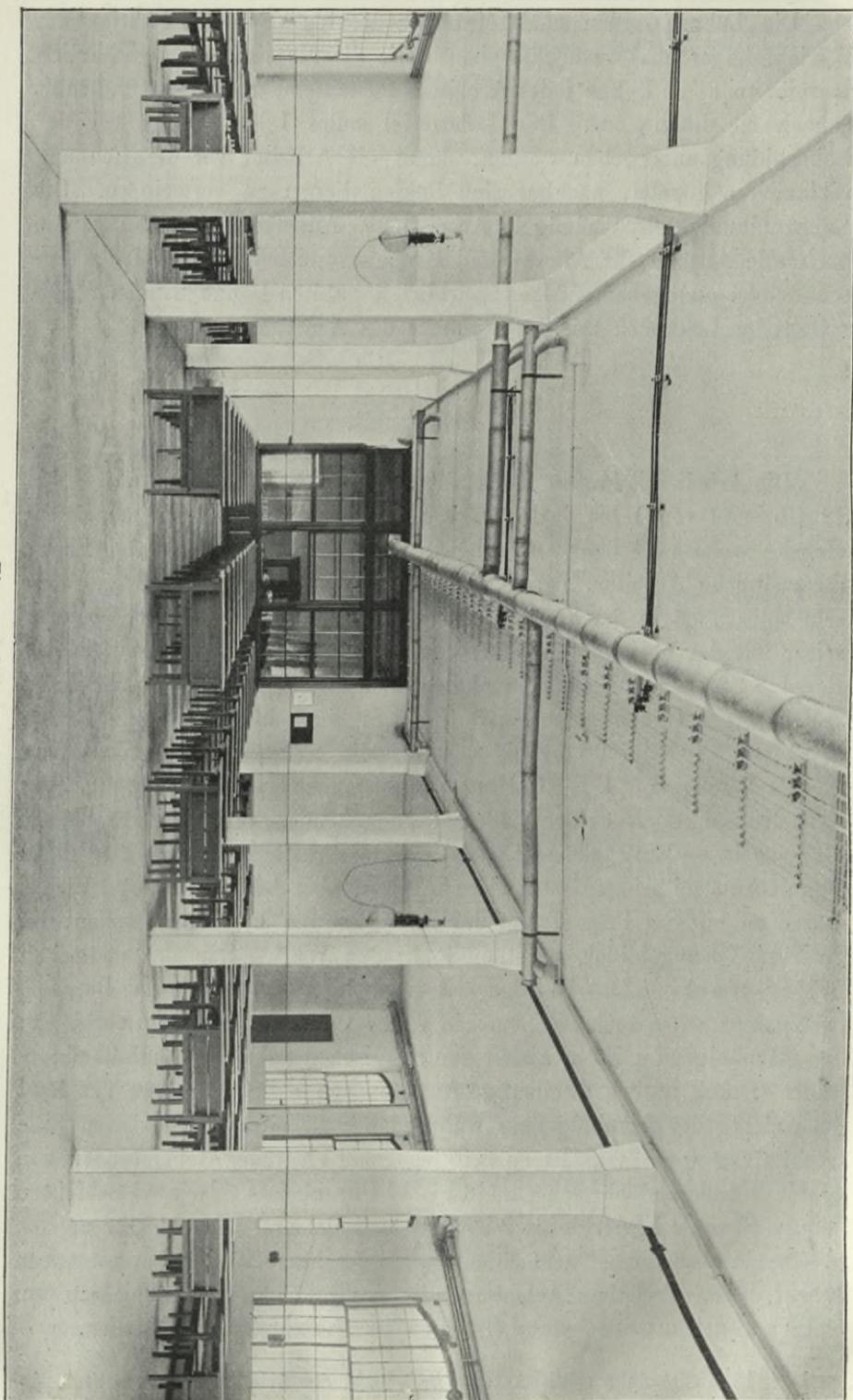


Fig. 372. Deutsche Niles-Werke.

Eine *Arbeitsordnung* enthält Bestimmungen über die Aufnahme auf Grund des Arbeitsbuches, die Anstellung Minderjähriger auf Grund eines Lehrvertrags, ferner von weiblichen Arbeitern, über Einteilung (Kategorien) von Arbeitern, über den Schulunterricht jugendlicher Arbeiter, über die Arbeitstage, Arbeitszeit, Ueberstunden, Sonntagsarbeit, über die Abrechnung und Auszahlung der Löhne, die Aufstellung der Zeit- und Uhrkarten, die Befugnisse der Aufsichtsbeamten, über Beschwerden, Kranken- und Unfallversicherung, allgemeines Verhalten der Arbeiter, Strafen, Kündigung und Austritt, sowie die gerichtliche Kompetenz.

Eine *Werkstättenordnung* macht Angaben über das Betreten und Verlassen der Werkstatt, das Verhalten während der Arbeit (während der Arbeit nicht essen, trinken und rauchen). Ordnung und Reinlichkeit sind in jeder Hinsicht zu verlangen und namentlich feuergefährliche Operationen zu verbieten. Verlassen der Arbeit nur gegen Legitimation. Die richtige Bedienung und Instandhaltung von Maschinen und Werkzeugen ist vorzuschreiben, dann sind Angaben zur Verhütung von Unfällen an Werkzeugmaschinen, Hebezeugen, Transmissionen, Leitern etc. zu machen.

In ähnlicher Weise fasst man auch eine *Magazinsordnung* ab, wobei besonders auch auf die Feuergefährlichkeit der Oel- und Lacklager hinzuweisen ist. Auch Vorschriften bezüglich der Werkzeuge, über die Anreissarbeiten und die Behandlung der Zeichnungen und Werkzeuge können empfehlenswert sein; ferner ist die Werkzeugabgabe zeitlich zu regeln. In der Maschinenhalle des Prüffeldes sind ebenfalls Verhaltensregeln und Warnungstafeln auszuhängen. Besonders wichtig sind auch Anweisungen für Kessel- und Maschinenwärter, sowie Vorschriften für die Behandlung elektrischer Maschinen und Apparate einschliesslich Akkumulatoren.

Auch den Ingenieuren, Technikern und Meistern sind Verhaltensvorschriften im Betrieb auszuhändigen, worin das Verhalten beim Arbeiten an Maschinen, Schaltanlagen und Hebezeugen, im Prüffeld und bei Unglücksfällen zu charakterisieren ist, ferner auch darauf hinzuweisen ist, dass alle Arbeiten nach den Vorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker auszuführen sind. Besonders zu beachten sind die Vorschriften der *Gewerbeordnung*¹⁾ über Anstellung und Entlassung von

¹⁾ § 120 a der *Gewerbeordnung* schreibt vor: Die Gewerbeunternehmer sind verpflichtet, die Arbeitsräume, Betriebsvorrichtungen, Maschinen und Gerätschaften so einzurichten und zu unterhalten und den Betrieb so zu regeln, dass die Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit so weit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes gestattet.

Insbesondere ist für genügendes Licht, ausreichenden Luftraum und Luftwechsel, Beseitigung des bei dem Betriebe entstehenden Staubes, der dabei entwickelten Dünste und Gase, sowie der dabei entstehenden Abfälle Sorge zu tragen.

Angestellten, die Arbeitszeit (auch jugendlicher und weiblicher Arbeiter), über die Haftpflicht und die Invaliden-, Alters- und Krankenversicherung.

43. Bezahlung.

Die Bezahlung¹⁾ geschieht, abgesehen von den Beamten, die monatlich honoriert werden, entweder nach der Tag- oder Stundenzahl (Taglohn) oder nach dem Stück (Akkord). In den Werkstätten wird das Akkordsystem immer allgemeiner. In Amerika ist es üblich, dass auch viele Beamte, Ingenieure und Zeichner nach der Stunde bezahlt werden. Reiner Stundenlohn in den Werkstätten ist nur noch für einzelne Neuanfertigungen, Präzisionsarbeiten und Reparaturen, deren Gesamtarbeit nicht leicht zu übersehen ist, für Handlanger u. a. am Platz. Zur erfolgreichen Durchführung des Akkordsystems ist es erforderlich, tüchtige und gerechte Lohnkalkulatoren zu haben, die die Akkordlöhne im voraus nach früheren Ausführungen festlegen. Es empfiehlt sich, diese Akkordlöhne nicht fortwährend zu schneiden, sondern durch gewisse Prämien zur raschen und präzisen Arbeit anzuspornen. Man bestimme eine normale, genügend lange Arbeitszeit für ein gegebenes Stück, bei festgelegtem Stundenlohn (30 bis 80 Pfennig). Wird der Arbeiter früher fertig, so erhält er mehr als den Normallohn, umso mehr, je früher er fertig ist²⁾, z. B.: normale Arbeitszeit = 104 Stunden, tatsächliche 88,

Ebenso sind diejenigen Vorrichtungen herzustellen, welche zum Schutze der Arbeiter gegen gefährliche Berührungen mit Maschinen oder Maschinenteilen oder gegen andere in der Natur der Betriebstätte oder des Betriebes liegende Gefahren, namentlich auch gegen die Gefahren, welche aus Fabrikbränden erwachsen können, erforderlich sind.

Endlich sind diejenigen Vorschriften über die Ordnung des Betriebes und das Verhalten der Arbeiter zu erlassen, welche zur Sicherung eines gefahrlosen Betriebes erforderlich sind.

§ 136 des Gewerbe-Unfallversicherungsgesetzes vom 30. Juni 1900 legt fest: Diejenigen Betriebsunternehmer, Bevollmächtigten oder Repräsentanten, Betriebs- oder Arbeitsaufseher, gegen welche durch strafgerichtliches Urteil festgestellt worden ist, dass sie den Unfall vorsätzlich oder durch Fahrlässigkeit mit Ausserachtlassung derjenigen Aufmerksamkeit, zu der sie vermöge ihres Amtes, Berufs oder Gewerbes besonders verpflichtet sind, herbeigeführt haben, haften für alle Aufwendungen, welche infolge des Unfalls auf Grund dieses Gesetzes oder des Krankenversicherungsgesetzes von den Gemeinden, Armenverbänden, Krankenkassen und sonstigen Unterstützungskassen (§ 25 Abs. 1) gemacht worden sind. Dieselben Personen haften der Genossenschaft für deren Aufwendungen auch ohne Feststellung durch strafgerichtliches Urteil.

¹⁾ Siehe Z. V. D. I. 1903, S. 1129 ff., Möller; Z. V. D. I. 1903, S. 172, Preuss; Schölller ebenda, S. 1208; Elsner, Z. V. D. I. 1904, S. 54.

²⁾ Gantt beschreibt in Cassiers Magazine, Nov. 1902, für diesen Zweck Instruktionskarten für die Arbeiter, welche enthalten den Namen des Arbeiters und

dafür Stundenlohn 0,50 Mark = 44 Mark, erspart 16 Stunden zu 0,25 Mark = 4,00, also bezahlter Lohn = 48 Mark. Der Lohnsatz pro ersparte Stunde sei 30 bis 50 % des Normallohns. Ist unter 100 angefertigten Stücken kein Ausschuss, so erhält der Arbeiter einen gewissen Maximallohn; nach der Höhe des Ausschusses werden bestimmte Abzüge bemessen. Sollten bei ersteingeführten Akkorden offenkundig zu niedrige Sätze angesetzt worden sein, so ist das umgehend, eventuell rückwirkend gut zu machen, was aber nur ausnahmsweise vorkommen darf. Beamte und Arbeiter sind stets zur besten und fleissigsten Arbeit anzuspornen, was dafür an Prämien mehr bezahlt wird, lohnt sich jederzeit. Durch entsprechende Belohnung ist auch zu Verbesserungen von Konstruktionen und Arbeitsprozessen anzuregen und möglichst der alte, wirksame, loyale Kontakt zwischen Arbeitgeber und Arbeiter auch im Grossbetrieb anzustreben, wobei unter Arbeitgeber Meister und Ingenieure, aber auch die Direktoren zu verstehen sind, die in manchen Grossfirmen von den Arbeitern und Ingenieuren kaum gesehen und gekannt werden. Nicht durch planloses Lohndrücken ist heutzutage etwas zu erreichen, sondern durch Verwendung stetig verbesserter Arbeitsmethoden, von Zeit und Arbeit sparenden Maschinen und Hilfsvorrichtungen und durch gesteigerte Intelligenz ist die Produktion zu heben, zu verbessern und zu verbilligen, während gleichzeitig die Löhne pro Stunde steigen und die Arbeitszeit abnehmen kann.

Eine gewisse Stetigkeit in der Arbeit vermehrt ebenfalls die Leistungsfähigkeit; man soll den Arbeiter nicht öfter, als unbedingt nötig, von einer angefangenen Arbeit wegnehmen und wo anders beschäftigen. Nacht- und Sonntagsarbeit sollte entsprechend höher als gewöhnliche Arbeit entlohnt werden.

Können die vom Werkstättenbureau angegebenen Einzeltermine aus irgend einem Grunde nicht eingehalten werden, so ist das gleich dem Werkstättenchef zu melden, um eventuell durch Einschlebung von Ueberstunden o. a. den Haupttermin einhalten zu können.

Beim Arbeiten im Akkord ist eine gründliche Revision der fertigen Stücke und das Festsetzen von Strafen oder Abzügen für Ausschuss wesentlich, ferner sollte ein Arbeiter, der mehr leistet als bei Tagelohn,

seiner Gehilfen, die Ordernummer, die Stückbezeichnung, die Nummer der Werkzeugmaschine, die Härte des zu bearbeitenden Metalls, die Type der Werkzeuge, die Spannstärke, den Vorschub, die Geschwindigkeit für die einzelnen Operationen und daneben je die vorgeschriebene Zeit, ausserdem meist eine Massskizze mit den Massen der unbearbeiteten und bearbeiteten Stücke. Neben obige Zeit wird die tatsächlich gebrauchte gesetzt, auf die bei einer eventuellen Kürzung eine Prämie entfällt. Am unteren Rand der Karte steht die Kartenummer, die Zeichnungsnummer, das Datum und die Unterschrift, sowie die Bemerkung, dass Nichteinzuhaltendes sofort an den Unterzeichner zu melden ist.

unbedingt auch mehr verdienen, ja er sollte, wie schon angegeben, für rasche, gute Arbeit eine Prämie erhalten. Ausschusstücke können je nachdem nach einer der folgenden Methoden behandelt werden: 1. Der Arbeiter muss das Stück in unbezahlter Zeit nochmals bearbeiten, was dann angeht, wenn das Material unverletzt ist. 2. Der Arbeiter wird einfach für schlechte Stücke nicht bezahlt. 3. Ausser der Nichtbezahlung wird für Materialvergeudung etc. noch etwas abgezogen, z. B. ist unter 20 Stück ein unbrauchbares, so erhält er pro Stück statt 50 Pfennig nur noch 49, bei zwei Ausschusstücken nur noch 48 Pfennig für die guten Stücke. 4. Man normiert den Lohnsatz entsprechend der Güte der Produkte.

Die sämtlichen Zeitkarten auf eine Order, deren Inhalt mit den Uhrkarten, nach denen die Löhne ausbezahlt werden, übereinstimmen muss, sollten im Lohnbureau zusammengestellt werden, woraus sich ohne weiteres wieder auf Karten die Einzellöhne für die betreffende Maschine vollständig zusammenstellen lassen. Auf diese Weise sollten für alle ausgeführten Maschinen zur Erleichterung der Aufstellung der Kostenanschläge und zur Ermittlung der Stücklöhne neuer Arbeiten oder der erforderlichen Arbeitszeit die Einzellöhne übersichtlich gesammelt werden. Ergänzend füge man die Materialkosten, die von der Einkaufs-Abteilung zu erhalten sind, dazu.

Auch alle vorkalkulierten Preise stelle man in einem Kartensystem übersichtlich zusammen und trage sie gruppenweise graphisch auf.

In gleicher Weise lassen sich auch die ganzen Inventarien eines Betriebes auf Karten registrieren, auf denen alle Aenderungen und Reparaturen eingetragen werden können.

Jeden Monat mache man eine übersichtliche Zusammenstellung, enthaltend: Monats- und Jahresbezeichnung, Zahl der beschäftigten Arbeiter, Zahl der gelieferten Maschinen nach Hauptgruppen, Zahl der PS oder KW, die totalen Arbeitsstunden, die Ueberzeit, die totalen Löhne, sowie Akkord- und Stundenlöhne, mittlerer Lohn pro Stunde, gesamte Materialkosten, und zwar stelle man diese Liste in grossen Firmen für die verschiedenen Abteilungen (Tischlerei, Grossmaschinen etc.) einzeln auf und beachte scharf alle Schwankungen.

44. Arbeiterverhältnisse.

Der Arbeiter ist durch selbsttätige Kontrolle zur Ordnung und Sparsamkeit in der Verwendung der ihm anvertrauten Materialien zu erziehen, wozu auch Nichtverschwendung der Beleuchtung, Heizung u. a. gehört. Ueber die in seinen Besitz übergebenen Werkzeuge hat er auf

steifem Papier ein gegengezeichnetes Inventar etwa in der nachstehenden Ausführung anzulegen:

Firma:

Werkzeugliste.

Schublade Nr.

..... 1903.

Jeder Arbeiter ist im Besitz einer abschliessbaren Schublade und wird für die ihm übergebenen Werkzeuge im beigefügten Werte verantwortlich gemacht.

Nr.	Anzahl	Benennung	Wert in Mark
		Brett für die Stähle	
		Drehstähle	
		Oelkanne	
		Bankbürsten	
		Handbesen	
		Gewindebürste	
		Feilen	
		Schraubenzieher	
		Handstähle	
		Schaber	
		Zentrierbohrer	
		Zentriersenker	
		Spannstücke	
		Meissel	
		Bleihämmer	
		Kupferhämmer	
		Schubladenschlüssel etc.	

Jedes andere Werkzeug kann vom Werkzeuglager gegen Schein erhalten werden.

Werkzeuge werden nur dem Besitzer eines Scheines ausgehändigt und müssen, damit andere Leute nicht darauf zu warten haben, sofort wieder abgeliefert werden.

Jede Beschädigung des Werkzeuges wird dem Besitzer des Scheines angerechnet, sofern nicht der Verschleiss durch den Gebrauch selbst bedingt ist.

In der Werkzeugabgabe wird über den Verbrauch jedes Arbeiters Buch geführt, z. B. nach folgendem Formular:

Werkzeugraum.

Gebäude Nr.

Materialverbrauch für 4 Wochen, endigend mit 19

Arbeiter Nr.	Name	Kannen Oel		Feilen			Blatt Schmirgelleinen	Putzwole	Diverses
		Fett	Dynamoöl	Neu-Bastard	do. neu aufgehauen	Schlicht			

Die leihweise Ausgabe von Werkzeugen (Fräser, Bohrer, Kaliber, Lehren) erfolgen ausschliesslich gegen eine Blechmarke, wovon jeder Arbeiter nur eine beschränkte Zahl erhalten sollte, die mit seinem Namen zu versehen sind. An Stelle des ausgeliehenen Stücks wird die Marke gelegt oder gehängt.

Mit der Zentralisation der Arbeit ist nicht zu weit zu gehen; es hat sich öfter gezeigt, dass die Unterteilung in eine Reihe in sich abgeschlossener Werkstätten für die Einzelgebiete mit eigenem Werkzeugmagazin und eigener Abrechnung sich ganz gut bewährte.

Nach Fertigstellung eines Arbeitsstücks oder einer Maschine hat zur Vermeidung von Nacharbeiten eine scharfe Revision mit Hilfe der früher angegebenen Messwerkzeuge zu erfolgen und erst nachdem die Revision erfolgt ist, gilt das Stück als abgenommen. Fertiggestellte Wicklungen werden ebenfalls vor der Abnahme in dem besprochenen Wickelprüffeld einer Prüfung auf Kurzschluss und Isolation unterzogen. Der Arbeiter erhält eine Bestätigung und der Maschinenteil eine Revisionsanhängekarte. Alle Modelle erhalten nach Fertigstellung und Revision eine Nummer, eventuell dieselbe wie die zugehörige Zeichnung; ebenso werden alle Werkzeuge und Messinstrumente numeriert.

Materialien, die nur zu bestimmten Zeiten auszugeben sind, sind dem Arbeiter nur gegen eine vom Werkstättenbureau aufgestellte Materialliste, die identisch als Beleg auch in der Materialausgabe vorliegen muss, zu verabfolgen. Uebrig bleibendes Material ist mit einem Ueberschuss-

zettel zurückzugeben. Bei Ausschussarbeit hat der Arbeiter unter Uebergabe eines vom Meister oder Werkstättenleiter gezeichneten Ausschussetzels neues Material zu bekommen. Die Abgabe von Oel, Putzmaterial, Feilen u. a. wird in eine auf den Namen des Arbeiters lautende Karte eingetragen, so dass jederzeit zu sehen ist, wieviel der Betreffende bereits bekommen hat.

Die richtige Zeit, um Arbeiterschwierigkeiten zu vermeiden, ist, bevor sie eintreten, und zwar eventuell durch ein planmässig im Geschäftsinteresse vorgehendes, aber nicht arbeiterfeindliches Arbeitsbureau, das z. B. das willkürliche Schalten und Walten der Meister vermeidet, überhaupt auftauchende Fragen löst, bevor sie akut werden. Das genannte Bureau hat alle Lohnfestsetzungen zu erledigen, ferner die Fragen der Einstellung, Entlassung und Ausbildung der Angestellten. Es hat deren Charakter und Fähigkeiten zu studieren und so auszunützen, dass die Fabrikkräfte möglichst wirtschaftlich verwendet werden. Diesem Departement liegen auch alle sanitären und Wohlfahrtseinrichtungen ob, ferner die Beobachtung der Gewerbeordnung und anderer Gesetze in ihrer Anwendung auf das Fabrikwesen. Regelmässig sind Meister und Vorarbeiter zu Konferenzen zusammenzuberufen, um die Werkstattverhältnisse zu klären und Geschäftsinteresse zu wecken; gerade die besten Elemente sind aufzufordern, sich an Arbeitervereinigungen in führender Weise zu beteiligen, um einen gerechten guten Geist hineinzubringen.

Ueber die amerikanischen Arbeiterverhältnisse geben die von den Sekretären der englischen Trade-Unions abgefassten „Reports of the Mosely industrial Commission“, Cassel & Co., Ltd., La belle Sauvage, Ludgate Hill, London E. C., Auskunft. Mosely konstatiert, dass der amerikanische Arbeiter besser vorgebildet, besser bezahlt, besser ernährt, besser gekleidet, energischer und weit mässiger besonders im Trinken ist, sowie auch besser wohnt als der englische. Jener hat meist sein eigenes, gut, fast luxuriös möbliertes Haus mit 6 bis 10 Zimmern. Die amerikanischen Arbeiter unterstützen die Verwendung zeit- und arbeitsparender Vorrichtungen und die äusserste Ausnützung derselben, aber der Arbeitgeber lässt auch den Lohn entsprechend der erhöhten Leistung steigen und ermuntert durch Prämien zu Verbesserungen. Die Löhne gehen von 10 Mark bis 20 Mark pro Tag, bei Mädchen von 4 bis 8 Mark, während hiezulande dieselben nur die Hälfte bis 30 % davon betragen. Im allgemeinen habe der englische Arbeitgeber mehr von Amerika zu lernen als der Arbeiter, z. B. auch in der Organisation der Fabrikation in grösserem Massstab zur Verbilligung der Erzeugnisse. Siehe auch Niethammer, Reiseeindrücke aus Nordamerika, Z. f. E. Wien 1903, S. 393 ff.

Die amerikanischen Arbeiter haben sich in sog. Labor-Unions vereinigt, ebenso wie die englischen in Trade-Unions. Diese Arbeiterorganisationen können sehr zur Schaffung eines gerechten Verhältnisses zwischen Arbeitgeber und -nehmer beitragen, wenn sich nicht beide Parteien auf einen oppositionellen Standpunkt stellen. Jedenfalls ist der oft anzutreffende Arbeiterhass gegen alle arbeit- und zeitsparenden Vorrichtungen ein Beweis grosser Kurzsichtigkeit und läuft den vitalsten Arbeiterinteressen zuwider. In dem Konkurrenzkampf auf dem Weltmarkt — und darauf kommt es schliesslich doch an — wird die sorgfältigst hergestellte und bei gleicher Güte billigste Ware den Sieg davontragen. Darüber kann nun kaum ein Zweifel existieren, dass diejenige Nation den grössten Absatz erlangen wird, die am meisten präzise Maschinenarbeit benützt. Auch ist zu beachten, dass der Mensch, der Maschinen zum Ersatz grober Menschenarbeit entwirft, baut und in Stand hält, meist viel intelligenter sein muss als derjenige, der die betreffende Handarbeit verrichtet.

Ueberdies macht die Maschinenarbeit viele zur Behaglichkeit des Lebens beitragende Güter zum Allgemeingut, verbessert damit die Lebensbedingungen und steigert wiederum die Lebensbedürfnisse. Ueber die neueste Ca' Canny-Politik — immer nur langsam voran — der englischen Gewerkschaften siehe Z. V. D. I. 1903, S. 1190. Es werden da Strafen angesetzt gegen diejenigen Unionists, die nicht Widerstand gegen die Akkordarbeit und gegen arbeitssparende Maschinen leisten, es soll nur eine gewisse, maximal zulässige Stundenleistung vereinbart werden. Dagegen sollten sich die Unternehmer schützen durch Einführung arbeitssparender Maschinen, durch Aufklärung der Arbeiter, durch Heranbildung geeigneter Lehrlinge und durch Unternehmerverbände.

Neben den hygienischen Arbeitereinrichtungen (S. 44 ff.) sollten sich die Firmen noch die Errichtung anderer Wohlfahrtseinrichtungen zur Erhaltung und Erziehung eines guten, gesunden Arbeiterstammes angelegen sein lassen. Ich erwähne nur den Bau einfacher, billiger, aber gesunder Wohnhäuser, die Einrichtung von Lehrlingsschulen, von Sparkassen, von Soldaten- und Vorschusskassen. Für Krankheit, Invalidität, Witwen und Waisen, sowie das Alter sorgen in Deutschland bereits die staatlichen Kassen.

Was zur persönlichen Sicherheit der Arbeiter in der Fabrikeinrichtung erforderlich ist, sollte unbedingt vorgesehen werden, wie z. B. Sicherheitsvorrichtungen an Aufzügen, genügender Platz zwischen Werkzeugmaschinen, feuersichere Konstruktionen, genügende, dauernd freigehaltene Ausgänge, zweckmässige Schutzvorrichtungen an allen gefährlichen Maschinen etc. An geeigneter Stelle ist eine Unfallstation mit dem nötigen Verbandzeug einzurichten; möglichst viele Arbeiter sind in der ersten Hilfeleistung bei Unglücksfällen zu unterrichten.

Der richtigen Werkstättenerziehung der Lehrlinge ist im Interesse der Heranbildung guter Arbeiter alle Beachtung zu schenken. Die Westinghouse Co. teilt die Lehrlinge in einen college course (Hochschulabsolventen) und einen school course (für Arbeiter). Alle werden von Anfang an pro Stunde bezahlt (16 Cts. im ersten, 18 Cts. im zweiten Jahr). Die Lehrzeit der erstgenannten, die sich auf alle Abteilungen erstreckt, dauert 2 bis 3 Jahre (56 Stunden die Woche), die der anderen 4 Jahre.

Die Firma Schuckert hat drei verschiedene Schulen eingerichtet, eine für Arbeiterkinder bis 14 Jahre, eine technische Schule für Lehrlinge über 14 Jahre und eine Haushaltungsschule für die Mädchen Schuckertscher Angestellter. Die Lehrzeit in der zweiten Schule beträgt 4 Jahre mit täglich 3 Stunden Schulunterricht und 7 Stunden praktischer Arbeit in eigenen Werkstätten. Es wird unterrichtet in modernen Sprachen, Geschichte, Geographie, Mathematik, Physiologie, Physik, Mechanik und Chemie, Elektrotechnik und Zeichnen. In den Werkstätten, worin vom zweiten Jahr ab kleine Löhne bezahlt werden, lernen

die Leute feilen, schreinern, schmieden, giessen, drehen etc. Ausserdem ist ein Pensionsfond für Arbeiter und Beamte vorgesehen.

Die Baldwin Locomotive Works haben bei 750 Lehrlingen auf 12000 Arbeiter dreierlei Lehrlingskurse, nämlich einen 4jährigen für Leute unter 17 Jahren mit guter Volksschulbildung (im ersten Jahr 5 Cts. die Stunde, im zweiten 7 Cts., im dritten 9 und im vierten 11 Cts., zum Schluss 125 Dollars als einmalige Vergütung), dann einen 3jährigen Kurs für Absolventen höherer Schulen unter 18 Jahren mit einer Bezahlung wie eben in den drei letzten Jahren und schliesslich einen 2jährigen Kurs für Hochschulabsolventen unter 21 Jahren (13 und 16 Cts. die Stunde). Die zwei ersten Klassen haben überdies wöchentlich zweimal an Abend-schulen teilzunehmen, alle 3 Monate kommen sie in andere Werkstätten. Ueber die Art der Beschäftigung wird Bericht geführt.

45. Das Werkstättenbureau.

Die einzelnen Arbeiten des Werkstättenbureaus, mit dem in der Regel ein kleines Zeichenbureau zum Entwurf von Werkstattmaterialien verbunden ist, sind zum Teil schon geschildert, zum Teil werden sie gelegentlich der anderen Bureaus erörtert. Es handelt sich um die Ermittlung der Liefertermine auf Grund der Liefertermine für die einzelnen Arbeitsprozesse und entsprechend dem augenblicklichen Beschäftigungsgrad; die Verteilung der Arbeiten an die Meister durch Teilbestellungen¹⁾ mit Einzelterminen und Lohnvorschriften und schliesslich die Beschaffung der nötigen Vorrichtungen, Werkzeuge und Arbeitsmaschinen. Die Meister geben die ihnen zugewiesenen Arbeiten mit einer Arbeits- oder Zeitkarte und der Materialaufstellung für das Magazin an ihre Arbeiter weiter und nehmen sie nach Fertigstellung mit der Arbeitskarte, die vom Meister und eventuell von einem Revisor zu bestätigen ist und dann ins Lohnbureau geht, wieder ab.

Das eigentliche Werkstättenbureau ist mit dem Ordrebureau, der Einkaufsabteilung, sowie dem Lohn- und Kalkulationsbureau in engstem Zusammenhang, weshalb z. B. die A. E.-G. alle diese Abteilungen mehr oder minder eng zu einem vierteiligen Werkstättenbureau vereinigt²⁾, dessen erste Abteilung für den Verkehr mit den technischen und kaufmännischen Bureaus, für die Materialbestellung und die Lieferzeiten

¹⁾ Eine Maschinenbestellung teilt sich z. B. in folgende Teilbestellungen: Modelle, Werkzeuge, Polgehäuse, Ankerkörper mit Welle, Kollektor und Schleifringe, Wicklung, Bürstenjoch und Verbindungen, Bürstenhalter, Lager, Montage samt Prüfung und Anstrich, wozu je die entsprechende Materialaufstellung gehört.

²⁾ Nach Lasche, Z. V. d. I. 1902.

verantwortlich ist. Die zweite Abteilung, die sich in die Metallbearbeitung und die Wickelei spaltet, sorgt für die Verteilung und Ueberwachung der Werkstattarbeiten, während die dritte Abteilung die Beschaffung von Werkzeugmaschinen, Hilfsvorrichtungen und Werkzeugen, sowie Reparaturen und die Behandlung von Maschinen und Werkzeugen leitet. Die vierte Abteilung umfasst die Vorkalkulation und das Lohnbureau samt dem Akkordwesen.

Soweit als irgend möglich hat, wie öfters erwähnt, das Werkstättenbureau Massenfabrikation anzustreben. Für Schalter, Instrumente, Bogenlampen geht das ohne weiteres, es ist aber auch für Anlasser, Regulatoren und Maschinen, nicht allein für Kleinzeug, sondern herauf bis 100 und 200 PS, angezeigt. Dabei wird man allerdings in der Herstellung nicht auf eine Trennung der Fabrikation der einzelnen Maschinenteile in vollem Masse eingehen, wie das sonst häufig bei Massenfabrikation der Fall ist, sondern die Maschine wandert, mit dem Rohmaterial beginnend, von einer Werkzeugmaschine und von einer Arbeitstelle zur andern, bis sie fertig ist. Eine Ausnahme davon macht nur die gesonderte Herstellung der Formspulen, Bürstenhalter, Schrauben, Bolzen, Räder, Lagerschalen und Lagerböcke, der Wellen, Fundamentschienen etc., die man in Zwischenlagern fertig zur Ausgabe bereit hält und in Masse, zum Teil auf automatischen Maschinen, herstellt.

46. Projektenbureaus.

Die Projektenbureaus benützen zweckmässig gedruckte Formulare für die verschiedenen normal vorkommenden Anlagen, welche alle erforderlichen Angaben enthalten und worin nur die für den Einzelfall passenden Zahlen für Strom, Spannung, Tourenzahl etc. einzutragen sind. Man vermeide ruinöse Garantieangaben; Garantien sollten sich möglichst auf ähnliche Ausführungen stützen. Die charakteristischen Eigenschaften der Maschinen und Apparate lassen sich gleichfalls ein für allemal gedruckt zusammenstellen, ebenso Umrisszeichnungen¹⁾, in die nur die speziellen Einzelmasse einzusetzen sind, sowie photographische Reproduktionen, welche die Ausführungsformen für den Laien oft besser zeigen als kostspielige Zusammenstellungszeichnungen. Man sollte nicht soviel Zeit, wie das leider vielfach geschieht, auf unnötige Angaben, Verzierungen und Schaubilder verwenden, die nur das Projekt recht gross machen sollen, aber auch umso unübersichtlicher. Die Zeit wird besser dazu benützt, ein wirklich wirtschaftliches, für den Einzelfall passendes Projekt mit sachlichen Uebersichtsplänen, einer einwandfreien Rentabilitätsberechnung und unter Verwendung normaler, erprobter Typen auszuarbeiten.

¹⁾ Die Anfertigung von Skizzen und Plänen kann ohne weiteres in einem der für die Fabrikingenieure sowieso vorhandenen Zeichensaal erfolgen. Zeichnungen für Projekte sollten handliches Format haben.

Die Aufstellung eines Projektes besteht in der Ermittlung des Kraftbedarfs von Generatoren und Stromverbrauchern, in der Ausarbeitung eines vollständigen Programms mit der Disposition der Zentrale, des Netzes, der Unterstationen und der Verbrauchstellen, und ferner aus Anfragen bei Zulieferanten, daran schliesst sich der genaue Kostenanschlag und der Erläuterungsbericht. Bei der Abgabe der Liefertermine ist zu den von der Fabrik angegebenen Terminen noch die Zeit für Verfrachtung samt Laden und Entladen und für die Montage genügend reichlich einzusetzen. Ausser dem Bearbeiten von Projekten fallen in dieses Bureau noch die ausgedehnte Korrespondenz, sowie die Akquisitions- und Montagereisen. Nach Erhalt einer Bestellung hat dieses Bureau an Hand der Akten die ganzen Verhältnisse klarzulegen und sie erst dann zu bestätigen. Im Anschluss daran werden die definitiven Zusammenbau- und Fundamentpläne angefertigt, später die richtigen Monteurdispositionen aufgegeben und zum Schluss die Abrechnung kontrolliert. Ausser der schon erwähnten Teilung in Kraftübertragung und Zentralen sind folgende Unterabteilungen der Projektenbureaus üblich:

- a) Zentralenbau, d. h. Disposition der Dampfmaschinen, Rohrleitungen und des elektrischen Teils eines Elektrizitätswerks;
- b) Leitungsnetze und Fernleitungen;
- c) Schalttafelbau;
- d) Beleuchtungseinrichtungen;
- e) Allgemeine, einfache motorische Antriebe;
- f) Krane, Rollgangmaschinen und event. Lokomotiven;
- g) Aufzüge, Haspel, Fördermaschinen;
- h) Pumpen, Wasserhaltungen, Ventilatoren;
- i) Marineabteilung etc.

Zum raschen Arbeiten der Projekten- und Zweigbureaus — diese können viele Projekte an Hand der örtlichen Verhältnisse sehr gut ausarbeiten — gehören technisch und kaufmännisch präzise, vollständige Preislisten, für ganze Anlagen und für Schalttafeln Normalschemen, schriftlich präzisierete Gesichtspunkte zur Ausarbeitung von Plänen für Leitungsnetze, Beschreibungen und Abbildungen aller Materialien, die von der Fabrik zu liefern und laufend zu ergänzen sind. Amerikanische Firmen geben für ihre Projekten- und Zweigbureaus unter anderem sog. technical letters aus, die sämtliche Fabrikate mit allen wichtigen Eigenschaften und Daten klarlegen und wohl auch mit Konkurrenzerzeugnissen vergleichen, ferner ganz vortreffliche Instruktionsbücher für die Montage und Behandlung von Maschinen und Apparaten unter Einfügung guter Schaltskizzen und Abbildungen.

Äusserst wertvoll ist es, die Ingenieure der Projekten- und Zweigbureaus aus den eigenen Werkstatt- und Fabrikingenieuren auszuwählen und regelmässig Fabrikzusammenkünfte der Vertreter und aller Verkaufingenieure anzuordnen. Ein inniges Zusammenarbeiten zwischen Projekten- und Fabrikingenieuren (commercial and designing engineers) ist äusserst wertvoll.

Eine der wichtigsten Arbeiten der Projekten- und Montageingenieure ist die Ausarbeitung zuverlässiger Montagezeichnungen für die bestellten Anlagen. Montagearbeiten sind immer teurer als Fabrikarbeiten, man sollte deshalb die Anlage so weit als möglich in der Fabrik fertigstellen. Dazu ist aber Grunderfordernis, dass nachher alles zusammenpasst, was nur möglich ist, wenn auf durchgearbeiteten Plänen alle Einzelheiten der Anlage, Rohrleitungen, Fundamente, Kanäle, Leitungen, Durchführungen u. s. f. genau disponiert sind.

Liefert bei grossen Maschinen die Elektrizitätsfirma die Welle nicht mit, so ist an den Zulieferanten ausser einer Skizze der Welle und einer Zusammenstellung eine exakte Keilschablone abzugeben. Es gibt überhaupt viele Fälle, wo Wellenenden, Kupplungsflansche, Rädergetriebe zweier Firmen ineinanderpassen müssen und wo es Aufgabe der Projektenbureaus ist, Missverständnisse zu vermeiden. Wo immer möglich, sollte das endgültige Zusammenpassen in einer der beiden Werkstätten vorgenommen werden, z. B. der Zusammenbau und Probelauf eines Ventilators mit dem Motor in den elektrischen Werkstätten, die Gesamtmontage von Turbodynamos in der Turbinenfabrik.

Von den Reise- und Montageingenieuren sind neben den genügend begründeten Abrechnungen über Reiseausgaben, ausgezahlte Löhne und Materialausgaben genaue Reise- und Montageberichte einzuverlangen; auch die Zweigbureaus sollten kurzgefasste Monatsberichte verabfolgen. Alle diese Berichterstattungen sind in der Regel auch für die Fabrikingenieure von der grössten Wichtigkeit.

47. Bestellungen.

Die Bestellungen teilen sich in: 1. Kundenorders, und zwar a) ganz normale, die keine Ingenieurarbeiten verlangen, b) normale noch auszuarbeitende, und c) anormale¹⁾, 2. Lagerorders, 3. Werkstättenorders, 4. Reparaturen, 5. Experimentelles, und 6. Bestellungen für eigenen

¹⁾ Hierbei kann es sich um geringfügige Aenderungen handeln oder aber um prinzipielle Neukonstruktionen, wozu ein Konferenzbeschluss aller massgebenden Beamten erforderlich sein sollte.

Bedarf. Die von auswärts mit Bestellnummern versehenen Bestellungen werden in der Fabrik mit einer Kommissionsnummer laufend versehen. Die verschiedenen Arten von Bestellungen schreibt man wohl auf verschiedenfarbiges Papier oder gibt ihnen unterscheidende Buchstaben als Bezeichnung. Die Bestellungen der einzelnen Bureaus (Zentralen, Kraftübertragung, Bahnen) werden in der Regel ebenso charakterisiert. Das Bestellformular enthält das Datum, die Bestellnummer des Zweig- oder Projektenbureaus, die Fabrikbestellnummer, die genaue Adresse des Bestellers und die Versandadresse, dann die Gegenstände der Bestellung mit allen erforderlichen Angaben¹⁾ samt den Garantien — nicht mehr und nicht weniger als der Besteller wünscht — und schliesslich den Liefertermin und wohl auch die Zahlungsbedingungen. Nachstehend gebe ich einige Beispiele:

Abteilung: LK.

Br., 20. September 1903.

Bestellung: Order-Nr. 1670.

Gegenstand: *Beleuchtung und Kraftübertragung.*

Liefertermin: *längstens 5. Dezember 1903 montiert an Ort und Stelle.*

Ab Fabrik: *1. November 1903.*

Versandadresse: *Wilhelm Müller & Co., Dortmund, Güterbahnhof.*

Konventionalstrafe: *M. 50.— pro Tag.*

Anzahl	Bezeichnung der Gegenstände	Zeichnung Nr.	Rohgewicht kg	Fertig-gewicht kg	Bemerkung
1	Kompound-Dynamomaschine . . . Leistung 5000 Watt, 110 Volt; Tourenzahl 1200 per Minute; 50 Ampere	640			
1	Handregulator	646			
1	Riemenspannvorrichtung	642			
1	Satz Ankerplatten und Schrauben	641			

¹⁾ In der Order muss z. B. für eine Gleichstrommaschine stehen: Type, KW (Dynamo) oder PS (Motor), Touren, Volllastspannung, Art der Erregung (bei Kom-pounddynamos Leer- und Vollspannung), bei variabler Spannung je die zugehörige Stromstärke; garantierte Wirkungsgrade und Erwärmungen, Zweck (Zusatzdynamo), Ausführungsform (2 Lager, Grundplatte?), Wellenstumpf oder Riemenscheibe (normal?); Angaben über die Welle, das Schwungrad und die Lagerabstände, sowie GD² bei grossen Maschinen, Abstände Mitte Welle vom Fussboden; Nebenschlussregulator und Art der Montage desselben; Anlasser (Betriebsbedingungen, sowie Ausführungs- und Antriebsart), eventuell Tourenregler, Reserveteile.

Abteilung: *LK.*

Br., 20. September 1903.

Bestellung: Order-Nr. 1671.

Gegenstand:	} wie S. 309.
Liefertermin:	
Ab Fabrik:	
Versandadresse:	
Konventionalstrafe:	

Anzahl	Bezeichnung der Gegenstände	Zeichnung Nr.	Rohgewicht kg	Fertig- gewicht kg	Be- merkung
1	2 PS Serienmotor 105 Volt, 1000 Touren p. Minute mit Anlasswiderstand für variable Tourenzahl	420			
1	Satz Fundamentschienen und Bolzen	421			
1	Schalttafel	422			

Abteilung: *LK.*

Br., 20. September 1903.

Bestellung: Order-Nr. 1681.

Gegenstand:	} wie S. 309.
Liefertermin:	
Ab Fabrik:	
Versandadresse:	
Konventionalstrafe:	

Anzahl	Bezeichnung der Gegenstände	Zeichnung Nr.	Rohgewicht kg	Fertig- gewicht kg	Be- merkung
	Fracht, Verpackung, Montage.				

Grössere Bestellungen pflegt man durch einen gestempelten¹⁾ Vertrag festzulegen, der alle Liefer- und Zahlungsbedingungen enthält und

¹⁾ Stempel gleich etwa $\frac{1}{3}$ % des Betrags.

beiderseitig rechtskräftig gezeichnet wird. An einer an die Fabrik gegebenen Bestellung sollte möglichst nichts mehr nachträglich geändert werden. Eine Aenderung der Tourenzahl, der Spannung u. a. bereitet bei einer in Arbeit befindlichen Kommission leicht Schwierigkeit. Von kaufmännischer Seite wird jede Bestellung gleich nach Eintreffen in das Hauptkommissionsbuch eingetragen. Für Vorrat ist ein besonderes Kommissionsbuch vorhanden.

Hat man sich bezüglich des Liefertermins mit der Werkstatt, bezüglich der technischen Bedingungen mit den Fabrikingenieuren und auch bezüglich der Zahlungsbedingungen entsprechend vergewissert, so wird der Auftrag in allen Einzelheiten auf vorgedrucktem Formular genau bestätigt und fragliche Punkte raschestens geklärt.

Statt der internen Bestellformulare, die eventuell in mehreren Exemplaren in der auf S. 6 angegebenen Weise durch die verschiedenen Fabrikbureaus gehen, jeweils mit entsprechenden Vermerken versehen, benützen kleinere Firmen meist die schon erwähnten Bestell- oder Kommissionsbücher, manchmal ein kaufmännisches und ein technisches:

Hauptkommissionsbuch.

Datum	Kommissions-Nr.	Bestellungs-Nr.	Besteller		Gegenstand der Bestellung	Voranschlag vom: (Datum)	Preis		Zahlungsbedingungen	Liefertermin	Versandinstruktion	Auskunft Nr.	Bemerkungen
			Firma	in			M.	Pf					

In ersteres werden die Zahl- und Lieferbedingungen sowie Konventionalstrafen, später der erfolgte Versand und die Erledigung eingetragen, in das andere die genaue technische Bestellung mit allen Garantien, dem Liefertermin und den Konventionalstrafen, die möglichst

zu vermeiden sind. Dazu werden dann alle Werkstattangaben, die Hinweise auf die Wickelbücher und die Zeichnungen gefügt, worauf das Bestellbuch regelmässig ins Bestell- und Versandmagazin und die Werkstätten (Meisterbude) geht und dort jeweils mit dem Erledigungsvermerk versehen wird.

Das Konstruktionsbureau gibt die genaue Stück- oder Materialliste an das Magazin.

Sofort bei Eingang der Bestellung in die Fabrik erhält die bestellte Maschine eine Maschinennummer, welche in allen auf sie bezüglichen Akten stets anzuführen ist, auf die Maschinenteile, z. B. auch auf die Welle, dann auf das Firmenschild aufzuschlagen und auf die Gussteile aufgeschrieben wird.

In jedem Bureau, durch welches Bestellungen laufen, richtet man sich am besten eine Kartenregistrierung ein; auf jeder Karte steht kurz die Type, das Eingangsdatum, die erledigenden Beamten, die Dringlichkeit und schliesslich das Erledigungsdatum und an wen weitergegeben:

B., den 1. 8. 03.	Order-Nr.....
Gegenstand: 3 Stück MP 6 — 100 — 150 — 550 Volt mit Feldregulator.	
Besteller: Zweigbureau Köln für Maschinenfabrik X. X.	
Liefertermin:	100 Mk. Konventionalstrafe pro Tag.
Zur Erledigung an Herrn	Erledigt am
A. B. (Elektr. Ber.) . . . bis 3. 8.	2. 8.
C. D. (Zeichnungen) . . . „ 10. 8.	5. 8.
E. F. (Regulator) . . . „ 12. 8.	10. 8.
Berechnung abgeliefert am	3. 8.
Hauptzeichnungen an Werkstatt „ „	6. 8.
Alle Zeichnungen „ „	10. 8.
Fabrikationsnotiz „ „	6. 8.
Wickelangaben „ „	6. 8.
Regulatorangaben „ „	12. 8.
Order als erledigt weitergegeben an.....	am.....

An Hand der unerledigten Karten, die von den erledigten getrennt werden, kann jeden Tag moniert und auch jedes von aussen kommende Monitum erledigt werden, falls man auch die Teilerledigung auf der Karte registriert. Die Aufgabe der Fabrikleitung ist es, durch entsprechende Registrierung und Kontrolle der Teilliefertermine dafür zu

sorgen, dass die Liefertermine eingehalten werden. Ist ein Teiltermin überschritten, so ist die Verspätung sonstwo wieder gut zu machen und wenn es durch Ueberstunden erreicht werden muss. Gleich beim Eingang der Order ist eventuell durch einen passenden Stempel auf dem Bestellzettel zu vermerken, ob die Modelle vorhanden oder neu sind, ob Schnitte alt oder neu, ob Stahlguss, Temperguss erforderlich, wann die einzelnen Angaben erfolgen etc.

Alle Maschinen und Apparate erhalten reihen- und listenmässige Bezeichnungen, die gewöhnlich aus Buchstaben und Zahlen bestehen, z. B. Induktionsmotoren I, Widerstände W; einen Kraninduktionsmotor kann man I K, einen Gusseisenwiderstand W G heissen. Nun fügt man noch eine Zahl bei, z. B. eine einfache Reihenzahl I 1, I 2 . . . , I 20, oder aber I $\frac{1}{2}$, I 1, I 5 . . . , wo $\frac{1}{2}$, 1, 5 . . . die PS-Zahl bedeutet. Auch die Tourenzahl kann noch beigefügt werden: D 1000/107 (Drehstromgenerator von 1000 KW und 107 Touren). Schliesslich lässt sich noch charakteristischer z. B. schreiben MP 8—150—200 (Mehrpolige Gleichstrommaschine mit 8 Polen, 150 KW und 200 Touren). Bei Widerständen wird man häufig die Ohm zur Bezeichnung benützen.

Eine nicht zu unterschätzende Aufgabe der kommerziellen Ingenieure ist die Herstellung eines wohlgegründeten Zutrauens zwischen der Kundschaft und der liefernden Firma. Das Gegenteil ist nur zu oft der Fall; der Kunde sucht sich durch eine Unmenge oft kleinlicher, ins äusserste Detail gehender Vorschriften gegenüber dem Lieferanten zu schützen und schadet damit sich, aber namentlich der Firma, der ein Normalisieren und rasches, zuverlässiges Liefern damit fast unmöglich gemacht wird. Meist ist es für den Abnehmer das Beste, die von der Lieferfirma auf Grund eines reellen Studiums vorgeschlagenen erprobten Typen zu verwenden. Ausserdem ist es erwünscht, dass die Abnehmer die liefernden Firmen bei Neukonstruktionen in geeigneter loyaler Weise bei der Ausprobe unterstützen.

48. Berechnungs- und Konstruktionsbureau.

Die Berechnungsingenieure arbeiten nach im wesentlichen festgelegten Vorschriften des Chefelektrikers die Maschinen- und Apparatenberechnungen auf vorgedruckten Formularen (je gesondert für Gleichstrommaschinen, Drehstromgeneratoren, Drehstrommotoren, Transformatoren, Widerstände, Schalter, Bogenlampen) aus, von denen ich nur eines für Transformatoren und eines für Anlasser hier einfüge, sonst verweise ich auf Niethammer, Elektrische Maschinen und Anlagen (Enkes Verlag).

B..... den.....

Nr.....

Transformator

Kerndimensionen..... Rückendimensionen..... Anzahl der Luftkanäle.....

Hochspannung.

Skizze.

Niederspannung.

Spannung pro Phase Volt

Spannung pro Phase Volt

Strom pro Phase Amp.

Strom pro Phase Amp.

Windungen total

Windungen total

Leiter blank mm qmm

Leiter blank mm qmm

Leiter isoliert mm

Leiter isoliert mm

Stromdichte Amp. pro qmm

Stromdichte Amp. pro qmm

	Querschnitt	Länge	Flux	Induktion	Amperewindungen
Kern . . .					
Rücken . .					
Spalt. . .					
Totale Amperewindungen					

Windungslänge H.S. m Windungslänge N.S. m $I_{\mu} =$
Widerstand pro Phase warm Widerstand pro Phase warm $I_H =$
Leerlaufstrom =

Wirkungsgrad				Spannungsabfall			
Eisenverluste . . .				% Volllast			
Kupferverluste H.S. .				Streuspannung . . .			
Kupferverluste N.S. .				Ohmscher Abfall H.S.			
Totaler Wattverlust .				Ohmscher Abfall N.S.			
Abgegebene Watt .				Gesamtabfall $\cos \varphi = 1$			
Zugeführte Watt . .				Gesamtabfall $\cos \varphi = 0$			
η							

Erwärmung Eisen..... Kupfergewicht pro KW = kg

Erwärmung Kupfer..... Eisengewicht pro KW = kg

Größenkonstante $C =$

110 Volt.

10 PS, Anlasswiderstand Strom $J = 77$ Amp.

$W_0 = \frac{2,6}{100} \frac{E}{J} = 0,037 \Omega$					Belasteter Anlauf					Tourenreduktion 45 %				
$i = \frac{39}{100} J = 30$ Amp.					Mod. 654/736					Mod. 654/738				
Nr.	W		J		q	Durchmesser des Drahtes			Nr.	q	Durchmesser des Drahtes			Nr.
	total Ω	Stufe Ω	max. Amp.	norm Amp.		mm ²	mm	m			kg	G.Z.	mm ²	
1	3,670					XII ^x	XII ^x				IX ^x	IX ^x		
2	2,050	1,620	30	30	0,85	0,3	3,3	0,024	XII C	1,13	0,4	4,4	0,044	IX C
3	1,150	0,900	54	54	2,35	0,5	5,0	0,100		3,48	0,7	7,5	0,220	
4	0,645	0,505	96	77	4,62	0,7	5,6	0,220		7,01	1,0	8,5	0,500	
5	0,360	0,285	137	77	4,62	0,7	3,2	0,126		13,9	1,4	9,4	1,100	
6	0,202	0,158	138	77	4,62	0,7	1,8	0,071		13,9	1,4	5,2	0,610	
7	0,114	0,088	137	77	4,62	0,7	1,0	0,039		13,9	1,4	2,9	0,340	
8	0,064	0,050	136	77	4,62	0,7	0,6	0,024		13,9	1,4	1,7	0,200	
9	0,037	0,027	137	77	4,62	0,7	0,3	0,012		13,9	1,4	0,9	0,110	
10		3,633 Ω						0,616		12 C				
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														

Datum:

Unterschrift: (Nach Erlacher).

Die Berechnungen werden numeriert und nach dem Kartensystem registriert. Alle Normaltypen sind in ihren wichtigsten Grössen tabellarisch für Umrechnungen und Offertrechnungen zusammenzustellen.

Ausserdem sind beim Berechnen ausführliche Tabellen zu benützen, die für alle ausgeführten Typen die Blechdimensionen (Innen- und Aussendurchmesser, Segmentgrösse, Nutformen und -zahlen, sowie Art des Schnittes) enthalten, ferner die Kommutatorabmessungen, die Pol- und Gehäusemasse. Von diesen Abmessungen ist nur im Notfall oder bei grösseren Lieferungen abzuweichen. Diese Aufgabe, Neuentwicklungen zu vermeiden, wird den Berechnungsingenieuren dadurch erleichtert, dass man ihnen die Betriebsverhältnisse möglichst genau mitteilt, damit sie wissen, ob das Modell knapp oder reichlich sein kann. Alle Berechnungen und Angaben für tatsächliche Ausführungen sind von zwei Beamten vollständig nachzurechnen. Die ausschliessliche und ausgiebige¹⁾ Verwendung des Rechenschiebers im Berechnungs- und Konstruktionsbureau ist selbstverständlich.

Auf einem Auszugsformular gehen die elektrischen Angaben zum Konstruktionsbureau zur Anfertigung der Zeichnungen. Die Wickelangaben werden auf besonderen Formularen (getrennt für Feld und Anker, Stator und Rotor, Hoch- und Niederspannung, Widerstände) oder auch in Wickelbüchern an die Werkstätten geschickt. Eine solche Wickelspezifikation ist nachstehend ausgeführt:

Order 12075.

Firma:

T Nr.

Datum

Anzahl der Blätter 2.

Wicklungsangaben

für

Einphasentransformator Type HW 50 — 15 — 5000/2 \times 250.50 Perioden-, 15 KW, 5000 Volt Hochspannung, 2 \times 250 Volt Niederspannung.

Die zugehörigen Zeichnungen sind:

Bleche (von 20 KW, 2080 Volt) Nr. 2931 | Zusammenstellung Nr.

Wicklung und Isolation Nr. 6433 | Wickelform Nr.

Pro Transformator 2 Schenkel,

Jochhöhe = 712 mm.

Niederspannungswicklung

total = 312 Windungen.

Pro Schenkel 2 Spulen; 1 Spule zu 78 Windungen in 1 Lage zu 78 Windungen.

Leiterdimensionen blank 8 \times 2 mm (2 parallel aufeinander); isoliert 8,3 \times 2,3 mm.

Blankes Kupfergewicht pro Spule 11,5 kg; Totalgewicht = 46 kg.

Widerstand pro Spule bei 20° C. 0,022 Ohm; bei 60° C. 0,025 Ohm.

Verbindungen: Niederspannungs-Kabelkontakte, Zeichnung Nr. und

Isolation derselben

¹⁾ Auch für dritte Wurzeln, zum Potenzieren und für trigonometrische Funktionen.

Schema Nr. Firma: Datum:

Widerstandswicklungsangaben Nr. 1178.

Type T. Klasse ¹⁾ 80 (Ohm), 6 (Amp. min.), 9 (Amp. max.), 500 (Volt).

Motoranlasser für 3 PS 500 Volt.

Total 80 Ohm; 6 Amp. auf der ersten Stufe, 9 Amp. auf der letzten Stufe.

Volt: 500; Abstufungen: 7.

Widerstandsmaterial: *Nickelin*; Abteilungen: 1; Kästen: 1.

Schaltung alles in Serie. (Spiralen oder Pakete oder) Röhren.

Stufe	Dimensionen der Abteilungen	Zahl der Einheiten	Ohm pro Einheit	Ohm pro Abteilung	Drahtdurchmesser	Ampere	Schaltung
1	Röhre Nr. 2	3	—	—	—	—	—
2	" Nr. 3	4	—	—	—	—	—
etc.	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

..... Kabelschuhe Stückliste Gruppe Minimalausschalterspule Nr.
 Metallscheiben " " m Drahtdurchmesser
 Isolationsscheiben " " m
 Unterlegscheiben " " m Kabel (Zuführungen)
 Verbindungsstücke " " m
 Verbindungsstücke Zeichng. Pos. Distanzscheiben u. a.
 Satz Anschlussteile Stückliste Gruppe
 Isolation der Zuführungen
 Grösse des Kastens: 200 × 200 × 80 nach Zeichnung Nr.
 Kontaktbrett nach Zeichnung Nr.
 Isolationsprüfung mit 1000 Volt
 Anmerkungen:

Unterschrift:

Das Konstruktionsbureau fertigt zunächst eine übersichtliche mechanische Berechnung an mit Angaben über Gewichte, Beanspruchungen und Dehnungen, wie dies nachstehend beispielsweise für eine Gleichstrommaschine ²⁾ angegeben ist:

¹⁾ Die eingeklammerten Ausdrücke bleiben in der Regel weg, zum Beispiel T 80 — 6 — 9 — 500.

²⁾ Weg eingehender Erläuterung dieses Schemas verweise ich auf Niethammer, Elektrische Maschinen und Anlagen, Bd. I, 2.

Br., den 190.....

Nr.....

Mechanische Berechnung¹⁾.

..... Gleichstrom Generator Type KW Touren Volt
 Motor PS

Allgemeine Order-Nr.....

Fabrikorder-Nr.....

Elektrische Berechnungs-Nr..... Fabrikationsnotiz (Zeichnungsliste) Nr.....

Wickelangaben, Feld Nr..... Stückliste Nr.....

Anker Nr..... Gussliste Nr.....

Hauptzeichnungen: Bleche Nr..... Kommutator Nr.....

Ankerkörper Nr..... Feldgehäuse Nr.....

Welle Nr..... Lager Nr.....

Zusammenstellung Nr.....

	Material	Gewicht kg	Preis Mk.	Bemerkung
Gehäuse (Feld).				
Skizze:				
Joch, Querschnitt				
Durchmesser aussen				
Oberteil				
Unterteil				
Pole, Querschnitt				angegossen? angeschraubt?
Polschuhe, Querschnitt				
Spulenkupfer, Nebenschluss, Durch- messer blank				
Serie				
Isolation (detaillieren)				
Lack				
Spulenkasten, Flansche				
Mantel				
Gehäuse, Oberteil				
Unterteil				
Total				
Maximaldurchbiegung $e =$				
Beanspruchung kg/c^2				
Zahl der Trennfugen				
Verbindungsschrauben, Stück, Durchmesser				Art ²⁾ .

¹⁾ Für den Gebrauch ist das Schema etwas gesperrter zu drucken, um die berechneten Zahlenwerte einsetzen zu können.

²⁾ Stiftschrauben oder Kopfschrauben.

	Material	Gewicht kg	Preis Mk.	Bemerkung
Prisonringe ¹⁾ , Stück, Nr.				
Polschrauben, Stück pro Pol				
$k_z =$				
$k_b =$				
Fusschrauben, Stück, Zugschrauben,				
Durchmesser, lang				
Stück Druckschrauben				
Durchmesser, lang				
Prisonstifte, Stück, Durchmesser, Nr.				
Stützbock mit Schraube, Durchmesser,				
Nr.				
Tragöse, einfacher Querschnitt c^2 .				
Schraubendurchmesser				
Beanspruchung in der Oese				
" " " Schraube				
Anker.				
Skizze:				
Dynamobleche, Stück, dick				
Ventilationsstücke, Stück				
Ankerkörper mit Armen				{ elliptisch, kreuzförmig, T-förmig.
Armquerschnitt, innen				
aussen				
Pressflansche, Stück, dick				
Tragflansche, dick				
Totale Beanspruchung im Arm =				
in den Flanschen =				
in den Tragflanschen				
im Blechring =				
Bolzen für Bleche, Stück, Durch-				
messer				
Keile für Bleche, Stück, Masse				
Beanspruchung dieser Bolzen kg/c^2 .				
dieser Keile kg/c^2				
Zugkraft am Hebel m				
bei einer Beanspruchung kg/c^2 .				
Blechbolzen, Stück, Durchmesser				
Wicklung, Stäbe zu				
Drähte zu				
Isolation (detaillieren)				
Lack				
Bandagen, Zahl zu Drähte, Durch-				
messer				

¹⁾ Prisonanlagen (Keile).

	Material	Gewicht kg	Preis Mk.	Bemerkung
Bandagen, Beanspruchung kg/c^2				
Nabenstärke				
Nabenslänge				
Arbeitsleisten				
Geteilter Anker:				
a) Am Kranz.				
Trennfugen, Zahl				
Verbindungsschrauben pro Fuge				
Stück, Durchmesser				
Beanspruchung kg/c^2				
Prisonringe, Zahl, Nr.				
Schrumpfringe, Stück, Masse				
Schrumpfbänder, Querschnitt				
Beanspruchung kg/c^2				
b) An der Nabe.				
Trennfugen, Zahl				
Verbindungsschrauben, total				
Stück, Durchmesser				
Beanspruchung kg/c^2				
Prisonringe, Zahl, Nr.				
Schrumpfringe, Stück, Masse				
Querschnitt				
Beanspruchung kg/c^2				
Kommutator.				
Skizze:				
Kupfersegmente, Zahl				Kommutator auf Welle, auf Anker- nabe, auf Armstern des Ankers (seitlich)?
Dicke oben				
" unten				
Isolation				
Winkel des Konus				
Isolationsringe, Stärke				
Beanspruchung der Segmente				
Mitte kg/c^2				
aussen kg/c^2				
Kommutatorkörper.				
Beanspruchung des angegossenen Pressringes in 3 Querschnitten				
Pressflansche, Stück				
Pressschrauben, Stück, Durchmesser				

	Material	Gewicht kg	Preis Mk.	Bemerkung
Zugkraft kg, am Hebel m				
(Beanspruchung kg/c^2)				
Armzahl				
Armquerschnitt				
Beanspruchung bei 100° Erwärmung				
a) Pressflansche kg/c^2				
b) Pressschrauben kg/c^2				
Keilmasse oder Schraubenmasse				Befestigung des Kommu- tators.
Bürsten, Stück, Querschnitt, Nr.				
Bürstenhalter, Stück, Nr.				
Bürstenzapfen, Durchmesser				
Zapfenisolation				
Bürstenbrille				Art der Bür- stenverstel- lung, Hand- rad, Hebel?
Bürstenjoch				
Sammelringe, Stück, Masse.				
Anschlussklemmen				Art Marmor, Bolzen, Durch- führungen, Kabelkupp- lungen.
Verbindungskabel (Anker), Durch- messer				
Stück, Länge m, Nr.				
Verbindungskabel (Nebenschluss), Durchmesser				
Stück, Länge m, Nr.				
Verbindungskabel (Serie), Durch- messer				
Stück, Länge m, Nr.				
Welle und Lager.				
Skizze:				
Maximaldurchmesser				
Zapfen I: $d_z \times l_z =$				
Zapfen II:				
Zapfen III:				
Abstand der Lagermitten von der Belastung:				
Ankergewicht				
Kommutatorgewicht				
Magnetischer Zug				
Schwungradgewicht				
Riemenzug				
$(M_b)_{\text{max}}$				

	Material	Gewicht kg	Preis Mk.	Bemerkung
(Ma) max				
Maximale Beanspruchung kg/c^2 . .				
Durchbiegung				
Zapfen $k_b =$				
$k =$				
$v_z =$				
Federn, Stück				
Masse				
Riemenscheibe, Durchmesser, Breite				
Seilscheibe, Durchmesser, Rillen . .				
(oder Kupplung)				
Riemenscheibenbefestigung				
Riemen- oder Seilgeschwindigkeit . .				
Beanspruchung der Kupplung kg/c^2				
Lager I				Lagerschild
" II				oder Lager-
" III				bock?
Lagerschalen, Bronze				
Weissmetall.				
Schmierringe Nr.				
Lagerdeckel				
Lagerdeckelschrauben, Stück, Durch-				Art.
messer				
Lagerschrauben (Fuss, Schild), Stück,				Art.
Durchmesser				
Oeldeckel, Oelhähne u. a.				
Prisonstifte, Zahl, Durchmesser, Nr.				
Grundplatte, Wandstärke =				
Fundamentschrauben, Zahl, Durch-				
messer, Länge				
Gleitschienen (Riemenspanner) Nr. . .				
Firmenschild				
Farbe, Lack und Spachtel				
Lötzinn				
Summe		kg.....	Mk.....	

Erforderliche Hilfswerkzeuge.

	Nummer	Preis Mk.	Alt oder neu	Bemerkung
Modelle { Ankerkörper (für Guss) . .				
{ Gehäuse (für Stahl)				

	Nummer	Preis Mk.	Alt oder neu	Bemerkung
Schnitte (Einzel- oder Komplettschnitte):				
Anker				
Polschuhe				
Wickelformen (Stab, Draht):				
Anker				
Feld				
Fräser				
Bohrer				
Zeichnungen, Zahl				
Zeit				

Die Kosten dieser Hilfsvorrichtungen ergeben zusammen die EntwicklungskostenMk.

Liefertermin.

	Einzelliefertermin Tage	Datum
Zeichnungen für Modelle und Schnitte .		
Zeichnungen und Wickelangaben komplett		
Modelle		
Schnitte		
Guss { Grauguss		
{ Stahlguss		
Ankerkörper fertig		
Ankerwickeln		
Feldgehäuse bearbeitet		
Spulenwickeln		
Lager, Welle, Grundplatte		
Montage		
Prüfung		
Lackieren		
Versand		

Gesamter TerminTage.

Löhne.

	Arbeitszeit in Stunden	Mk.
Gehäuse bearbeiten		
Pole und Polschuhe		

	Arbeitszeit in Stunden	Mk.
Welle		
Bleche stanzen		
Bleche zusammenbauen		
Kommutator		
Ankerwickeln		
Spulenwickeln		
Lagerschalen		
Lagerböcke oder Schilder		
Grundplatte		
Riemenspanner		
Bürstenhalter und Klemmenbretter		
Montage		
Prüfung		
Lackieren		
Verpacken		
Summe Löhne		
Zuschlag 80 %		
Summe Material		
Zuschlag 30 %		
Summe		
Entwicklungskosten ¹⁾		
Summe		

Daran schliesst sich die Anfertigung der Zeichnungen, zunächst derjenigen für Gussstücke und für Dynamobleche. Meist werden neben anderem auch eingehende Wickelzeichnungen und solche über Klemmen und Kabelverbindungen ausgeführt. Zusammenstellungen, die man nicht allzusehr überladen soll, sind zeitraubend und nicht immer erforderlich. Die Zeichnungsliste wird in einer Notiz, welche die Bestellung und die Bestellnummern enthält, unter Angabe der Zeichnungsnummern und der Wickelangabenummern, sowie der Liefertermine für alle diese Angaben mit Mitteilungen für das Prüffeld und der Garantien, sowie der Konventionalstrafen an die Werkstätten übermittelt:

¹⁾ Bei mehr als 1 Stück auf verschiedene zu verteilen.

Fabrikationsnotiz.

Nr.

Order-Nr. Firma: B, den

Zwei Induktionsmotoren DM 20 — 125 — 300 für 2000 Volt mit Schleif-
ringen und Kurzschlussvorrichtung.

Für Zweigbureau Petersburg.

Ausführung mit drittem Lager, geschlossenem Grundrahmen, Riemenscheibe und
Gleitschienen.

Für die Ausführung sind folgende Zeichnungen und Angaben massgebend:

Stator- und Rotorbleche	6287, Rubr. 18
Statorgehäuse	6332, „ 18
Statorpressring	6333, „ 5
Rotorkörper und Pressring	6338, „ 3
Lagerschilde	6337, „ 4
Lagerschalen: Lager I 9×22 geteilt	6501
Lager II 8×20 ungeteilt	6500
Oeldeckel etc. für Lager: Lager I	6189, Bl. II, Rubr. 5
Lager II	6189, „ II, „ 4
Kurzschlussvorrichtung, Welle etc.	8957, Rubr. 1
Schleifringe Nr. 6	6292, Bl. I, Rubr. 1
Bürstenhalter „W 4“ (6 Stück)	6298, Rubr. 2
Bürstenhalterbolzen (4 Stück)	Sk. 1685, Nr. 4
Kabeldurchführungsbrett D 1	6294, Rubr. 2
Kabelhalter (3 Stück) Ausführung II	6409, „ 1
Kabelkupplungen (3 Stück)	6525, Nr. 1
Statorwicklung	6334, Rubr. 2
Rotorwicklung	6335, „ 2
Zusammenstellung	8920, „ 6
Kohlenbürsten 25×40 (12 Stück).	
Aussenlager	8900, „ 7
Lagerschale für Aussenlager 8×20 ungeteilt	6500
Grundplatte für Motor und Lager	8908, „ 6
Riemenspanner	6481, „ 10
Firmenschild Nr., Leistung = 125 PS, Tourenzahl = 290.	
Riemenscheibe: Durchm. = 870, Breite = 690, Nabenlänge = 300, Bohrung = 110 mm.	
Statorwicklungsangaben	S Nr. 1952
Rotorwicklungsangaben	R Nr. 1688.

N. N. (Ressortingenieur.)

X. X. (Konstrukteur.)

Ausser dieser Notiz fertigt das Konstruktionsbureau noch eine
Materielliste oder Stückliste, die alle erforderlichen Guss- und Schmiede-
teile, das Kupfer, die Isolationsteile samt den zugehörigen Gewichten,
Längen und Querschnitten, sowie die Modellnummern und wohl auch die
Werkzeugmaschinen zur Bearbeitung der betreffenden Stücke enthält.
Manche Firmen lassen auch getrennte Gusslisten aufstellen.

Gussliste Nr.

Order-Nr.

Datum

Für Maschine

Lieferant

Bezeichnung des Stückes	Nummer der Modelle und Kernkästen	Anzahl Gussstücke	Zeichnungs- Nr.	Anzahl Stücke im Modell	Anzahl Kernkästen	Material	Guss- gewicht	Be- merkungen

Unterschrift:

Der Konstrukteur soll sich stets der ungemainen Wichtigkeit einer zuverlässigen Stückliste, einer separaten oder der auf der Zeichnung, bewusst sein. Schreibt er für ein Gehäuse Gusseisen statt Stahl vor, so bedeutet das ausser einem direkten Verlust von Tausenden von Mark und neben Aerger und Verdross noch eine Lieferterminüberschreitung, nicht selten mit harter Konventionalstrafe.

Die Arbeiten der Konstrukteure sind so weit als möglich zu normalisieren. Es ist stets die Verwendung vorhandener Modelle, Schnitte, Werkzeuge (Bohrer, Fräser etc.) und Pressformen anzustreben, worüber Tabellen anzufertigen sind, auch auf die vorhandenen Werkzeugmaschinen und Werkstattmethoden ist bei der Konstruktion Rücksicht zu nehmen, kleinere Firmen sind z. B. öfters im maximalmöglichen Aussendurchmesser beschränkt. Allzuhäufiges Wechseln der Normaltypen kann für eine Firma verhängnisvoll werden. Von allen Normalteilen wie Schrauben, Lagerschalen, Isolationsteilen, Eisen- und Kupferdimensionen, Kupplungen, Riemenscheiben etc. sind Tabellen anzufertigen, die im Zeichensaal aufzuhängen oder jedem Konstrukteur in Mappen vereinigt einzuhändigen sind und von denen nicht abzuweichen ist. Dazu füge man die Vorschriften über die mechanische Berechnung (Formeln für die Beanspruchungen und Durchbiegungen), ein Verzeichnis aller Konstruktionsmaterialien mit ihren Festigkeitseigenschaften, die vom Prüffeld ermittelt und dem Lieferanten vorgeschrieben werden, ferner eine Zusammenstellung der spezifischen Gewichte, der Isolationseigenschaften und nicht zuletzt der mittleren Preise pro Kilogramm, Angaben über die Art der Darstellung in der Zeichnung, die Formate und Massstäbe der Zeichnungen.

Dasselbe enthält u. a. eine Liste, welche die Art der zu verwendenden Striche (für Umrisse, für Mittellinien, für Nichtsichtbares etc.), eine zweite für die zu benützende Form von Buchstaben und Zahlen, ferner solche für die Schraffierung der einzelnen Materialien, für die genaue, präzise Bezeichnung der einzelnen Maschinenteile, einschliesslich kleiner Teile wie Schrauben verschiedener Art etc.

Häufig werden auch die ganzen Normalreihen und ausgeführten Maschinen in allen ihren wesentlichen Massen und in einzelnen Details tabellarisch aufgestellt (alle Gehäuse, alle Schilder, Pressringe, Wellen etc.), wodurch man eine sichere Gesetzmässigkeit erzielt.

Der Ingenieur soll nach einfachen und sparsamen Festigkeitsrücksichten betriebssicher, billig und gefällig konstruieren, Gussstücke mit Rücksicht auf bequemes Formen und billige Modelle, Schmiedestücke in möglichst einfachen Formen; allgemein ist wenig Bearbeitung anzustreben, z. B. durch Anbringen von entsprechenden Wulsten und Arbeitsleisten, um Trennfugen zu verdecken. Auf leichte Demontage ist ebenfalls sehr zu achten und durchweg hat der Konstrukteur sich über die Herstellung jeder Einzelheit seines Entwurfs klar zu sein, um nicht Unausführbares zu Papier zu bringen.

Die Zeichnungen¹⁾ werden meist erst auf mit Reisszwecken befestigtem Konzeptpapier entworfen und, nachdem der Ressort- oder Chefkonstrukteur diesen Bleistiftentwurf gebilligt hat, auf Pausleinen ausgezogen. Vielfach verwendet man auch durchsichtiges Zeichenpapier und fertigt direkt von diesen Bleistiftskizzen Pausen an,

Material-Tabelle:

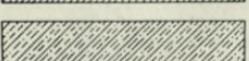
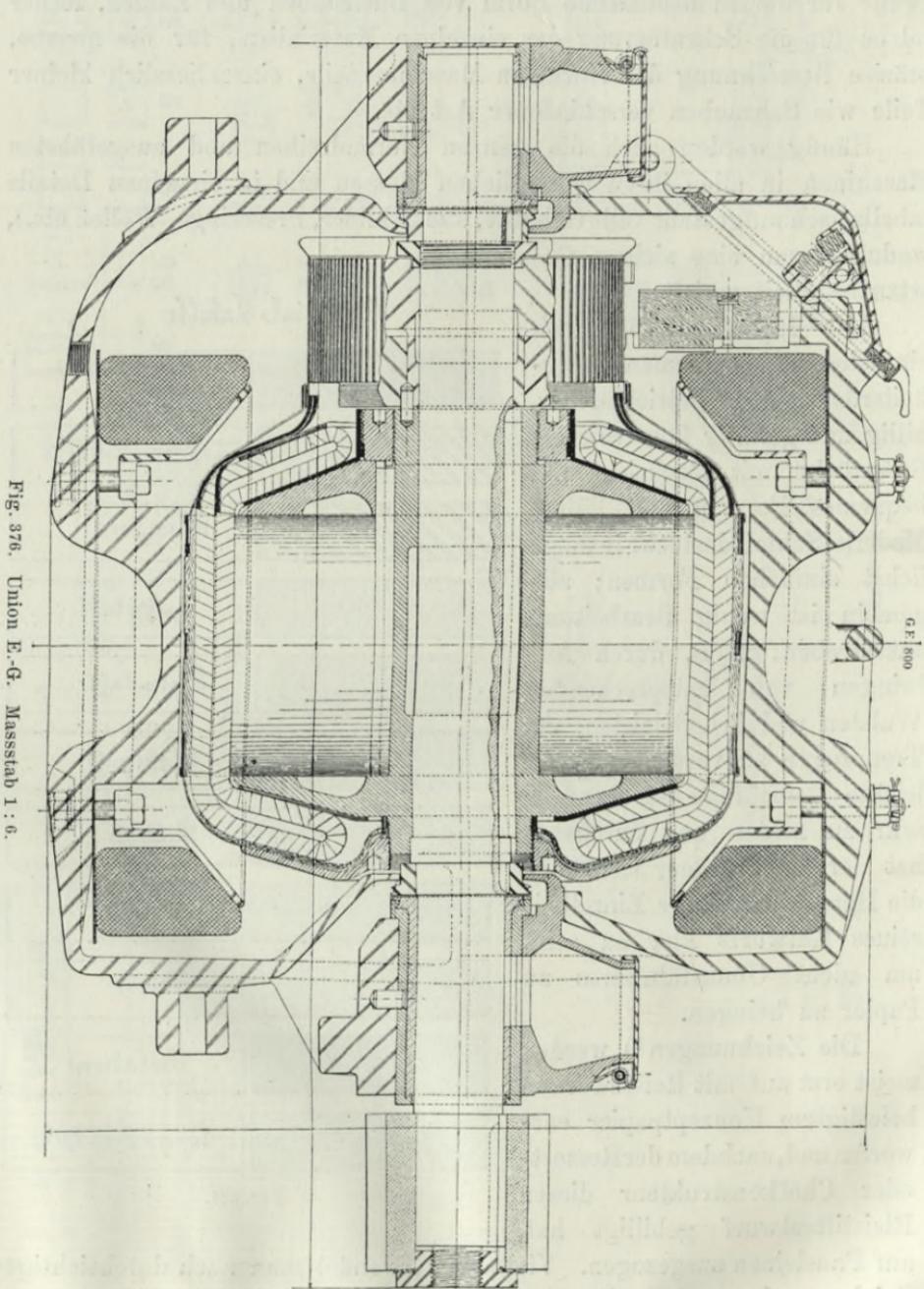
	Gusseisen:
	Schmiedeeisen:
	Stahleisen.
	Gussstahl:
	Stahlguss:
	Roheisen
	Zinn
	Blei:
	Isolation:
	Lang & Quer Holz:

Fig. 375.

¹⁾ Siehe Weyde u. Weickert, „Die Anfertigung der Zeichnungen für Maschinenfabriken“; ferner A. zur Megele, „Wie fertigt man technische Zeichnungen?“ und Riedler, „Das Maschinenzeichnen“.



die allerdings an Deutlichkeit zu wünschen übrig lassen. Das Bemalen der Zeichnungen ist veraltet, die Querschnitte schraffiert man nach Fig. 375 dem Material entsprechend. Wichtig ist das saubere und zuverlässige Einschreiben der Masszahlen, die von einem zweiten zuverlässigen Konstrukteur zu kontrollieren sind. Die Masse, die der Arbeiter braucht, sind direkt einzuschreiben, man muss diesem nicht zumuten, eine Reihe Zahlen erst zu addieren. Man schreibe eher in den verschiedenen Projektionen, von denen nicht unnötig viele, aber doch eine genügende Anzahl zu zeichnen sind, manche Masse doppelt als zu wenig ein. Die Zeichnungen müssen alle Angaben für sämtliche in Frage kommenden Werkstätten enthalten, d. h. für die Modelltischlerei, Giesserei, Werkzeugmaschinen, Montage etc., besondere Modellzeichnungen sind zu vermeiden. Es ist aber in der Tischlerei eine Zugabe für das Schwinden und das Bearbeiten zu machen, bei Stanz- und Pressarbeiten ist die Aenderung der Dimensionen ebenfalls zu beachten. Zu bearbeitende Flächen umrahmt man manchmal mit Rotstift auf der Pause oder aber man schreibt an die fraglichen Flächen im Original ein „b“ (bearbeitet, im Englischen „f“ finish). Neuerdings geht man sogar weiter und schreibt im Werkstättenbureau ebenfalls durch den Anfangsbuchstaben die Art der Bearbeitung an. Auf allen Blättern stets an derselben Stelle (links oben) wird die Nummer der Zeichnung geschrieben, die z. B. von der Zeichenregistratur dem Hundert nach ausgegeben werden. Rechts unten ordnet man die Stück- oder Materialliste an. Die einzelnen Stücke, auf die verwiesen wird, sind in der Zeichnung durch recht grosse umringte Zahlen oder Buchstaben bezeichnet. Normalteile wie Schrauben und Bürstenhalter sind nicht zu zeichnen, sondern in der Stückliste ihre Nummer anzugeben. Auch die Modellnummern, die entweder fortlaufend oder mit der Zeichnungsnummer gleichlautend, bei mehreren pro Zeichnung noch unter Zufügung von A, B gewählt werden, sind daselbst einzutragen. Darunter werden Rubriken zum Eintragen von Aenderungen und Zufügungen ausgespart, wobei immer Datum und ändernder Zeichner einzutragen sind. Korrekturen an Zeichnungen sind nicht durch Ausradieren, sondern durch Ausstreichen und Darüberschreiben auszuführen. Neben die Stückliste stellt man die Typenrubriken, worin alle Typen verzeichnet sind, die durch die betreffende Zeichnung dargestellt werden. Man fertigt nämlich für Stücke, die auf mehrere Maschinen identisch passen, keine neuen Zeichnungen an. Hin und wieder findet man auch Angaben der Kommissions- oder Bestellnummer auf den Zeichnungen. Schliesslich ist noch ein Feld für Firma, Datum und Unterschrift vorzusehen, sowie der Massstab und eine Ueberschrift aufzuschreiben. Auf einer Zusammenstellung vermerkt man wohl auch die gesamte Zeichnungsliste. In Fig. 373 u. 374 sind zwei typische

Bilder von Zeichnungen gegeben, die von der Union E.-G. Berlin herrühren.

Zweckmässig kommen auf die Zeichnung folgende Unterschriften: Konstrukteur, der die Zeichnung anfang und der sie vollendet, der Pauser und der Kontrolleur. Ausserdem ist es bei manchen Firmen üblich, dass nach einer eingehenden Zeichnungskonferenz der Chefkonstrukteur, der Chefelektriker, der Werkstättenchef und der technische Direktor die Zeichnung signieren und sie damit erst rechtsgültig machen. Dieses Verfahren ist sehr beachtenswert, weil damit alle technischen Bureaus solidarisch haftbar werden und keines einen Fehler auf das Nachbarbureau abwälzen kann, womit manch unerquicklicher Streit vermieden wird. Für Wickel- und Blechzeichnungen, sowie Wickelspezifikationen sollten jedenfalls die Berechnungsingenieure mitverantwortlich gemacht werden.

Es gibt Fälle, wie im Schaltbrettbau, wo das Zeichnen im wesentlichen im Zusammenstellen von Normalteilen besteht. Dann kann man sich die Arbeit in zwei verschiedenen Weisen vereinfachen. Man lässt von allen normalen Umrisskizzen Druckstempel anfertigen, so dass nur die Mittellinien zu zeichnen sind. In solcher Weise werden Schalter, Messinstrumente, Lampen, Transformatoren, Gestänge und auch Aufschriften aufgestempelt. In zweiter Linie fertigt man von den normalen Schalttafeldern kleine Blaupausen an, oft Hunderte, ordnet sie in Fächern ein und stellt sich dann aus diesen seine ganze Schalttafel zusammen, um sie auf darübergerlegtes Pauspapier zu kopieren.

Alle komplizierten neuen Sachen sind in wahrer Grösse aufzuzeichnen; es gibt aber zahllose einfache Fälle, wo man ohne weiteres in $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{10}$, bei englischem Massstab in $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{12}$ zeichnen kann, der Massstab $\frac{1}{1}$ leidet an dem grossen Mangel der Unübersichtlichkeit. Im Kleinapparatenbau (Messinstrumente, Zähler) ferner für Nutbilder findet sich auch der Massstab $\frac{2}{1}$, $\frac{5}{1}$ und $\frac{10}{1}$. Maschinenteile, die in identischer Form, aber mit Massabweichungen wiederkehren, kann man mit Buchstaben statt mit Masszahlen bezeichnen und Massstabellen aufstellen. Für die Werkstätten ist das allerdings nicht bequem; es gibt auch zu Fehlgriffen Veranlassung.

Das Format der Zeichnungen, sowohl der Werkstattzeichnungen als der Offert- und Informationszeichnungen ist einheitlich festzulegen, z. B. 95×72 c, 72×48 c und 48×36 c. Den Offertzeichnungen, für die ein kleiner Massstab sich empfiehlt, gibt man zum Unterschied von den Werkstattzeichnungen ausser der Nummer eine Bezeichnung z. B. O 501, ebenso den Montage- und Fundamentplänen, z. B. M 1703, sowie den Bureauskizzen B 902. Die Konstrukteure und Pauser sind anzuhalten,

die Arbeitszeit, die sie zu jeder Zeichnung brauchen, anzugeben, man kann z. B. die Zeit auf den Bleistiftentwurf niederschreiben lassen.

Um bezüglich Aenderungen an Werkstattzeichnungen zur Vorsicht zu erziehen, sollten diese nur gegen Ausfüllung eines ausführlichen Formulars, das vom Chefingenieur und Fabrikchef zu zeichnen ist, ausgehändigt werden.

Neukonstruktionen werden zweckmässig zur Erstausführung in Bleistift in die Werkstatt gegeben.

Die Meister und Arbeiter sind dazu zu verpflichten, Zeichnungen genau einzuhalten. Glauben sie ein Versehen gefunden zu haben, so ist sofort das Konstruktionsbureau zu benachrichtigen, das selbst den Fehler zu berichtigen hat. Aenderungen unter der Hand durch mündliche Verabredung zwischen Konstrukteur und Arbeiter sind nicht zu dulden, wenn es auch sehr erwünscht ist, dass jeder Ressortingenieur die Arbeiten seines Gebiets in den Werkstätten stetig verfolgt und auf eventuelle Versehen gleich aufmerksam macht. Zu Maschinenteilen, die sich zeichnerisch nicht ganz klar darstellen lassen, z. B. zu Wicklungen, kann man erläuternde Notizen herausgeben oder auch einige in den Werkstätten bekannte Schlagwörter an die Zeichnung schreiben. Für gewisse Gebiete (Wickelei, Kommutatorbau) kann man auch ein für allemal allgemein gültige Instruktionen festlegen.

Mit Bezug auf den Zusammenhang von Konstruktions- und Berechnungsbureau bemerke ich, dass es Grossfirmen gibt, bei denen jeweils elektrische und mechanische Ingenieure eines Gebiets je einem Chefkonstrukteur unterstellt sind. Dann werden aber alle ganz neuen Gebiete von einem gesonderten Versuchsbureau beackert, worin im wesentlichen Theoretiker arbeiten.

Die Buchung der fertiggestellten Zeichnungen kann in nachstehender Weise erfolgen:

1. durch Eintragung in einem Buch, welches die laufenden Nummern vorgedruckt enthält, unter Angabe des Titels, Datums und der Nummer;
2. es wird eine Indexkarte für jede Maschine oder jeden Apparat ausgeschrieben, welche in besonderen Kabinetten nach den Typen geordnet aufbewahrt werden. Erst nachdem beide Registrierungen erfolgt sind, werden von den eingelieferten Originalpausen Blaupausen angefertigt, und zwar besondere Exemplare für Bureauverwendung, und je nach Bedarf ein bis zwei Exemplare für den Betrieb, welche auf Blechtafeln aufgeklebt werden.

Durch die zweimalige Buchung ist die Zeichnungsregistratur stets in der Lage, Auskunft zu erteilen, 1. ob eine genannte Zeichnungsnummer bereits besetzt ist, durch Einblick in das betreffende Buch, oder, wenn diese Zeichnung schon aufbewahrt liegt, durch Entnahme

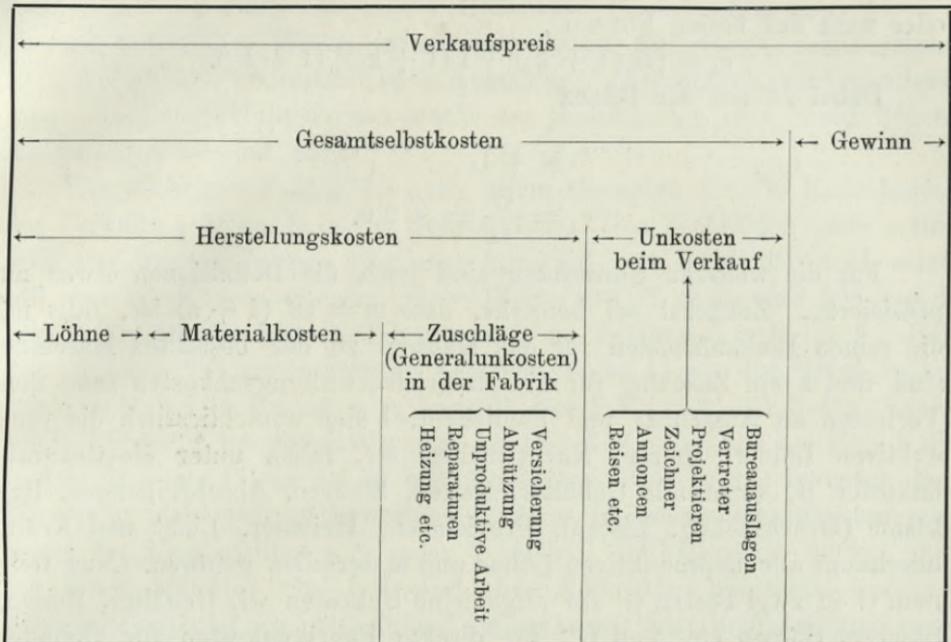
des Originals aus der entsprechenden Papprolle, bezw. der Blaupause aus dem betreffenden Schiefdach (siehe S. 252). Wird 2. eine Zeichnung ohne Angabe der Nummer, sondern unter Nennung des betreffenden Titels verlangt, so ist durch die Indexkarte sofort die Nummer zu finden und hierdurch die Ausgabe der Zeichnung ermöglicht. Die Bureaublaupausen sind ausserdem durch separate Indexkarten eingetragen: bei Entnahme einer Bureaupause aus der Zeichnungsregistratur wird auf dieser Karte mit Bleistift der Vermerk gemacht, von wem und an welchem Datum das betreffende Blatt ausgeliehen wurde. Hierdurch ist es stets bekannt, wo sich die betreffenden Blaupausen befinden, was bei notwendig werdender Einziehung zwecks Aenderungen etc. absolut erforderlich ist. Pausen zur Weitergabe nach aussen werden nur gegen Quittung mit der Unterschrift des Direktors abgegeben.

Hat eine Grossfirma mehrere Konstruktionsbureaus, so ist unbedingt zu verlangen, dass alle strikte nach denselben Normalien arbeiten; alles Zubehör, wie Riemenspanner, Riemscheiben, Lagerabmessungen, ist gemeinsam zu benützen. Ebenso wie es in den Werkstätten von Wert ist, einen bleibenden Grundstock von Arbeitern zu besitzen, sollte auch im Konstruktionsbureau wenigstens eine gewisse Anzahl von Konstrukteuren dauernd gehalten werden; es erspart das manche Fehler und erleichtert das Normalisieren. Den Ingenieurbureaus (Chefs des Berechnungs- und Konstruktionsbureaus) ist unbedingt ein technisch kontrollierender Einfluss einzuräumen über die Einkaufsabteilung für Materialien sowie über die Art des Verbrauchs der Lagerbestände und nicht zum mindesten auch über das Kalkulations- und Vorkalkulationsbureau. Der Chefingenieur sollte möglichst alle kalkulierten Preise vor ihrer Abgabe gegenzeichnen, wobei er namentlich auch auf die Voranschläge des Zubehörs zu achten hat, was er meist besser übersieht wie reine Kaufleute. Die Ausarbeitung der Kostenanschläge geschieht vom technischen Bureau auf ähnlichen, aber etwas gekürzten Formularen wie S. 319. Die Ausarbeitung von Offerten absorbiert in der Regel die Berechnungs- und Konstruktionsbureaus viel zu sehr.

V. Preise und Löhne.

49. Ermittlung des Verkaufspreises.

Die Zusammensetzung des Verkaufspreises erhellt am besten aus nachstehendem Schema:



Bei ganz neu auszuführenden Maschinen sind natürlich zunächst alle drei Posten für den Selbstkostenpreis: die Materialkosten, die Löhne und die gesamten Generalunkosten oder die unproduktiven Kosten pro Maschine unbekannt. Für ausgeführte Maschinen lassen sich in gut organisierten Fabriken ohne weiteres die Kosten für Material und Lohn feststellen, aber die zugehörigen Generalunkosten gibt erst die Jahresbilanz oder eine mehrjährige Bilanz, welche beispielsweise insgesamt M Mark für eingekaufte Materialien, L Mark für bezahlte Löhne und als Rest G Mark Generalunkosten aufweisen soll. Nun hat man sich aber an Hand dieser Bilanz irgend einen Modus zur Vorausberechnung der Preise zu verschaffen. Es gibt mehrere Wege, die jedoch keineswegs gleichwertig sind. Bezeichnet man mit m den Materialpreis einer Maschine, mit l die zugehörigen Arbeitslöhne — die Ermittlung von m und l wird später gegeben —, so kann man die gesamten Selbstkosten s der Maschine, d. h. den Preis ohne Gewinnaufschlag berechnen nach einer der folgenden Formeln ¹⁾:

$$s_1 = (m + l) (1 + c)$$

oder

$$s_2 = m + l (1 + c_1)$$

oder

$$s_3 = m (1 + C_1) + l (1 + C_1) (1 + C_2) = m (1 + C_1) + l (1 + C_3)$$

¹⁾ Siehe den Vortrag des Herrn Récei in der „Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architektenvereins“ 1903; ferner Z. V. D. I. 1903, S. 1051, Benjamin, Kostenanschläge.

oder nach der besten Formel

$$s_4 = [m(1 + k_1) + l(1 + k_2)](1 + k_3).$$

Dabei ist aus der Bilanz

$$c = \frac{G}{M + L} = \infty 0,50$$

$$c_1 = \frac{G}{L} = \infty 2,0.$$

Für die weiteren Konstanten sind noch die Definitionen etwas zu präzisieren. Zunächst sei bemerkt, dass $m = m'(1 + a)$ ist, falls m' die reinen Einkaufskosten für das Material zu der bestellten Maschine sind und a ein Zuschlag für die Materialverwaltungskosten samt den Verlusten an Ausschuss und ähnlichem, l sind ausschliesslich die produktiven Löhne; Heizer, Nachtwächter etc. fallen unter die Generalunkosten G , wozu alle Gehälter, Reisen, Steuern, Abschreibungen, Reklame (Drucksachen, Listen), Provisionen, Heizung, Licht und Kraft, überhaupt alle unproduktiven Löhne und Materialien gehören. Nun teile man G in zwei Posten G' für allgemeine Unkosten wie Gehälter, Reisen, Steuern, Spesen etc. und G'' für direkte Fabrikunkosten für Gehälter der Meister und Löhne der Betriebsbeamten, Kosten für Invaliditäts- und Unfallrente, Krankenkassen u. dergl., Kohlen oder andere Ausgaben für Kraftzwecke sowie Schmierstoff u. dergl., Kohlen für Schmiedefeuer, Ausgaben für den Betrieb besonderer Maschinen, Ausgaben für Beleuchtung, Heizung, Reinigung u. s. w., Abschreibung auf Maschinen, Werkzeuge und Gebäude, Instandhaltung derselben, Zinsen oder Miete für den Fabrikplatz, Versicherung, Steuern für die Fabrik, Transportkosten, Lagerungskosten, Modellkosten. Damit wird in den obigen Formeln:

$$C_1 = \frac{G'}{M + L} \text{ und } C_2 = \frac{G''}{L}.$$

C_1 ist ungefähr 0,2, $C_2 = 0,8$ und $C_3 = 2,0$.

Noch etwas allgemeiner ist die letzte Formel, worin im allgemeinen etwa ist: $k_1 = 0,05$ bis $0,3$, $k_2 = 0,7$ bis $1,5$ und $k_3 = 0,1$ bis $0,2$. Die Koeffizienten variieren je nach der Grösse und Art des Stückes, sie sind häufig für kleine Motoren, Apparate und Schalttafeln kleiner als für grosse Maschinen. Der Koeffizient k_1 soll namentlich auch die Tatsache berücksichtigen, dass schwere Maschinen mit grossen Materialkosten hohe Unkosten für Hebe- und Transportmittel sowie für Werkzeugmaschinen erheischen. Zu den nach den verschiedenen Formeln ermittelten Selbstkosten kommen im Falle anormaler Bestellungen, die nicht mit Hilfe von vorhandenen Schnitten, Modellen und anderen Hilfswerkzeugen hergestellt werden können, noch die sogen. Entwicklungskosten P_e für Zeichnungen und Werkzeuge, die einige hundert und einige tausend Mark betragen können. Sind es x gleiche Stücke, so

kann man pro Stück zu den Selbstkosten $P_e : x$ schlagen. Manche Firmen teilen ihre Waren in normale (ohne Aufschlag), seminormale (5 % Aufschlag), anormale (10 % Aufschlag). Tatsächlich können allerdings die Entwicklungskosten 100 % der Selbstkosten sein, meist liegen sie zwischen 10 und 25 %.

Ein wichtiger Faktor ist nach allem Gesagten für die Kalkulation das Verhältnis M zu L in der Jahresbilanz. Das Verhältnis sollte während des ganzen Jahres möglichst konstant und möglichst hoch sein, soll das Werk prosperieren. Gute Werte von M zu L sind $3\frac{1}{2}$ bis 4 bzw. für das Verhältnis Jahresumsatz zu Löhnen $L = 6$ bis 8. Bei den einzelnen Typen schwankt natürlich m zu l mit der Grösse sehr stark, z. B. bei $\frac{1}{8}$ PS ist m zu $l = 1,6$, bei 1 PS = 1, bei 3 PS = 1,7, bei 20 PS = 2,4, bei 250 KW = 4,8, bei 650 KW = 5,8 und bei 1000 KW = 6,5. Bei der Bilanz ist zu berücksichtigen, dass in der Inventur das Werkzeug nicht voll zu bewerten ist, da es in den Generalunkosten mit einem der Koeffizienten c , C oder k steckt. Halbfabrikate dürfen nur mit ihrem Material- und Lohnwert ohne Aufschläge eingesetzt werden. Schliesslich mache ich noch darauf aufmerksam, dass die Fabrikunkosten in den verschiedenen Abteilungen ganz verschieden sein können. Man kann dann die Löhne spalten in Löhne l_1 für die Schmiede, l_2 für die Schlosserei, l_3 für die Wickelei . . . , die einzelnen Zuschläge k'_2 , k''_2 , k'''_2 für sich ermitteln und für die Selbstkosten schreiben:

$$s_5 = [m(1 + k_1) + l_1(1 + k'_2) + l_2(1 + k''_2) + \dots](1 + k_3).$$

Am gerechtesten lassen sich die Koeffizienten dann ermitteln, wenn jede Fabrikabteilung: Grossmaschinen, Kleinmotoren, Apparate, Schalttafeln, Messinstrumente etc., eine vollständig getrennte Bilanz erhält, womit sich für jede Abteilung besondere Werte der Koeffizienten aufstellen lassen.

Benjamin (Z. V. D. I. 1903, S. 1053) lässt den Kostenanschlag aus folgenden Posten bestehen:

1. Hauptmaterialien,
2. Zuschlag auf diese für Abfall,
3. prozentualer Zuschlag für Nebenmaterialien,
4. Normalarbeitslöhne, nach den wesentlichen Teilen des Erzeugnisses und nach den Einzelbetrieben aufgetrennt,
5. prozentualer Zuschlag auf diese für die Benutzung der maschinellen Vorrichtungen,
6. Arbeitslöhne, welche den besonderen Schwierigkeiten des Fabrikates entsprechen,
7. prozentualer Zuschlag auf diese für Benutzung der maschinellen Vorrichtungen,
8. prozentualer Zuschlag auf alle Löhne der Einzelbetriebe für deren Benutzung,

9. prozentualer Zuschlag auf sämtliche Löhne für allgemeine Geschäftskosten,

10. Anteil des Erzeugnisses an den Modellkosten.

Bei scharfer Konkurrenz ist es zweckmässig für die gängigen Typen Kurven anzufertigen, welche enthalten die Werte:

1. Material + Lohn = $m + l$,

2. die reinen Fabrikselbstkosten $m + l(1 + c_1)$,

3. die Konkurrenzpreise, möglichst den tiefsten, höchsten und mittleren,

4. die Selbstkosten s_3 bzw. s_4 .

An Hand dieser Werte hat man in jedem Einzelfalle einen klaren Ueberblick über die Höhe des Gewinns oder Verlusts, den man eingeht. An Hand von detaillierten Kalkulationen mit den einzelnen Posten für Material, Lohn und Generalunkosten lässt sich auch leicht untersuchen, wo noch Ersparnisse möglich sind, namentlich wenn man dieselben Posten verschiedener Typen miteinander vergleicht.

Für Preise ausserhalb des Fabrikationsortes sind noch die Frachtsätze und eventuell Zölle ausser dem Gewinn (5 bis 20 %, bei Reparaturen das 1½fache) zu den Selbstkosten zu schlagen. Bei Wagenladungen handelt es sich für 1000 km etwa um 6,9 Mk. Fracht pro 100 kg, bei 100 km um 0,86 Mk. pro 100 kg; Stückgut ist 1½- bis 2mal teurer; Eilgut 3mal. Schiffsfrachten sind wesentlich billiger und zwar sind Meerfrachten wieder billiger als Kanalfrachten.

Ein ganz ausschlaggebender Faktor in der Preisbestimmung sind zweifelsohne die Generalunkosten; sie klein zu halten ist eine der Hauptaufgaben einer Direktion. Trotzdem dürfen die Abschreibungen und Versicherungssummen auf Gebäude, auf die gesamte maschinelle Einrichtung einschliesslich Modelle, ferner gegen Feuersgefahr nicht zu gering bemessen werden, wo jeder Tag umwälzende Fabrikationsprozesse oder neue Arbeitsgebiete bringen kann (auf Gebäude 2 bis 5 %, auf Dampfmaschinen 8 %, auf Werkzeugmaschinen 7 % Abschreibung). Am besten steht die gesamte Einrichtung mit „1 Mk.“ zu Buch. Das Betriebskapital, das verzinst sein will, ist auf das Notwendigste zu beschränken, obwohl allzu grosse Knappheit auch schädlich ist. Der Besitzstand ist nicht mit zweifelhaften Papieren zu belasten oder solche Papiere sind niedrig genug anzusetzen. In guten Zeiten Sorge man für einen reichlichen Reservefonds. Das Lager fertiger Maschinen, das nicht unerhebliche Summen kostet, ist nicht zu gross zu halten, es muss aber konkurrenzfähig sein, was wohl am besten durch rasche sachgemässe Ergänzungen erzielt wird und eventuell dadurch, dass man ferngelegenen Zweigburgen oder Verkaufsstellen in fremden Ländern ihre eigenen, wenn auch beschränkten Lager gibt. — Abschliessend gebe ich noch nach Johannis; eine Generalunkostenstellenstellung:

Unkostenzusammenstellung zur Bestimmung der Zuschläge.

Allgemeine Unkosten	Mk.	Pf.	Betriebsunkosten	Mk.	Pf.	Konstante Unkosten	Mk.	Pf.
Stahl			Kohlen			Gehälter		
Feilen			Gas			Zinsen und Skonten		
Hämmer und Stiele			Wasser			Hypotheken- und Kapitalzinsen		
Riemen			Reparaturen an Dampfmaschinen			Tantiemen		
Transmissionsseile			" Kesseln			Gratifikationen		
Putzwolle			" Motoren			Abschreibungen:		
Schmieröle			" Gas- und Wasser- leitungsanlagen			a) auf Gebäude		
Farbe			" elektr. Lichtan- lagen			b) " Maschinen		
Reparaturen an Werkzeugen			" Gebäuden			c) " Werkzeuge		
" Werkzeugmaschi- nen			Magazinarbeiterlöhne			d) " Beleuchtungsanlage		
" Kranen u. Hebe- werkzeugen			Steuern, Versicherung			e) " Mobilien und Uten- silien		
Diverse Reparaturen			Krankenkassenbeträge			f) " Modelle		
			Invalditätsversicherungsbeträge			g) " Patente		
			Portierlöhne			h) " Wagen und Pferde		
			Platzarbeiterlöhne					
			Heizerlöhne					
			Kutscherlöhne					
			Porti und Telegramme					
			Gehälter für Werkstattsschreiber					
			Annoncen und Reklame					
			Provisionen					
			Frachten					
			Reisespesen					
Material, etc. auch per Jahr	M							
Gesamtlöhne	L							
Handlungsunkosten	G							

(Originalgröße 28 1/2 cm hoch, 45 cm breit.)

Für die Vorkalkulation bezw. die Aufstellung von Kostenanschlägen ist es von Wert, ausser der genauen Preisberechnung, die man am besten an Hand detaillierter Nachkalkulationen ausführt, noch gewisse Faustregeln für rasche Preisermittlungen zu haben. Man kann z. B., solange es sich um ähnliche Typen handelt, die Selbstkosten S setzen:

$$S = c \cdot G_m,$$

falls G_m das gesamte Materialgewicht, oder

$$S = c_1 m,$$

wobei z. B. $c = 0,7$ bis $0,8$ Mk. bei grossen Maschinen und $0,9$ bis nahe 2 Mk. bei kleineren Typen ist, während man c_1 , je nachdem das Verhältnis $\frac{m}{l}$ klein oder gross ist, 5 bis $1,9$ setzen kann ($m =$ Materialkosten). Bearbeitetes Zubehör aus Gusseisen kann man mit $0,5$ bis $0,8$ Mk. pro Kilogramm annehmen, Stahl und Schmiedeeisen 50% höher; siehe Niethammer, Elektrische Maschinen und Anlagen I. Bd., 2. Teil.

Da es stets empfehlenswert ist, das Gewicht G_a und den Preis P_a der aktiven Materialien (Kupfer + Dynamoblech + magnetisches Feldgestellmaterial) auszuwerten, so ist auch ein Koeffizient, der die Selbstkosten auf ein Kilogramm aktives Material bezogen angibt, wertvoll; er schwankt allerdings stark. Er ist etwa: Selbstkosten = $1,8$ (grosse) bis 10 mal (kleine Typen) Kosten des aktiven Materials.

Eine weitere überschlägige Preisberechnung besteht darin, dass man mit der Grösse fallende Einheitspreise pro KW oder PS festsetzt, was am ehesten für ruhende Apparate, aber gruppenweise auch für rotierende Maschinen angeht. Bei grossen direkt gekuppelten langsam laufenden Maschinen kann man z. B. 30 bis 50 Mk pro KW setzen. Schliesslich ist es angängig, Preise auf die spezifische Leistung KW/u als Einheit zu beziehen, siehe das eben zitierte Werk.

Ein weiteres Vorgehen benützt als Grundlage für den Preis die Hauptdimensionen. Hobart gibt in E. T. Z. 1903, S. 825 die Beziehung für die Selbstkosten S

$$S = c \cdot D \cdot L,$$

falls D der Luftspaltdurchmesser und L die totale Ankerlänge einschliesslich Endverbindungen ist, wobei $c = \infty 1$ Mk. ist.

Verdoppelt man einen gegebenen Durchmesser auf das Doppelte, so wird der Preis trotz der Verdopplung der spez. Leistung keinesfalls verdoppelt; er wird im allgemeinen nur $1,3$ bis $1,5$ mal grösser. Anhand dieser Erwägung kann man sich für alle üblichen Ankerdurchmesser für eine Ankerlänge einen Grundpreis P_d verschaffen und

dazu für jede Kernlänge l den Wert $c \cdot l$ schlagen, so dass die Selbstkosten werden:

$$S = P_d + c \cdot l,$$

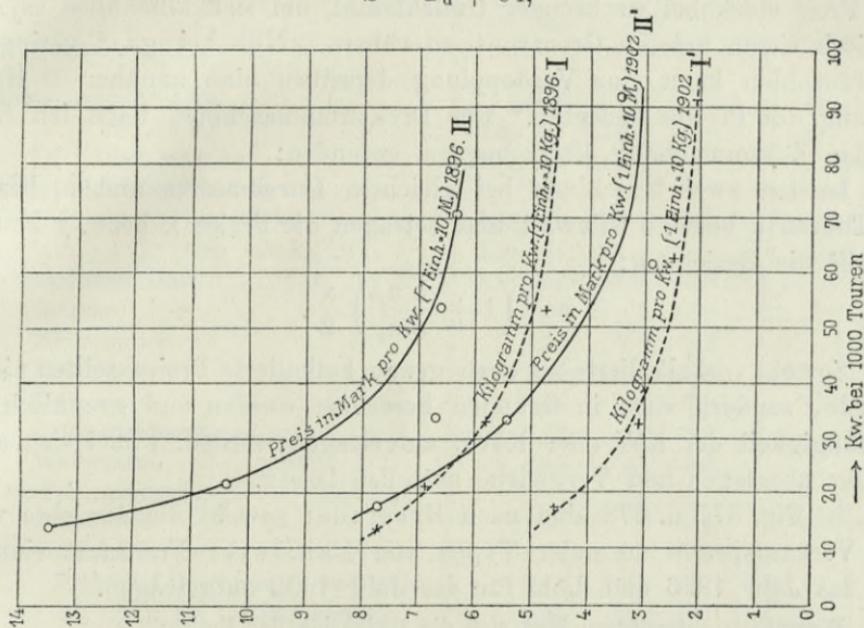


Fig. 978.

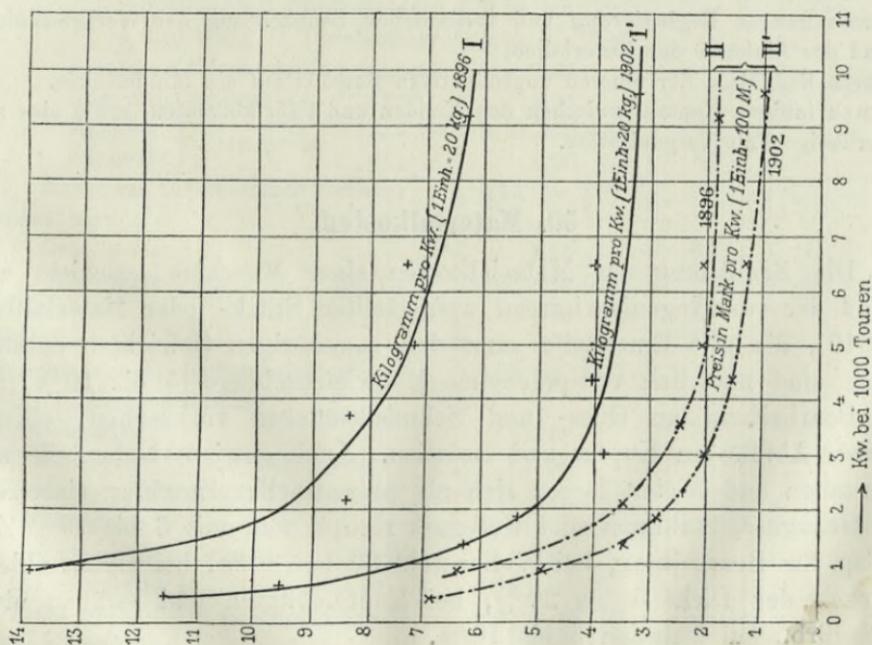


Fig. 977.

$c = 0,02$ bis $0,04 \times P_d$, wenn l in Zentimeter. c ist allerdings tatsächlich für kleines l grösser als für grosses l . P_d kann man nach Hobart setzen

$$P_d = c_1 \left(\frac{D}{100} + c_2 \right)^2,$$

worin D der Ankerdurchmesser in Zentimeter und $c_1 = \infty 0,1$, $c_2 = \infty 100$.

Die Abhängigkeit des Preises von der Tourenzahl für eine Maschine von festgelegter Leistung ist einfach nicht darzustellen. Anfangs fällt der Preis stark bei wachsender Umlaufzahl, um sich allmählich asymptotisch einem unteren Grenzwert zu nähern. Nur bei ganz geringen Tourenzahlen kann eine Verdopplung derselben eine annähernde Halbierung des Preises bedeuten. Für Drehstrommaschinen habe ich folgenden Zusammenhang öfters bequem gefunden:

Leisten zwei Maschinen bei gleichem Durchmesser und u_1 bzw. u_2 Touren a bzw. b Kilowatt und betragen die Preise x bzw. y Mark, so gilt die Beziehung:

$$y = \left(1 + \frac{b u_1}{a u_2}\right) \frac{x}{2}.$$

Sowohl vorkalkulierte als auch genau kalkulierte Preise sollten nicht einzeln, sondern stets in Gruppen berechnet werden und graphisch in Abhängigkeit der KW oder KW/u aufgetragen werden, wobei sich alle Fehler übersehen und Vergleiche anstellen lassen.

In Fig. 377 u. 378 sind nach Breslauer sowohl die Gewichte wie die Verkaufspreise normaler Typen von Lahmeyer-Frankfurt einmal für das Jahr 1896 und dann für das Jahr 1902 aufgetragen.

Wesentlich unterstützen lässt sich die Reduktion der Preise:

1. durch genaue Registrierung und fortlaufende Beobachtung der Werkstattlöhne und des Einkaufs der Materialien,
2. durch Reduktion der teureren unproduktiven Bureaus auf ein Mindestmass,
3. durch innigen Kontakt zwischen den Kunden und Fabrikbeamten, sowie eine zuverlässige Fabrikorganisation.

50. Materialkosten.

Die Ermittlung der Materialkosten einer Maschine geschieht auf Grund der vom Ingenieurbureau aufgestellten Stück- oder Materialliste (S. 319), die alle Einzelteile samt den zugehörigen Gewichten enthält. Dabei sind natürlich entsprechende Materialzuschläge (5 bis 10 %) für die Bearbeitung an Guss- und Schmiedestücken vorzusehen, ebenso gewisse Abfälle an Kupfer und Isolation. Auch gewisse Nebenteile wie Schrauben und Nieten lassen sich als prozentueller Zuschlag einsetzen. Bei Grauguss, Stahlguss und Gelbguss rechne man mit 6 bis 10 % Zuschlag für Bearbeitung, bei Wellenstahl 20 bis 30 %, bei Dynamoblech je nach der Dicke 5 bis 20 %, bei Kupferdrähten und -stäben etwa 4 bis 6 %, bei Isolation 5 bis 10 %.

Die Einzelpreise der in der Elektrotechnik verwendeten Materialien sind bei Lieferung in grösseren Quantitäten etwa die folgenden¹⁾:

¹⁾ Die Festigkeitseigenschaften siehe Niethammer, Elektrische Maschinen, Apparate und Anlagen I₂.

	Preis pro kg Mk.	Spez. Gewicht	
Grauguss unter 1 kg	0,35	7,2	} Hängt noch von d. Art des Stückes ab.
„ bis 250 kg	0,25 bis 0,18	—	
„ über 2000 kg	0,17 bis 0,15	—	
Dynamostahlguss bis 5 kg	1,00	7,8	} Mit Kern teurer als ohne.
„ bis 100 kg	0,45 bis 0,80	—	
„ über 500 kg	0,29 bis 0,33	—	
Schmiedbarer Guss	0,58 bis 0,65	7,7	
Rotguss	1,90	8,5	
Messingguss	1,50	8,3	
Kupferguss	2,00	8,8	
Zinkguss	1,45	7,0	
Phosphorbronzeguss	2,00	8,0	
Weissmetall	2,45	9,5	
Kupfer, gezogen:			
Grundpreis	1,35	8,9	
Ueberpreise:			
Draht 1,4 Durchmesser und mehr	0,13	—	} blank
„ 1,0 bis 1,4 Durchmesser . .	0,20	—	
„ 0,20 bis 1,0 Durchmesser . .	0,35 bis 0,25	—	
„ 0,10 bis 0,20 Durchmesser	0,75 bis 0,45	—	} umspinnen
Drähte im Durchschnitt } totaler	1,65	—	
Litze im Durchschnitt } Preis	2,05	—	
Stangen } Ueberpreis	0,10 bis 0,15	8,9	
Segmente } Ueberpreis	0,28	8,9	
Mehrpreis für verzinnte Drähte . .	0,15 bis 0,30	—	
Messing:			
Grundpreis	1,10	8,7	
Ueberpreise	0,05 bis 0,20	—	
Aluminium	4,00	2,6	
Nickelbleche, Neusilber	3,00	1,8	
Verschiedene Widerstandsdrähte . . .	3,00 bis 15,00	—	
Stahl, Siemens-Martin:			
Grundpreis	0,15	7,8	
Ueberpreis 60 mm Durchmesser . .	0,01	—	
„ 150 mm Durchmesser	0,07	—	
Wellenstahl:			
Grundpreis	0,22	—	
Ueberpreise	0,01 bis 0,05	—	
Extra guter Stahl (Kruppstahl) . .	0,32 bis 0,40	—	
Nickelmanganstahl	1,70	—	
Eisendraht	0,30 bis 0,40	—	
Verzinkter Eisendraht	0,35 bis 0,60	—	
Stahldraht	2,00 bis 6,00	7,8	

	Preis pro kg Mk.	Spez. Gewicht
Dynamobleche, 1000 × 2000 mm:		7,8
0,35 mm stark	0,27	—
0,50 mm stark	0,23	—
0,80 mm stark	0,20	—
Tafeln > 1150 mm gegen Ueberpreis	—	—
Zinn	2,63	—
Blei	0,25 bis 0,35	11,3
Asbest, 1,0 bis 0,1 mm stark	0,40 bis 1,00	2,4
Fiber, Platten	1,75 bis 2,50	2,5
„ Stangen und Röhren	7,50 bis 8,00	—
Isolierband	7,00	—
Glimmer, roh	1,70 bis 2,80	3,0
„ in grossen Scheiben nach Mass	20 bis 30	—
Mikanitleinen	5,00	—
Leatheroid	2,30	—
Papier, Seiden-	0,50	0,9
„ Manila-	0,45	—
„ Rot-	1,05	—
Vulkanasbest als Spulen	2,00 bis 4,08	—
Weichgummi	6,00	1,5
Stabilit	4,50 bis 5,50	—
Hartgummi und Eisengummi	7,50	—
Paraffin	0,65 bis 2,00	—
Lacke:		
Emaillack, Armalack	} 1,00 bis 2,30	—
Sticker, Japanlack		
S-Lack, Tauchlack	—	—
Leinölfirnis, Leinöl	0,75	—
Schellack	3,00	—
Terpentinöl	0,70	—
	Preis Mark	Spez. Gewicht
Kohlen für Bürsten	0,05 bis 0,15 pro cm ³	—
Messing- oder Kupfergewebe für Bürsten	0,05 bis 0,10 pro cm ³	—
Grauleinen, 85 cm breit	0,80 pro m	—
Pressspan, 0,2 mm dick	0,16 pro 800 × 600 mm	1,4
„ 1,0 mm dick	0,43 pro 800 × 600 mm	—
	0,70 bis 0,85 pro kg	—
Segeltuch, 100 cm breit	0,90 bis 1,20 pro m	—
Leinenband, 0,3 mm stark, 23 mm breit	3,50 pro 100 m	—
Baumwollband, 0,2 mm stark, 16 mm breit	1,10 pro 100 m	—
Transformeröl pro Liter	0,40	—
Marmor	10 bis 40 pro qm je nach Dicke (20 bis 50 mm) und Qualität	—

	Preis Mark
Schiefer	10 pro qm (30 mm dick)
Holz	35 bis 140 pro cbm
Fertige Schrauben	1,00 bis 0,40 pro kg
Fertige Schmiedestücke	0,25 bis 0,80 pro kg
Riemen	1,30 bis 3,00 pro m und 50 mm Breite (ungefähr proportional der Breite)
Seile	1,00 bis 2,00 pro kg (1 cm ³ wiegt ∞ 1 g.)

Beim Bezug aus dem Ausland kommen hierzu noch die jeweiligen Zölle.

51. Ermittlung der Löhne.

Die Ausmittlung der Löhne für eine ausgeführte Maschine ist an Hand der auf S. 293 angegebenen Zeitkarten, die je nur auf eine Ordernummer ausgestellt sind, nicht schwierig, während die Uhrkarten mehr für die Lohnauszahlung benützt werden. Die Vorausbestimmung der Löhne, die für alle Stück- und Prämienlohnsysteme unerlässlich ist, stellt durchaus keine leichte Aufgabe dar. Hat man ähnliche Typen schon ausgeführt und ist ein gutes detailliertes Lohnverzeichnis der ausgeführten Waren am besten als Kartensystem vorhanden, so vereinfacht sich die Aufgabe wieder. Allerdings soll es das Bestreben der Fabrikleitung sein, die Lohnunkosten durch rationelle Durchbildung auf dem Konstruktionsbureau, durch Verwendung geeigneter Hilfsvorrichtungen und Werkzeugmaschinen stetig zu reduzieren. Aus den genauen Nachkalkulationen kann man sich für die wichtigsten Maschinenteile Einheitslohnsätze pro Kilogramm festlegen.

Als Anhaltspunkte gebe ich zunächst an, dass gelernte Arbeiter wie Schlosser, Monteure, Schmiede, Tischler, gute Wickler 35 bis 70 Pf. in der Stunde verdienen, bei einer täglichen Arbeitszeit von 9 bis 10 Stunden; Sonntags und Nachts 20 bis 50 % mehr. Arbeiter an Werkzeugmaschinen erhalten 0,25 bis 0,50 Mk. pro Stunde. Ungelernte Arbeiter (Tagelöhner) stellen sich auf nur 1,50 bis 3,00, weibliche Arbeiter auf 1 bis 2 Mk. pro Tag. In den Vereinigten Staaten sind die Löhne fast allgemein etwa doppelt so hoch, gute gelernte Arbeiter können 15 Mk. und mehr erzielen; Mädchen noch 4 bis 6 Mk. Meister und Vorarbeiter sollen hier nicht einbegriffen werden, da sie in der Regel monatlich (150 bis 400 Mk.) bezahlt werden.

Zur Vorausberechnung der Löhne hat man sich sämtliche Einzeloperationen an den verschiedenen Stücken, die zu einer Maschine gehören, aufzustellen (siehe bei Beispiele) und die zugehörige Arbeitszeit sowie die Einheitslöhne dazu zu setzen. Dabei handelt es sich nicht allein um das Drehen, Hobeln, Bohren, Fräsen etc., sondern auch um das Auf-, Ab- und Umspannen sowie den Transport.

Das Aufspannen und Ausrichten kann 1 Minute bis 1 Tag in Anspruch nehmen; das Abspannen geht etwas rascher. Das Drehen eines Quadratmeter Fläche bei einer Schnittgeschwindigkeit von $v = 50$ bis 150 mm pro Sekunde und einem Vorschub von $V = 0,25$ bis 1 mm pro Umdrehung beansprucht extrem 4 bis 40 Stunden, je nach der Zahl der Schnitte, der Art der Bank und des Materials. Stossen und Hobeln erfordert bei $v = 30$ bis 70 mm und $V = 1$ bis 2 mm 10 bis 30 Stunden pro Quadratmeter. Das Bohren hängt von dem Produkt Lochtiefe mal Lochdurchmesser ab und benötigt pro Quadratcentimeter dieses Produkts 0,01 bis 0,03 Stunden. Gewindeschneiden ebenso 0,02 Stunden pro Quadratcentimeter.

Einige Beispiele mögen zur Erläuterung der Lohnbestimmung nützlich sein:

a) Gleichstromdynamo: 450 KW, 180 Touren, 230 Volt, drei Lager mit Grundplatte und Seilscheibe (letztere von auswärts bezogen).

	Teillöhne Mk.	Gesamtlöhne Mk.
Welle	—	260
Ausschuppen	45	—
Fertigdrehen	70	—
Ankerkörper	—	340
Bleche stanzen (Segmente)	16	—
Nuten stanzen (Einzelschnitt)	50	—
Ankeraufbau	150	—
Einen Ankerflansch drehen	12	—
Ankernabe ausbohren	14	—
Ankerkörper abdrehen	28	—
Ankerwickeln	—	290
Kommutator	—	230
Pressringe drehen	8	—
Kollektorsegmente ausdrehen	22	—
Kollektor aufziehen	8	—
Polgehäuse	—	280
Feldspulen wickeln	—	80
Bürstenhalter	—	30
Bürstenjoch	—	190
Verbindungsbretter	—	15
Drei Lagerböcke	—	125
Bohren	5	—
Anreissen	0,50	—
Schlossern	2	—
Prisonstift drehen und fräsen	0,20 bis 0,15	—
Prisonstift verbohren	0,40	—
Kuglig ausdrehen	12	—

	Teillöhne Mk.	Gesamtlöhne Mk.
Drei Lager	—	65
Schalen ausbohren	4	—
Schalen ausgiessen und mit Nuten versehen . .	10	—
Montage, Prüfen, Lackieren	—	150
Modelle	—	1200

b) Gleichstromdynamo: 750 KW, 140 Touren, 550 Volt für direkte Kupp-
lung, mit einem Aussenlager.

	Gewicht kg	Materialpreis Mk.
Polgehäuse	14000	4800
Feldwicklung	1800	3200
Ankerwicklung	600	1300
Ankerkörper	5700	1900
Kollektor	2400	2300
Bürstenjoch und Klemmbretter	1500	1000
	26000	14500
Zuschlag 30 %		4400
Löhne		3000
Zuschlag 80 %		2400
	Summa	24300
Zuschlag 10 %		2400
	Selbstkosten	26700 Mk.
Dazu kommen		
Eine Welle mit Flansch	2300	2000
Ein Aussenlager	2400	1100
Gesamt	30700 Mk.	29800 Mk.

c) Drehstromgenerator: 30 KW, 750 Touren, 200 Volt (Innenpoltype,
zwei Lagerschilder, aufgeschraubte Polschuhe).

	Teillöhne Mk.	Gesamtlöhne Mk.
Stator samt Bleche und Schilder	—	90
Gehäuse anzeichnen	1	—
Gehäuse ausbohren	5	—
Feldkörper und Welle	—	80
Feldkörper drehen und ausbohren	8	—
Welle abdrehen etc.	19	—
Einen Polschuh hobeln	0,5	—
Feldkörper und Polschuhe anreissen	3	—

	Teillöhne Mk.	Gesamtlöhne Mk.
Schleifringe	—	5
Stator und Rotor wickeln	—	75
Montieren, Prüfen, Lackieren	—	40
Modelle umändern	—	35 (+ 5 Mk. Material)
Bleche unter die Pole legen (nach Prüfung)	—	15

Dazu eine direkt gekuppelte Erregermaschine, 2 KW.

	Teillöhne Mk.	Gesamtlöhne Mk.
Polgehäuse	—	40
Ausbohren und drehen	6	—
Anreissen	1,50	—
Einen Pol bohren	0,40	—
Einen Polschuh abschrägen	0,30	—
Ankerkörper	—	20
Kollektor	—	12
Feld- und Ankerwickeln	—	35
Bürstenhalter und -joch, Verbindungsbrett	—	15
Montage, Prüfung, Lackieren	—	5
Modelle (neu)	—	95 (+ 15 Mk. Material)

d) Welle für einen Strassenbahnmotor GE 800: 22 PS, 500 Touren (siehe Fig. 376, welche zugleich für den Abschnitt Wickelerei von Interesse ist).

	Lohn Mk.
Abschneiden und zentrieren	0,20
Roh abdrehen	0,75
Fertigdrehen	1,30
Gewinde für Ritzel	0,30
Keilnuten	1,15
	<hr/>
	∞ 3,70

e) Drehstromtransformator in Oel für 50 KW, 3000 Volt.

	Materialkosten Mk.
Gefäß	60
Aktive Bleche	160
Kupfer	620
Isolationsmaterial	110
	<hr/>
Material	m = 950
Lohn	l = 130

g) Für eine Reihe Maschinen stelle ich noch Materialkosten m und Löhne l zusammen:

Type	m Mk.	l Mk.
Drehstromgenerator, 10 KW, 1000 Touren, 220 Volt, Riemen-Schildtype	400	280
Drehstromgenerator, 75 KW, 500 Touren, 5000 Volt, Riemen-Schildtype	1900	700
	(totale Entwicklungskosten = ∞ 3000)	
Drehstromgenerator, 200 KW, 250 Touren, 6000 Volt, Riementype, Grundplatte	5000	1100
Drehstromgenerator, 3000 KW, 150 Touren, 20000 Volt, zwei Lager und Welle	65000	7000
Gleichstromgenerator, 1500 KW, 90 Touren	25000	5000
Drehstrominduktionsmotor, $\frac{1}{4}$ PS, 1500 Touren, 220 Volt	25	50
„ 50 PS, 750 Touren, 5000 Volt, Riementype	1200	480
Drehstrommotor, 500 PS, 250 Touren, 5000 Volt, vier- mal geteilt	9000	2000
Drehstromtransformer, 10 KW, 3000 Volt	350	90
Kontroller für 10 PS	30	50

h) Die Wickellöhne für Induktionsmotoren (Stator und Rotor) sind etwa

10 Mk. für $\frac{1}{8}$ PS	} Niederspannung,
25 Mk. „ 1 PS	
100 Mk. „ 10 PS	
150 Mk. „ 50 PS	

600 + 250 Mk. „ 500 PS, 5000 Volt,

für eine 80 KW-Gleichstrommaschine, 160 Touren, 120 Volt, 450 Mk. für Feld und Anker,

für eine 1500 KW-Gleichstrommaschine, 90 Touren, 500 Volt, 900 Mk. (Anker) + 250 Mk. (Feld).

i) Die Löhne für die Herstellung eines einfachen Strassenbahnkontrollers für etwa 20 PS betragen 70 bis 100 Mk., Modellkosten ca. 100 Mk.; für einen Bremsmagneten für 40 kg und 8 cm Hub $l = 20$ Mk., $m = 85$ Mk.

k) Das Modell für eine Gleichstrommaschine von 80 KW, 600 Touren, kostet

	Material	Lohn
Gehäuse	20 Mk.	100 Mk.
Ankerkörper	12 „	75 „
Lagerschild	40 „	250 „

Die Modelle eines 75 PS-Induktionsmotors für 750 Touren (Schildtype) kosten insgesamt 400 Mk.

Ein grosser Komplettschnitt für 1 m Sehne und 150 mm Tiefe kostet etwa 2000 Mk., ein Einzelnutenschnitt ca. 50 Mk. und ein Zieheiseneinsatz für ein neues Kommutatorsegment etwa ebensoviel.

1) Löhne einer Strassenbahnreparaturwerkstätte (nach Müller-Mattersdorf):

Aus- und Einbau eines Ankers	4,00 Mk.
Aus- und Einbau einer Feldspule	0,75 "
Isolieren und Wickeln des Ankers	8,50 bis 20,00 "
Kommutator aufsetzen	1,20 "
Kommutatorverbindung und Lötung	4,00 bis 10,50 "
Aufbringen von Bandagen und Kappen	3,50 bis 5,00 "
100 Ankerspulen, Wickeln	6,50 "
Umwickeln	10,00 "
Pressen, Tauchen	1,70 "
Ankerwelle abdrehen	9,00 "
Feldspule, Wickeln	2,75 "
Umhüllen und Bestreichen	2,00 "
Ersatz der Ankerlager	3,20 "
Drehen der Achslagerschalen	2,00 "
Ersatz des Triebblings	1,35 "
Ersatz des Zahnrad	2,65 "

52. Beamte.

Einen beträchtlichen Posten in den unproduktiven Kosten bilden die Gehälter der technischen und kaufmännischen Beamten einschl. der Meister. Man suche deshalb deren Zahl auf ein rationelles Minimum zu beschränken, man arbeite am besten mit einer geringen Anzahl tüchtiger Kräfte, die möglichst lange in der Firma sein sollten, was bei guter Organisation und strikter Normalisierung nicht schwer fallen sollte. Die Anfangsbezahlung der technischen und kaufmännischen Beamten, die zunächst häufig auf tägliche Kündigung angestellt sind, ist in der Regel 3 bis 5 Mk. pro Tag, bei einfachen Pausern und Schreibern noch weniger. Bei mittleren Beamten ist sechswöchentliche Kündigung bei 2000 bis 5000 Mk. Jahresgehalt die Regel, während die verantwortlichen Beamten häufig längere Kontrakte und Tantieme haben.

Die Direktion sollte darauf achten, dass alle Beamte voll ausgenützt werden. Sie sollte sich überhaupt bezügl. der Leistungen aller wichtigeren Beamten auf dem laufenden halten, um zur richtigen Zeit eingreifen zu können, was am besten u. a. durch Einführung von Tages- und Wochenkarten, welche die ausgeführten Arbeiten enthalten, zu kontrollieren ist. Ausserdem ist ein Personalkartensystem über Arbeiter und Beamte — auch frühere — sehr praktisch; man schreibt in dasselbe in Kürze Charakter, Fähigkeit, Gehalt etc. ein. Wichtig ist auch die Besetzung der einzelnen Ressortvorstände durch gewissenhafte, ihrer Aufgabe voll gewachsene Beamte, die alle in ihr Gebiet fallende Erfahrungen der Firma beherrschen sollten. Wenn nicht zu viele Beamte vorgesehen sind, ist es auch leicht, jedem seine Arbeit strikte zu präzisieren, was viele Scherereien vermeidet. Die Verhaltensmassregeln sind in einer Dienstvorschrift zusammenzufassen (Arbeitszeit, Reisespesen etc.). Strebende Leute, die technische oder kaufmännische Verbesserungen anregen, die praktisch wertvoll sind, sollten in jeder Hinsicht die Unterstützung ihrer Vorgesetzten finden, während andererseits mit unbrauchbaren „patentfähigen“ Ideen überladene Köpfe möglichst zu dämpfen sind. Die Regelung der Vergütung für Erfindungen von Beamten einer Firma ist in der Regel sehr schwer, da die Firma meist Geberin und Empfängerin ist. Nur ein loyales verständiges Verhältnis zwischen Direktion und

Beamten wird die richtigen Wege finden. Während man für alle verantwortlichen Posten eigentlich nur Leute verwenden sollte, die mit den Firmeninteressen gemeinsame Sache machen, so wie früher in kleineren Geschäften die Geschäftsinhaber, müssen die Zeichner und Schreiber auf irgend eine Weise direkt zur Arbeit angehalten werden. Hess schlägt in Am. Mach. 1903 auch für die Zeichner ein Prämiensystem vor, wie es für die Arbeiter vielfach angewendet wird. Er bestimmt für jeden Zeichner den Koeffizienten

$$K = \frac{10 b + c + c' + 2 c'' + 5 d + 3 d'}{a + 2 e}$$

a = Monatsgehalt

b = Zahl fertig gestellter Konstruktionszeichnungen pro Monat

c = " " " Detailblätter (Bleistift) " "

c' = " " " Detailpausen " "

c'' = " " " Modellzeichnungen " "

d = " " " Zusammenstellungsblätter (Bleistift) pro Monat

d' = " " " (Pausen) " "

e = Ausgaben durch Zeichnungsfehler veranlasst.

Der Mittelwert von K für das ganze Bureau sei k, dann erhält der betr. Zeichner eine Monatsprämie P

$$P = a (K - 1,5 k).$$

Ist der Jahresmittelwert von K für einen Zeichner K_1 und der von k für das ganze Bureau k_1 , so kann man statt der Prämie auch eine Gehaltserhöhung von a auf A eintreten lassen,

$$A = \frac{a K_1}{1,5 k_1}.$$

In den Verträgen mit Beamten ist die Art der Beschäftigung möglichst zu präzisieren, es sind die Vorgesetzten anzugeben und auf das Geschäftsgeheimnis aufmerksam zu machen. Allzu scharfe Vorschriften bezügl. des Weggangs von einer Firma, z. B. direkt alle Konkurrenzfirmen auszuschliessen, für eine Reihe weiterer Jahre die Erfindungen zu beanspruchen, ist entschieden übertrieben. Gehalt, Tantieme, Urlaubsverhältnisse und Vertragsdauer sind ebenfalls aufzuführen, ferner Bestimmungen bezügl. Krankheit und Vertragsbruch.

Zusätze.

S. 14: Als Beispiel für die Vielseitigkeit einer elektrotechnischen Fabrik mag folgendes Fabrikationsverzeichnis der A. E.-G. Berlin aufgezählt werden:

Maschinenfabrik: Dynamomaschinen; Dampfdynamomaschinen; Elektromotoren; Transformatoren; elektrische Antriebe für Aufzüge, Krane, Pumpen, Ventilatoren, Zentrifugen, Webstühle, Druckerpressen und Arbeitsmaschinen jeder Art; elektrische Bahnen; elektrische Lokomotiven.

Apparatefabrik: Fassungen; Sicherungen; Ausschalter; Schalthebel, sowie alle anderen Zubehörteile für elektrotechnische Zwecke; Regulatoren; Widerstände und Zellschalter; Bogenlampen; Volt- und Amperemeter; Galvanoskope; Signal-

apparate; Elektrizitätszähler; elektrische Uhren; Schalttafeln jeder Grösse; Bühnenspezialapparate; Beleuchtungsgegenstände für Schiffe und Eisenbahnwagen; elektrische Heiz- und Kochapparate; Hochspannungsapparate; Röntgenapparate und Zubehörteile.

Kabelwerk Oberspree: Bleikabel für alle Stromarten und Spannungen bis 20000 Volt; blanker und isolierter Draht für trockene, feuchte und neue Räume; Draht und Stäbe für Magnetschenkel und Dynamoanker, besponnen mit Seide bezw. Baumwolle; Aluminiumdrähte, Panzerdrähte; Leitungsschnüre; Hartgummirohr und Papierrohr für Hausinstallationen; Fabrikate aus Guttapercha; Weich- und Hartgummi für elektrische und technische Zwecke; Gummiradreifen; Stabilit; Mikanit; Mikanitpapier; Mikanitleinen; Vulkanasbest; Drahtgewebe für Papiermaschinen und Dynamobürsten.

Automobilfabrik: Personenautomobile; Lastautomobile; Automobilmesswagen; Trakteure.

Turbinenfabrik: Dampfturbinen; Turbodynamos; Zentrifugalpumpen.

Glühlampenfabrik: Glühlampen; Nernstlampen.

S. 19: Die Pläne und die Anordnung der neuen Werkstätten der Canadian Westinghouse Works finden sich in Electrical Review (New York) vom 25. Juni 1904, diejenigen von F. Gebauer in Z. V. D. I. 1904, S. 1197; Siemens Bros. Electrical Review, London, 26. August 1904.

S. 28, Mitte (auch zu S. 17): Der Jahresabschluss 1903 der General Electric Co. Schenectady zeigt folgende Werte:

Kapital	43,9 Mill. Dollars
Abschreibungen	2,6 „ „
Gewinn	7,8 „ „
Gesamte Verkaufsumme	41,7 „ „

Verkauftes Material:

Generatoren, rotierende Umformer und Dampfturbinen	900 000 PS
7000 Bahnmotoren	300 000 „
Transformatoren	650 000 „
15 000 Elektromotoren	700 000 „
Bogenlampen	75 000 Stück
Zähler	110 000 „

Inventar:

Fabriken	6,5 Mill. Dollars
Fabrikeinrichtungen	10,5 „ „
Bureaueinrichtungen	1,3 „ „
Patente etc.	2,0 „ „

19,3 Mill. Dollars

S. 87: Schnitt für einen Pol Am. Mach. 1904, 28. Mai, S. 379 E.

S. 101: Ausgezeichnete Tabelle des PS-Bedarfs von Werkzeugmaschinen siehe Electrical World, 16. Juli 1904, S. 100.

S. 116: Zur Ermittlung der Schnittgeschwindigkeit aller Werkzeugmaschinen sind besondere Messapparate (cut-meter) anzuschaffen (Warner Instrument Co., New York, Cortlandt Street).

S. 175: Spulenumwickelmaschine Fig. 248 E. P. 13 256 (Jahr 1900).

S. 175: Passburgs Trockenapparat Fig. 250 E. P. 17 597 (Jahr 1898).

S. 188: Feldspulenwickelmaschine siehe Street Ry Journal (New York) 1904, S. 31, Band 24.

S. 197, 245, 236: Die Bedingungen, die an ein gutes Transformatoröl gestellt werden, sind:

1. Es soll reines Mineralöl sein, das durch fraktionierte Destillation ohne nachfolgende chemische Behandlung aus dem Petroleum gewonnen wird.

2. Der Entflammungspunkt soll nicht unter 180° C. liegen und das Oel nicht unter 200° C. dauernd brennen.

3. Das Oel soll frei von Schwefelverbindungen, Alkalien, Feuchtigkeit und Säuren sein.

4. Nach achtstündiger Erwärmung soll nicht mehr als 0,2% verdampfen.

5. Das Oel soll so flüssig wie möglich sein und eine lichte Färbung haben. (Electrical Club Journal, Mai 1904.)

S. 226: Ueber Fabrikprüfungen siehe Electric Club Journal 1904, Factory testing.

S. 214: Das Kabelwerk Oberspree der A.E.G. hat folgende Abteilungen:

1. Das Metallwerk: Giesserei, Schmiede- und mechanische Werkstätte, Draht- und Blechwalzwerk für Kupfer, Eisen, Messing und Aluminium, Beizerei (Walzglühspan entfernt), Zieherei für Stangen und Drähte (Ziehbanke und Ziehmaschinen), Glüherei, Drahtweberei, Verzinnerei, Verzinkerei, Härterei, Drahtseilfabrik.

2. Die Drahtfabrik mit Litzmaschinen in der Verseilerei, Spinnmaschinen, Umwickelmaschinen zum Umwickeln mit Band und Gummi, Gummipressen, Umklöppelmaschinen für Baumwolle und Stahldraht, Vakuumschränke, Tränkerei.

3. Die Bleikabelfabrik: Spulen der Bobbinen, Verseilen und Umspinnen der Kupferdrahtseele (Litz- und Besspinmaschinen), Trockenschränke, Tränkbottiche, Bleipressen, Wassertanks für die Isolationsmessungen, Armierung mit Eisendraht oder Eisenband und darauf eine Jutelage (Armiermaschinen), Aufbringen von Harzmasse und Kalkbrühe, Aufrollen auf Holtrommeln.

4. Gummiwerk: Einweichen des Gummis in heissem Wasser, Reinigungs- und Mischwalzen, Fertigstellung auf Kalandern und Pressen.

Ausserdem ist vorhanden eine Telephonkabelfabrik, ein Mikanitwerk, ein Schlauchsaal, eine Reihe Lager für Kabel, Schrauben, Rohmaterialien etc., eine Tischlerei, eine Kupfervitriolanlage, Kesselhäuser, Koksschuppen, ein Direktionswohngebäude, ein Verwaltungsgebäude, ein Kasino und ein Stall.

S. 335 u.: Messerschmitt setzt den Preis aus folgenden Posten zusammen:

I	II		III	IV
Rohmaterial inkl. Zoll, Fracht, Spesen	Arbeitslöhne in den Werk- stätten	ausser- halb der Werk- stätten, Montage	Unkosten für Werkzeug, Heizung, Reparaturen an Werkzeug- maschinen, Farbe, Putzwolle etc.	Materialverlust
			30 % von II	1,5 bis 50 % von I

V	VI	VII	VIII	IX
Betriebskosten für Dampf, Heizer, Reparaturen an Dampfmaschinen, allg. Beleuchtung, Magazin, Portier, Steuern, Porti etc.	Konstante Unkosten: Gehälter, Zinsen, Mieten	Tagelohn für Hilfsarbeiter, Transportarbeiter in den Werkstätten ausserhalb der Werkstätten	Modellunkosten	Amortisation, Verzinsung, Gewinn
$\frac{V + VI}{II} = 0,50 \text{ bis } 1,00, \text{ je nach Umfang des Geschäfts}$		20% von II	7 Mk. pro 1000 kg Guss	

$$III + V + VI + VII = 100 \text{ bis } 150 \% \text{ von II.}$$

$$\text{Amortisation} = 40 \% \text{ von II und Verzinsung} = 50 \text{ bis } 100 \% \text{ von II.}$$

S. 335 u.: Man beachte die verschiedenen Aufsätze von H. Hess in Engineering Magazine Dezember 1903, sowie in 1904 über Manufacturing Capital, costs, profits and dividends.

S. 346: Akkordsätze (Messerschmitt):

Dreharbeit: 0,04 bis 0,06 Mk. pro qcm Fläche für weiches Eisen, }
 0,09 bis 0,16 " " " " " harten Stahl, } 3 bis 4 Schnitte.
 0,03 bis 0,10 " pro kg Abfall (Schrupparbeit).

Hobelarbeit: 0,07 bis 0,18 Mk. pro qcm Fläche (2 bis 3 Schnitte).

Stossen: 0,04 bis 0,07 Mk. pro qcm Fläche pro Schnitt.

Fräsen: Flächen 0,1 bis 0,3 Pfg. pro qcm.

Bohren: 0,25 bis 0,40 Pfg. pro cem.

Schlosserarbeiten: 0,3 bis 0,9 Pfg. pro qcm Fläche (Abrichten).

Schmieden: 6 bis 30 Pfg. pro kg.

Sägen: $\frac{1}{7}$ Pfg. pro qcm Sägefläche.

S. 327: Ueber das Normalisieren auf dem Konstruktionsbureau siehe Z. V. D. I. 1904, S. 1221.

Anhang.

Eine äusserst beachtenswerte Fabrikbeschreibung findet sich in der Z. V. D. I. 1903: Das neue Werk Nürnberg der „Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinengesellschaft Nürnberg A.-G.“, woraus ich einige Auszüge wiedergebe, aber gleichzeitig auf den vollständigen Aufsatz nachdrücklich hinweise. Die drei Werke haben 10000 Arbeiter bei einem Jahresumsatz von 35 Millionen Mk. Der Neubau

für etwa 4000 Arbeiter kostete insgesamt 13 Millionen Mk., beschäftigte zeitweilig 800 Bauarbeiter und umfasst 36 ha: 26 ha für das Werk (8 ha überbaut), 4 ha für Arbeiterwohnungen (0,3 bebaut), 3,2 ha für das Verwaltungsgebäude (0,3 bebaut) und 0,1 ha für Strassen. In der Längsrichtung wird das Werk von gegen zehn parallelen Gleisen durchzogen, hierauf senkrecht sind Planschiebeebühnen angeordnet. Damit entstandenen Felder für Gebäude von etwa 100 m \times 30 m. An einem Ende sind die Gleise durch Weichen, am anderen durch ein Halbkreisgleis verbunden. Magazin, Kessel und Maschinenhaus erhielten zentrale Lage; Dampfhämmer wurden möglichst weit von Nachbargrundstücken wegverlegt; auf leichte Durchführung einer Vergrößerung wurde geachtet. Die Abwässer werden in Richtung der natürlichen Abdachung abgeführt mit einem Klärbassin am Ende. Um die Transporte billig zu machen, sind die Gebäude meist eingeschossig angelegt und nur die Magazine, Modellboden und die leichteren Galerien der Montagehallen sind mehrstöckig. Die Gebäude sind in Ziegel, Roh- und Putzbau, sowie Stampfbeton ausgeführt. Die hohen Gebäude haben Gerippe aus Eisenfachwerk, das zugleich zum Tragen der Dachkonstruktion und der Laufkranbahnen ausgebildet ist, nur für die schweren Laufkrane sind besondere Kranbahnstützen vorgesehen. Die lediglich zur Umhüllung dienenden Umfassungswände konnten daher trotz geringer Stärke noch grosse Seitenfenster aus Rohglas erhalten.

Die Fussböden sind meist aus Stampfbeton von 14 bis 18 cm Dicke hergestellt und mit Asphaltestrich versehen. Die Werkzeugmaschinen, selbst die schwersten, können zum grössten Teil ohne weitere Fundamente auf diese Betonschichten gestellt werden, da der Untergrund sehr tragfähig ist. In fast allen Gebäuden sind Bimsbetondecken verwendet. Als Dachdeckung ist der Bimsbeton mit Holzzement oder durch Pappe gedichtet und mit Kies beschüttet. Die eisernen Dachkonstruktionen selbst haben durchgängig 6 m Binderteilung und auf jedem zweiten Felde ein quer zur Gebäuderichtung laufendes Oberlicht von 4 m Breite, das sich fast über die ganze Gebäudebreite erstreckt und mit geripptem Rohglase eingedeckt ist, unter welchem Drahtschutzgitter liegen. Im Sommer werden die Oberlichte aussen mit Kalkmilch bestrichen.

Die gute Tagesbeleuchtung aller Räume wird bei Dunkelheit durch 700 Bogenlampen und 3000 Glühlampen ersetzt, wobei die Werkstätten vorwiegend durch Bogenlampen und nur an einzelnen Stellen durch Glühlampen erhellt werden.

Alle Werkstätten mit Ausnahme der Schmiede und der Giessereien werden mit Niederdruckdampf geheizt, der jedem Gebäude durch unterirdische oder oberirdische Rohrleitungen zugeführt wird, welche ein in sich geschlossenes Rohrnetz bilden. Der Heizdampf wird von dem durch Filter gereinigten Abdampf der Dampfmaschinen im Kraftwerk und der Dampfhämmer in der Schmiede geliefert und beim Anheizen durch gedrosselten Frischdampf ergänzt. Das Verwaltungsgebäude hat eine eigene Niederdruckdampfheizung von 3 \times 43 qm Kesselheizfläche. Alle Kondensationswässer der Heizanlagen fliessen durch unterirdische Rohrleitungen dem Kraftwerk zur Kesselspeisung zu.

Als Heizkörper dienen zum Teil schmiedeeiserne Rohrschlangen, die auf Holzverschalungen an den Umfassungswänden unter den Fensterbänken angebracht sind. Gusseiserne, an den Säulen angeordnete Rippenheizkörper unterstützen die Heizwirkung der glatten Rohre.

Die natürliche Lüftung der Werkstätten wird durch zahlreiche, bequem bedienbare Lüftklappen in den Seitenfenstern und Oberlichtern kräftig gesteigert, die Holzstaub erzeugende Holzbearbeitungswerkstätte durch eine Späneabsaugung noch besonders gut gelüftet.

Besondere Wasch- und Ankleideräume erziehen den Arbeiter zur Sauberkeit und Pünktlichkeit und gewährleisten eine genauere Einhaltung der festgesetzten Arbeitszeit. Da die Vereinigung dieser Räume in einem einzigen Gebäude wegen der grossen Ausdehnung des Werkes namentlich im Winter zu Unzuträglichkeiten geführt hätte, sind sie in den einzelnen Werkstätten untergebracht. Ihre Ausrüstung besteht aus Kleiderschränken — jeder Arbeiter besitzt seinen eigenen Schrank —, mehreren gemeinschaftlichen Waschbecken für warmes oder kaltes Wasser, Handtuchhaltern u. dergl. Die Wasch- und Ankleideräume sind, soweit sie sich in eigenen Räumen befinden, absperrbar und dem Arbeiter nur zu bestimmten Zeiten — vor und nach der Arbeitszeit — zugänglich.

In allen Werkstatträumen sind die Meisterplätze hochgelegt und so angeordnet, dass sie eine gute Uebersicht gestatten.

Es sind 42 elektrische Laufkrane verschiedener Stärke vorhanden, von denen die grösseren meist als Dreimotorenkrane mit besonderem Kranführer, die kleineren als Einmotorenkrane mit Steuerung von unten und als Handlaufkrane ausgeführt sind. Bei allen Werkzeugmaschinen für schwere Stücke sind, wo erforderlich, noch kleine Wanddrehkrane oder Flaschenzüge angebracht. Um nicht unnötigen Raum durch Gleise zu beanspruchen, führen die Vollspurgleise nur 15 bis 18 m in die Hauptwerkstattgebäude bis unter die Laufkrane hinein.

Die zahlreichen Arbeitsmaschinen werden vorwiegend elektrisch und zwar mit Gleichstrom angetrieben. Als Antriebform für die grossen sowie die transportablen Maschinen und ebenso für diejenigen Werkzeugmaschinen, die auch ausserhalb der regelmässigen Arbeitszeit in Betrieb genommen werden, kam nur Einzelantrieb in Frage. Die kleineren Arbeitsmaschinen wurden wirtschaftlicher in Gruppen gleichartiger oder ähnlicher Maschinen zusammengefasst. Die Haupttransmissionswellen sind meist an den Kranbahnträgern montiert, während eigene leichte Träger zwischen den Gebäudesäulen oder Deckenträgern für die Vorgelegewellen angebracht sind. Die Klemmbefestigungen der Transmissionsteile gestatten durch leichte Verschiebbarkeit, einer etwa erforderlichen Platzänderung der Werkzeugmaschinen ohne weiteres Rechnung zu tragen. Zur Verminderung des Transmissionsgewichtes wurde die Umlaufzahl der Hauptwellen mit 180 bis 200 in der Minute gewählt. Die Gruppenelektromotoren von 4 bis 50 PS sind auf dem Boden oder hoch auf Konsolen geschützt aufgestellt. Bei den niedrigen Werkstätten sind, durch die Krananlagen bedingt, die Hauptwellen in Bodenkanäle verlegt und werden von versenkt stehenden Elektromotoren durch Zahnräder angetrieben, während die Vorgelegewellen an die Kranlaufbahnen gehängt sind.

Die maschinelle Ausrüstung der Werkstätten und anstossenden Arbeitsplätze wird durch zahlreiche transportable elektrische und Druckluftwerkzeuge ergänzt; auch findet Druckwasser, vornehmlich in der Giesserei, Verwendung. Indessen ist die Erzeugung von Druckluft und Druckwasser wegen des nur mässigen Bedarfes, der möglichen Undichtigkeiten und der Kostspieligkeit eines so ausgedehnten Rohrnetzes nicht zentralisiert, sondern die elektrisch betriebenen Kompressoren und Pumpen nebst zugehörigen Kraftspeichern sind in abgeschlossenen Räumen der drei Hauptverbrauchstellen angeordnet.

Alle Einzelwerkstätten haben ihre eigenen Werkzeugausgabestellen, die von zwei Hauptwerkzeugmachereien aus versorgt werden.

Sechs Brunnen führen das Grundwasser mittels einer elektrisch betriebenen Heberleitung einem in der Nähe des Maschinenhauses gelegenen Sammelbrunnen von 10 m Tiefe und 3 m Durchmesser zu. Aus dem Sammelbrunnen wird das Wasser

durch eine mittels Elektromotors angetriebene Zwillingspumpe mit veränderlicher Umlaufzahl von 10 Ltr/Sek. Leistung unmittelbar in das Rohrnetz gedrückt, an welches zum Ausgleich ein Wasserbehälter Intzescher Bauart von 200 cbm Inhalt angeschlossen ist. Eine Reserve ist durch eine absperrbare Verbindung mit dem Rohrnetz der städtischen Wasserversorgung geschaffen. Der Wasserturm steht auf einer natürlichen Anhöhe; sein mittlerer Wasserspiegel liegt 33 m über Fabrikssole, so dass für Feuerlöschzwecke eine alle Gebäude beherrschende Strahlhöhe verfügbar ist. Das Rohrnetz von 80 bis 150 mm Rohrweite hat 5,5 km Gesamtlänge. Zur Strassensprengung und für Feuergefahr sind 62 Wasserpfeifen, deren Gewinde mit dem städtischen Feuerwehrgewinde übereinstimmen, so über das ganze Werk verteilt, dass jedes Gebäude von allen Seiten beherrscht werden kann; die Gebäude sind ausserdem an geeigneten Stellen im Innern mit Schlauchkasten versehen. Das Wasser ist bakterienfrei und so rein, dass es ohne weiteres zum Trinken und zur Kesselspeisung zu benützen ist. Zur Zeit werden täglich 500 bis 600 cbm Wasser verbraucht.

Die geräumigen Werkstatthöfe dienen teilweise als Lagerplätze für die anliegenden Werkstätten und werden zum Teil von elektrischen Bockkränen, zwischen den Gebäuden auch von elektrischen Laufkränen bestrichen. Das Vollspurgleisnetz der Werkanlage von 8 km Gesamtlänge ist durch zahlreiche Schmalspurgleise ergänzt. Zum Betriebe auf den Gleisanlagen dienen drei eigene Dampflokotiven und sieben elektrisch betriebene unversenkte Schiebebühnen. Das Werkgebiet ist von einer Mauer umfriedigt, die nur an wenigen Stellen durch Tore durchbrochen ist. Die beiden Haupteingänge von den aus der Stadt kommenden Strassen werden durch Pförtnereien mit Schuppen für Kontrollmarken sowie Fahrräder überwacht. Das Verwaltungsgebäude ist durch einen Tunnel mit dem Werk verbunden.

Die Hauptbetriebsstellen und die Bureaus sind an zwei Telephonnetze angeschlossen, wovon das eine auch mit dem staatlichen Netz verbunden ist. Sämtliche Uhren des Werks werden elektrisch geregelt und sind zur Markierung der Arbeitspausen mit Klingesignalen versehen. Im Kraftwerk ist die Verbrennung von Sägespänen zu erwähnen, die in einer 180 m langen Rohrleitung an die Kessel geschafft werden. Kohlen- und Wassermenge werden dauernd selbsttätig registriert. Der Hochwasserbehälter wird durch den Abdampf der Schmiedehämmer vorgewärmt, ausserdem ist ein Gegenstromvorwärmer in der Speiseleitung; Kondensat- und Einspritzwasser, letzteres über einen Kaminkühler, gehen in den Hochbehälter. Die Verteilungsspannung ist 230 Volt. Eine Akkumulatorenbatterie von 1500 Amp.-Stden-Leistung bei dreistündiger Entladung ist gleichfalls an die Sammelschienen angeschlossen. Die dreiteilige Marmorschaltwand enthält im mittleren Felde alle für die Bedienung und Regulierung der Stromerzeuger erforderlichen Geräte. In den beiden Seitenfeldern, getrennt für Kraft und Licht, befinden sich alle Schalter und Messgeräte für die Stromverteilung. Von der Hauptschalttafel geht der Strom mit 220 V Betriebsspannung durch eisenbandarmierte Kabel von 7,8 bzw. 6,2 km Gesamtlänge, die nach dem Zweileitersystem verlegt sind, zu den Verteilungsschalttafeln der einzelnen Werkstatträume, von denen, wiederum für Licht und Kraft getrennt, die einzelnen Verbrauchstellen gespeist werden. Jeder Hauptverteilungsstromkreis kann besonders abgeschaltet und sein Verbrauch im Kraftwerk gemessen werden. Der so ermittelte Energieverbrauch wird den Betriebskosten jeder einzelnen Werkstatt zur Last geschrieben. Alle wichtigen Betriebsangaben: Dampfspannung, Sammelschienspannung, Gesamtstromverbrauch werden durch selbst aufzeichnende Messgeräte fortlaufend vermerkt. Die Energielieferung im Jahre 1901/02 betrug 1886126 KW-Stunden, wovon 90 vH auf Kraftverbrauch entfielen.

Die Geschäftsgliederung ist die folgende:

Direktion

Kaufmännische	Abteilungen:	Technische	Abteilungen:
Allgemeine Verwaltung	Korrespondenz-Erledigung mit gesamtem Postverkehr	Konstruktionsabteilungen:	Betriebsabteilungen:
—	—	6	3
Finanzwesen und zugehörige Geschäfte	Registatur		Materialbeschaffung
Kassen	Bibliothek		Arbeiterfragen
Buchhaltung	—		Schulwesen
Rechnungsbureau (Selbstkosten)	Vervielfältigungsanstalt		Hausmeisterei
—			Baubureau für Neubauten und Instandhaltung
Verkaufsorganisation mit Vertreter u. Propagandawesen			
—			
Rechtssachen			
Wirtschaftspolitik und Statistik			
Versicherungswesen			
—			
Personalsachen			
Wohlfahrtswesen			
—			
Materialverwaltung			
Versand			

Literatur.

a) **Fabrikation**¹⁾: Schulz, Technologie der Dynamomaschinen; Fischer, Werkzeugmaschinen; Weiss, Werkzeugmaschinen; Jurthe & Mietschke, Fräselei; Ledebur, Mechanische Technologie, sowie Eisen- und Stahlgießerei; La Mécanique à l'Exposition 1900 (10. Lieferung); Wahlburg, Schleif-, Polier- und Putzmittel; Wüst, Metallgiesserei; Pregel, Drehbänke; ders., Fräs- und Schleifmaschinen; Hartmann, Verzinnen, Verzinken, Vernickeln; Pfannhauser, Elektroplattierung; Horner, Pattern making; Vandervoort, Modern machine shop tools; Woodworth, Dies; Usher, Moderne Arbeitsmethoden; Grimshaw, Praktische Erfahrungen; ders., Besondere Verfahren im Maschinenbau; Shaw, Lathes, Screw Mach. etc.

¹⁾ Bezüglich der Konstruktion muss auf die verschiedenen Werke von Arnold, Fischer-Hinnen, Kapp, Niethammer u. a. verwiesen werden, besonders auf des Verfassers Werk „Elektrische Maschinen, Apparate und Anlagen“ (Enkes Verlag).

b) Fabrikanlage, Organisation und Kalkulation: Rebber, Fabrikanlagen; Hartleib, Kalkulationspreise; ders., Der Materialverwalter; Johanning, Organisation der Fabrikbetriebe; Jolly, Auskunftsbuch; Osthoff, Kostenberechnungen; Oppermann, Technische Bedingungen für Ingenieurbauten; Häder, Kalkulieren; Rietschel, Lüftungs- und Heizungsanlagen; H. Albrecht, Handbuch der praktischen Gewerbehigiene; Riedler, Maschinenzeichnen; Weyde & Weickert, Anfertigung der Zeichnungen für Maschinenfabriken; Elektrischer Einzelantrieb der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft Berlin; F. Hoppe, Taschenpreisliste für Elektrotechniker; Dr. Hasse, Die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft; E. Schmidt, Fabrikorganisation; E. Redl, Organisation und Administration industrieller Unternehmungen; Erlacher, Briefe eines Betriebsleiters; H. L. Arnold, The Complete Cost-Keeper (Engineering Magazine); Götze-Wiedemann, Taschenkalender der Arbeiterversicherungsgesetze; Pannier, Gewerbeordnung; Stephan, Patentgesetz, Markenschutzgesetz; A. Messerschmitt, Die Kalkulation im Maschinenwesen; Grimshau, Werkstattbetrieb und Organisation; S. Herzog, Elektrotechnisches Auskunftsbuch; F. Fasolt, Die sieben grössten deutschen Elektrizitätsgesellschaften; A. Herrmann, Die Einrichtung, Instandhaltung und Oekonomie der Fabrikbetriebe.

c) Zeitschriften: American Machinist; Engineering Magazine (besonders auch die Machine shop number); Zeitschrift für Werkzeugmaschinen; Stahl und Eisen; Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure (besonders 1903 die Aufsätze von Möller); Dingers Journal; Cassiers Magazine (besonders Machine shop number, Nov. 1902); Engineering; Electrician; Eclairage électrique; Elektrotechnische Zeitschrift; Zeitschrift für Elektrotechnik (Wien); Traction und Transmission; Iron Age.

Von demselben Verfasser sind erschienen:

1. Elektrische Hebe- und Transportmaschinen. 428 Seiten, 805 Figuren. 1900.
2. Wechselstromerzeuger (Handbuch der Elektrotechnik, Bd. IV). 328 Seiten, 656 Figuren. 1900.
3. Elektromotoren für Gleich- und Wechselstrom (Handbuch der Elektrotechnik, Bd. IX). 220 Seiten, 356 Figuren. 1901.
4. a) Die Wechsel- und Drehstrommaschinen. 1900.) Sammlung elektrotechnischer
b) Magnetismus. 1901.) Vorträge, II₃ u. II_{11/12}.
5. Elektrotechnisches Praktikum. 370 Seiten, 523 Figuren (Messkunde). 1902.
6. Moderne Gesichtspunkte für den Entwurf elektrischer Maschinen und Apparate. 192 Seiten, 237 Figuren. 1903.
7. Elektrische Maschinen, Apparate und Anlagen. I. Band: Gleichstrommaschinen. 576 Seiten, 763 Figuren. 1904.

Sachregister.

A.

Akkord 298. 357.
Aktiengesellschaft 1.
Anlagekosten 16.
Anlasser 269.
Antrieb der Werkzeugmaschinen 98.
Apparatenbau 269.
Arbeiter 284.
Arbeiterverhältnisse 300.
Arbeitsordnung 297.
Arbeitszeit 295.
Aufspanner 122.
Ausbalanzieren 223.

B.

Bandagen 186.
Bauplatz 15.
Beamte 282.
Beispiele 266.
Beizerei 152. 238.
Beleuchtung 45.
Berechnungsbureau 313.
Bestellungen 5. 292. 308.
Bezahlung 298. 346. 353.
Blechaufbau 133.
Blechkörper 133.
Blechlakierwalze 135.
Blechstanzen 78.
Boden der Fabriken 44.
Bohrlehren 124.
Briefe 286.
Bürstenhalter 212.

D.

Direktion 3.
Drehwerke 68.

E.

Einkaufsabteilung 254.
Einlegen der Spulen 180.
Einspanner 123.
Einteilung der Bureaus 3.
Elektromagnetische Einspanner 128.
Elektromotoren 99.

F.

Fabrikanlage 15. 356.
Fabrikate, elektrische 9. 354.
Fabrikbauten 36. 357.
Fabrikpläne 19. 355.
Feldspulen 188.
Feuerwehr 48.
Finanzierung 1.
Firmenschild 217.
Fräsmaschinen 69. 141.

G.

Generalunkosten 337.
Giesserei 147.
Glühöfen 142. 156.

H.

Handwickelei 158.
Härteöfen 133.
Hebezeuge 51.
Heizung 50.
Hochkantkupfer 192.

I.

Inventar 263.
Isolationsmaterialien 203.

K.

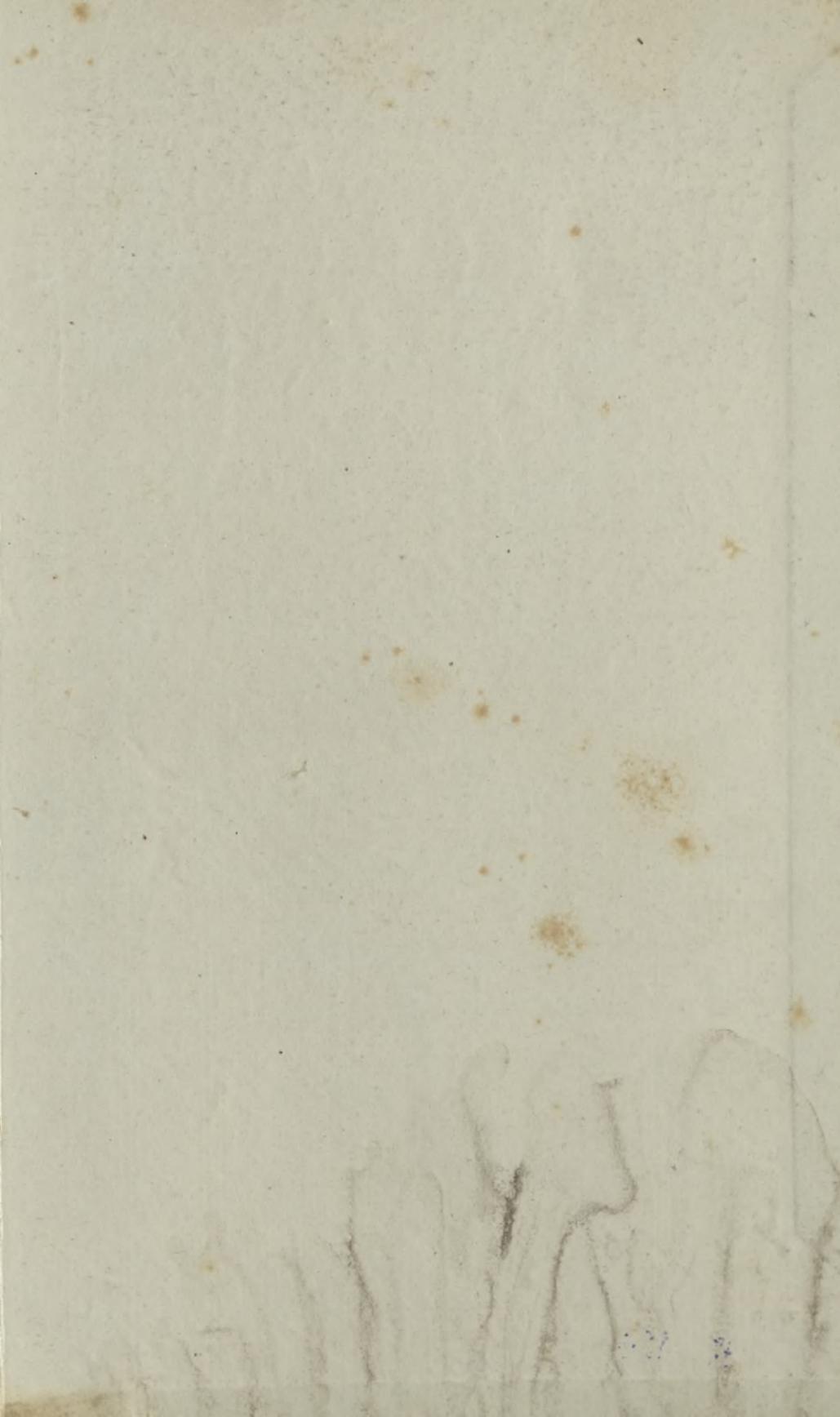
Kabelwerk 356.
Kaliber 115.
Kapital 16. 355.
Kartelle 2.
Kartensystem 288.
Kleinapparatenbau 272.
Kommutatorabdrehvorrichtung 212.
Kommutatorbau 206.
Konsolidation 2.
Konstruktionsbureau 316.
Konstruktionsaal 250. 253.
Kontrolle 290.
Kontrollen 270.
Kontrolluhren 290.
Korrespondenz 286.

- Kraftbedarf von Werkzeugmaschinen 101.
355.
Kraftzentrale 245.
Krane 54.
- L.**
- Lackiererei 239.
Lager 255. 263.
Lagerschalen 113.
Lehren 117.
Lehrlinge 304.
Lichtpauserei 252.
Literatur 361.
Löhne 298. 347.
Lokomotiven 52.
- M.**
- Magazin 259.
Magazinsordnung 297.
Materialkosten 344.
Materiallager 259.
Messinggiesserei 154.
Messinstrumentenbau 280.
Messwerkzeuge 116.
Modelle 142.
Montage 214, ausserhalb der Fabrik 242.
Montagehalle 132.
- N.**
- Normalisierung 280. 327. 357.
Nutmehle 186.
- O.**
- Order 3. 292. 308.
Organisation 3. 8. 280. 361.
Oel 356.
- P.**
- Papierklebmaschine 135.
Porzellanfabrik 214.
Prämiensystem 298.
Preis 336. 356.
Pressen 97.
Projekturbureau 306.
Prüfeinrichtung der Wickelei 201.
Prüffeld 236. 356.
- R.**
- Raschlaufende Maschinen 223.
Registratur 287.
Regulatoren 269.
Reisen 285.
Reparaturen 242.
- S.**
- Scheren 92.
Schleifringe 212.
Schlosserarbeiten 115. 214.
Schmiede 154.
Schnitte 78. 355.
Schnittgeschwindigkeit 355.
Spachteln 238.
Stabwicklungen 172.
Stahlgiesserei 153.
Stanzen 78.
Syndikate 2.
- T.**
- Telephon 289.
Tischlerei 142.
Transformatorenbleche 139.
Transformatorenöl 198. 356.
Transformatorenspulen 196.
Transportable Werkzeugmaschinen 102.
Transportvorrichtungen 51.
Trockenapparate 175. 355.
Trusts 2.
Turbodynamos 224.
- U.**
- Uhrkarten 290.
Umsatz 16. 355.
Umwickelmaschinen 175. 355.
Unkosten 336.
- V.**
- Verkaufspreis 336. 356.
Vernicklerei 238.
Verpackung 239.
Verputzen der Maschinen 237.
Versandlager 263.
Verwaltungsgebäude 247.
Verzinnen der Kollektorverbindungen 183.
Vorkalkulation 342.
- W.**
- Wascheinrichtungen 50.
Werkstättenbureau 305.
Werkzeugbau 132.
Werkzeuge 129.
Werkzeugkontrolle 300.
Werkzeugmaschinen 61.
Wickelbänke 190.
Wickelei 157.
Wickelformen 167.
- Z.**
- Zeichensaal 250. 253.
Zeichnungen 325.
Zeichnungsregistratur 251. 334.
Zeitkarten 290.
Zeitkontrolle 290.



S-98

S. 61



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNEJ
Biblioteka Politechniki Krakowskiej



L II-351672

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294783