

**TECHNISCH - GEWERBLICHE BÜCHER**

---

---

**BAND 5**

**FABRIKATIONSMETHODEN  
FÜR GALENISCHE ARZNEIMITTEL  
UND ARZNEIFORMEN**

VON

**JOSEF WEICHERZ UND JULIUS SCHRÖDER**

MIT 344 ABBILDUNGEN IM TEXT



---

---

**WIEN · VERLAG VON JULIUS SPRINGER · 1930**

ISBN-13:978-3-7091-9648-9      e-ISBN-13:978-3-7091-9895-7  
DOI: 10.1007/978-3-7091-9895-7

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG  
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.  
SOFTCOVER REPRINT OF THE HARDCOVER 1ST EDITION 1930

## Vorwort.

Das vorliegende Buch ist teilweise ein Versuch, welcher unternommen wurde, um die Herstellung und das Wesen der wichtigsten galenischen Arzneimittel und Arzneiformen von einheitlichen theoretischen und technischen Gesichtspunkten aus zu betrachten und hieraus für ihre rationelle Herstellung und einwandfreie Qualität Schlüsse zu ziehen. Lückenfüllend ist wohl das Buch deshalb, weil über die Herstellung genannter Präparate in großem Maßstabe fast gar keine Literatur vorhanden ist. Es wurde daher aus diesem Grunde versucht, das ganze Gebiet systematisch zusammenzufassen und hierbei die Erfahrungen langer und schwieriger Jahre mitzuteilen. Dies konnte nur in knapper Form erfolgen und es mußten manche wichtige Einzelheiten in den Hintergrund gestellt werden. Auch mußten einige weniger wichtige oder gar unbedeutende Präparate unberücksichtigt bleiben. Auf Vollständigkeit kann daher natürlich kein Anspruch erhoben werden. Im allgemeinen war es nicht beabsichtigt, dem Buch den Charakter einer Vorschriftensammlung zu verleihen. Für kritische Bemerkungen der Fachgenossen, in deren Hand das Buch gelangt, würden die Verfasser sehr dankbar sein.

Der an erster Stelle stehende Verfasser ist Herrn Priv.-Doz. Dr. C. Moncorps, München, für die freundliche Überlassung einiger Mikrophotographien über Salben sowie Herrn Dr. R. Brieger, Berlin, für wertvolle Ratschläge zum Dank verbunden. An dem Lesen der Korrektur haben sich die Herren Dr. W. Wittholz und Dr. R. Merländer, Berlin, bereitwilligst beteiligt. Es sei ihnen auch an dieser Stelle der aufrichtigste Dank ausgesprochen. Der zweite Verfasser ist Herrn J. Tidrencky, Budapest, für die Ausarbeitung einer Herstellungsvorschrift dankbar.

Berlin,  
Budapest, August 1930.

**A. Weichherz.**  
**J. Schröder.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung . . . . .	1
I. Die Pulver und das Zerkleinern . . . . .	5
II. Die Körner (Granulata). . . . .	27
III. Die Pastillen und Täfelchen . . . . .	28
IV. Die Tabletten . . . . .	33
A. Die Vorbereitung der Stoffe und die hierzu erforderliche Apparatur . . . . .	40
B. Die Tablettenmaschinen . . . . .	45
C. Das Pressen der Tabletten . . . . .	63
D. Triturationstabletten . . . . .	65
E. Über die Dosierungsgenauigkeit der Tabletten . . . . .	66
F. Herstellungsvorschriften für Tabletten . . . . .	67
V. Die Pillen . . . . .	77
A. Die Grundlagen der Pillenherstellung . . . . .	79
B. Die Herstellung der Pillen . . . . .	89
1. Die Vorbereitung der Rohstoffe . . . . .	90
2. Das Ankneten der Pillenmasse . . . . .	90
3. Herstellung des Stranges und der Pillen . . . . .	94
a) Die Strangpressen S. 94 — b) Die Strangausrollmaschinen S. 98 —	
c) Das Zerschneiden des Stranges S. 99 — d) Das Runden und Formen	
der Pillen S. 103 — e) Vorschriften zur Herstellung der einzelnen Pillen-	
arten S. 108.	
VI. Die Lösungen . . . . .	112
VII. Die Tinkturen . . . . .	127
VIII. Die Extrakte . . . . .	131
A. Fluidextrakte . . . . .	131
B. Dickextrakte . . . . .	132
C. Trockenextrakte . . . . .	140
IX. Die Emulsionen . . . . .	141
A. Die Theorie der Emulsionen und der Emulgierung . . . . .	142
B. Die Emulgatoren . . . . .	146
1. Alkohole, Phenole, Naphthole . . . . .	146
2. Seifen . . . . .	147
3. Aromatische Carbonsäuren . . . . .	148
4. Sulfoxyfettsäuren . . . . .	148
5. Die Gallensäuren . . . . .	149
6. Amine und Säureamide . . . . .	149
7. Lipoide . . . . .	149
8. Sterine . . . . .	150
9. Eiweiß und eiweißhaltige Stoffe . . . . .	151
10. Kohlenhydrate, kohlenhydratähnliche Substanzen . . . . .	152
11. Anorganische Kolloide . . . . .	153
12. Zusammenfassung . . . . .	153

	Seite
C. Die Herstellung der Emulsionen . . . . .	154
1. Allgemeine Grundsätze . . . . .	154
2. Die Apparatur . . . . .	157
3. Die Trockenemulsionen . . . . .	165
D. Vorschriften zur Herstellung von Emulsionen . . . . .	165
X. Die Salben . . . . .	169
A. Allgemeine Grundlagen . . . . .	170
B. Rohstoffe . . . . .	177
C. Arbeitsvorgang und Apparatur . . . . .	180
1. Die Herstellungsapparatur . . . . .	180
a) Fettsalben mit einer flüssigen Phase S. 180 — b) Fettsalben mit zwei flüssigen Phasen S. 186.	
2. Das Abfüllen der Salben . . . . .	187
D. Vorschriften zur Herstellung von Salben, Pasten und Cremes . . . . .	193
XI. Die Wachssalben, Pflaster (Cerata, Emplastra) . . . . .	199
A. Wachssalben (Cerata) . . . . .	199
B. Pflaster (Emplastra) . . . . .	200
C. Kautschukpflaster (Collempastra) . . . . .	204
XII. Die Suppositorien . . . . .	205
A. Wasserunlösliche Suppositorien . . . . .	207
B. Wasserlösliche Suppositorien . . . . .	211
C. Herstellungsvorschriften für Suppositorien . . . . .	212
XIII. Die Nahrungsmittel und ihre pharmazeutischen Kombinationen . . . . .	213
A. Das Verdampfen . . . . .	214
B. Das Trocknen . . . . .	220
C. Die Herstellung von Nahrungsmitteln und Nahrungsmittelkombinationen . . . . .	235
XIV. Die medikamentösen Zucker . . . . .	239
A. Die eigentlichen medikamentösen Zucker . . . . .	239
1. Fondants . . . . .	241
2. Plätzchen . . . . .	243
3. Bonbons . . . . .	244
B. Die medikamentösen Schokoladen . . . . .	247
XV. Überziehen von Pillen, Tabletten und von sonstigen Kernen. Dragieren . . . . .	247
A. Der Arbeitsvorgang und Apparatur . . . . .	250
B. Die Herstellung der verschiedenen Hüllen . . . . .	260
1. Cellulosehüllen . . . . .	260
2. Harz- und Balsamhüllen . . . . .	261
3. Keratinhüllen . . . . .	261
4. Weiche Zuckerdragees . . . . .	261
5. Harte Zuckerdragees . . . . .	262
6. Weiche Schokoladendragees . . . . .	265
7. Halbweiche Schokoladendragees . . . . .	266
8. Harte Schokoladendragees . . . . .	266
9. Metallüberzüge . . . . .	267
10. Die Herstellung von Pillen im Dragierkessel . . . . .	267
XVI. Die sterilen Ampullen . . . . .	269
A. Die Ampullen . . . . .	269
B. Das Öffnen der Ampullen bzw. das Abschneiden der Ampullenhäuse . . . . .	275
C. Die Reinigung der Ampullen . . . . .	276

	Seite
D. Die Herstellung der Injektionsflüssigkeiten . . . . .	277
E. Das Füllen der Ampullen . . . . .	284
F. Das Zuschmelzen der Ampullen . . . . .	292
G. Die Sterilisation der Ampullen . . . . .	293
1. Sterilisation durch trockene Hitze . . . . .	294
2. Sterilisation durch feuchte Hitze . . . . .	296
H. Die Prüfung der fertigen Ampullen . . . . .	299
J. Allgemeine Bemerkungen über die zur Herstellung von Ampullen dienenden Räume und über die aseptische Arbeit . . . . .	299
K. Herstellungsvorschriften für sterile Injektionen . . . . .	301
XVII. Die Gelatine kapseln (Gelatineperlen) . . . . .	307
XVIII. Das Abfüllen und Verpacken der Arzneizubereitungen . . . . .	313
A. Pulverförmige und gekörnte Produkte . . . . .	314
B. Pastillen, Tabletten, Pillen, Dragees . . . . .	323
C. Flüssigkeiten . . . . .	329
D. Salben . . . . .	337
E. Suppositorien . . . . .	337
F. Ampullen . . . . .	337
G. Gelatine kapseln . . . . .	338
Sachverzeichnis . . . . .	339

## Einleitung.

Als der Versuch gemacht wurde, die zur Herstellung der Arzneizubereitungen dienenden Methoden der pharmazeutischen Industrie zum erstenmal systematisch zusammenzufassen, entstanden durch das Verhältnis der Apotheke zur pharmazeutischen Industrie bedingte gedankliche Schwierigkeiten, welche zwar den auf diesem Gebiete tätigen Praktikern mehr oder weniger bereits früher zum Bewußtsein gelangten, aber sich hier mit einer besonderen Schärfe in den Vordergrund drängten.

Während in früheren Zeiten die Apotheke die Alleinherstellerin der Arzneimittel und Arzneizubereitungen war, veränderte sich die Lage mit der Entwicklung der pharmazeutischen Industrie und der Arzneizubereitungen gründlich, indem die Apotheke mehr und mehr eine Verkaufsorganisation der Industrie wurde. Dies sagt zur Zeit nur so viel, daß ein bedeutender Teil des Apothekenumsatzes heute aus der Tätigkeit als Wiederverkäuferin hervorgeht. Wenn es auch verständlich ist, daß der Apotheker aus Standesinteresse den Vorstoß der Industrie abzuwehren und die Herstellung der Arzneizubereitungen auf die Apotheke zu beschränken sucht, bleibt es Tatsache, daß derselbe Apotheker aus individuellen wirtschaftlichen Gründen seinen Bedarf an Arzneimitteln und Arzneizubereitungen aus der Industrie zu decken gezwungen ist und dadurch ihrem Vorwärtsdringen Vorschub leistet. Dies hat nunmehr seine tieferen Gründe und schwerwiegende Folgen, welche heute oder morgen weitgehendst berücksichtigt werden müssen.

Die in den letzten Jahrzehnten erfolgte mächtige Entwicklung der synthetischen Chemie bereicherte unseren Arzneischatz mit einer ganzen Reihe von wertvollen Produkten, welche das gesamte Bild der Arzneibehandlung vollkommen umgestaltete. Die Herstellung dieser Produkte konnte unmöglich in der Apotheke erfolgen, da die dortigen technischen Bedingungen unzulänglich waren und außerdem der kleine Maßstab keine kalkulatив rationelle Arbeit ermöglichte. Die Apotheke mußte also dieses Gebiet der Industrie vollkommen überlassen. Aber nicht nur das synthetische Gebiet, auch die Herstellung von reinen Produkten aus Drogen usw. mußte an die Industrie abgetreten werden, da diese es leichter und besser schaffen konnte, um die Produkte kalkulatив günstiger in hoher Reinheit zu gewinnen. Wenn es auch gelingt, in einem Apothekenlaboratorium Chinin oder Morphin aus Chinarinde oder Opium rein herzustellen, so könnte doch niemand ernsthaft behaupten, daß die so gewonnenen Produkte mit jenen der Industrie konkurrieren könnten. Die Herstellung der Grundsubstanzen, aus welchen die Arzneizubereitungen dann gewonnen werden, ging so vollkommen in die Hand der Industrie über. Dieser Vorgang wurde noch dadurch stark beschleunigt, daß die zur Herstellung der modernen Arzneimittel dienenden Verfahren in steigendem Maße das geistige und patentrechtliche Eigentum der Industrie wurden. Die Industrie hat das neu entdeckte Gebiet der pharmazeutischen Chemie Hand in Hand mit den wissenschaftlichen Forschungsstätten in schwerer, jahrzehntelanger Arbeit mit großem Kapitalkaufwand erweitert und sich die Hegemonie sichergestellt. Die Apotheke

konnte als Kleinunternehmen nicht Schritt halten, und wo sie es tat, so entwickelte sich das, was man industrielle Unternehmung nennt. Auch fehlte in der Apotheke die Triebkraft der Konkurrenz, da diese fast überall in der Welt infolge des staatlichen Konzessionscharakters der Apotheke ausgeschaltet ist. Die Apotheken bilden vom Standpunkt der Privatwirtschaft ein staatlich aufgezwungenes Kartell, welches heute aus sozialen Gründen aber auch aus individuellen Wirtschaftsvorteilen aufrechterhalten wird.

Es blieb also der Apotheke die Herstellung der Arzneizubereitungen, oder anders ausgedrückt, die Rezeptur, und auch diese nicht lange in unversehrter Form. Neue Arzneizubereitungen wurden eingeführt, deren einwandfreie und rationelle Herstellung im Rahmen der normalen Rezeptur unmöglich war (z. B. Tabletten), des weiteren zeigte es sich, daß eine ganze Reihe von anderen, bis dahin nur in der Apotheke hergestellten Arzneizubereitungen im Großbetrieb billiger und besser herstellbar sind. Die Maschinenarbeit ist immer billiger als Handarbeit. Um aber die Arzneizubereitungen im Großbetrieb einwandfrei in laufenden Mengen zu konkurrenzfähigen Preisen (also billiger als der Selbstkostenpreis der Apotheke) herstellen zu können, mußten die aus der Apotheke bekannten Verfahren abgeändert werden, denn z. B. stößt die laufende Herstellung einer Pille nach einem aus der Apotheke bekannten Verfahren mit Hilfe von Maschinen meistens auf Schwierigkeiten. Gerade hier setzte der Zwiespalt zwischen Apotheke und Industrie ein, denn ein Teil unseres Arzneischatzes und unserer Arzneizubereitungen unterlag und unterliegt den Bestimmungen der aus sozialen Gründen zustande gekommenen aber völlig den Bedürfnissen der Apotheke angepaßten Arzneibüchern.

Solange die Industrie nur Produkte herstellte, welche in den Arzneibüchern nicht enthalten waren, mußte sie sich höchstens um etwaige allgemeine Bestimmungen kümmern. Tabletten, Pillen, Salben, Suppositorien usw., welche nicht in die Arzneibücher aufgenommen wurden, konnten in freigewählter Zusammensetzung hergestellt werden. Anders die Arzneibuchprodukte, bei welchen nicht nur der Gehalt an wirksamen Arzneimitteln, sondern auch die in ihnen befindlichen Hilfsmittel qualitativ und quantitativ genau festgelegt sind! Im Apothekenbetrieb hat das technische Moment niemals jene Bedeutung gehabt wie in der Industrie. Ist z. B. eine Pillenmasse nicht gerade einwandfrei, so können mittels Handarbeit noch stets, wenn auch mit Mühe und Not, Pillen aus ihr gewonnen werden. Die Maschine ist empfindlicher, und der rationelle Betrieb duldet keine Störung, denn die Kalkulation ist hier unerbittlich zu ihrem Rechte gelangt. Die Kalkulation spielt in der Apotheke in industriellem Sinne keine große Rolle. Ob die vom Arzt verschriebenen 20 Pillen um 5 Pfennig weniger oder mehr kosten, ist unwichtig, da einerseits die „Konkurrenz“ auch nicht weniger rechnen darf, andererseits weil 5 Pfennig unbedeutend sind. Anders ist es in der Industrie, wo nicht 20 Pillen, sondern täglich zehntausende, ja sogar hunderttausende hergestellt werden und die Konkurrenzfähigkeit eines Produktes oft von Pfennigen abhängt.

Die Industrie hat also mit dem Preis der Zeit (Arbeitslöhne), mit dem Preis der Rohstoffe und mit sonstigen Betriebsunkosten zu rechnen. Die Herstellung der Arzneizubereitungen muß laufend, ohne Störungen, mit wenig Abfall aus den möglichst billigsten Rohstoffen erfolgen, ohne dabei die Qualität zu verschlechtern. Ein krasses Beispiel hierfür finden wir wieder bei den Pillen, wo z. B. vom Deutschen Arzneibuch Trockenhefe zu ihrer Herstellung vorgeschrieben wird. Daß die Trockenhefe einen Preis von mehreren Mark pro Kilogramm hat, ist für das Arzneibuch nebensächlich, denn es kommt nicht darauf an. Die Industrie hat nun herausgefunden, daß man mittels Weizenmehl, welches sogar im Klein-



handel nicht mehr als 50—60 Rpf. pro Kilogramm kostet, ebenso gute oder gar bessere Pillen herstellen kann. Es ist klar, daß die Industrie durch diese Erkenntnisse Arzneizubereitungen herstellt, deren Zusammensetzung nur hinsichtlich des Gehaltes an wirksamen Bestandteilen und der negativen Bestimmungen dem Arzneibuch entspricht. Es entsteht hierbei die schwerwiegende Frage, ob die Industrie demzufolge mit der folgerichtigen Nichtbeachtung der Bestimmungen des Arzneibuches beschuldigt werden kann. Aus rein formellen Gründen könnte dies wohl berechtigt sein, im Wesen steht aber die Industrie in ihrem guten Recht. Um auch den Formalisten genügen zu können, müßte entweder das Arzneibuch auch den Bedürfnissen der Industrie angepaßt werden, oder aber müßte mit Hinsicht auf die hierbei entstehenden Schwierigkeiten ein für die Industrie maßgebendes zweites Arzneibuch geschaffen werden, welches aber außer den positiven Bestimmungen bezüglich des Gehaltes an wirksamen Bestandteilen nur noch negative Forderungen enthalten könnte. Tatsache ist, daß die Apotheke die standesmäßig an der einen Seite gegen die Industrie kämpfen muß, an der anderen Seite wirtschaftlich gezwungen ist, Arzneibuchprodukte, welche den Bestimmungen nur im obigen Sinne entsprechen, zu kaufen und weiter zu verkaufen. Dieser Zwiespalt kann und muß überbrückt werden, da er lediglich durch einen rein formalen Standpunkt hervorgerufen worden ist.

Dieses Buch wurde in vollem Bewußtsein des geschilderten Zwiespaltes geschrieben. Die darin befindlichen Herstellungsvorschriften sind keine Arzneibuchvorschriften im Apothekensinne und erheben auch keinerlei Ansprüche in dieser Beziehung um so mehr, als der Zweck dieses Buches nicht die alleinige Besprechung der Arzneibuchprodukte ist. Der größte Teil der von der Industrie hergestellten Arzneizubereitungen unterliegen nur den allgemeinen Bestimmungen. Die hier gegebenen Vorschriften sind Ausführungsbeispiele der mitgeteilten allgemeinen Überlegungen, an deren Hand die Herstellung neuer Arzneizubereitungen ermöglicht oder erleichtert wird. Die unendliche Reihe der Arzneispezialitäten gehört also in diese Gruppe der Arzneizubereitungen. Es ist aber selbstverständlich, daß die Arzneibuchprodukte mit Hilfe derselben technischen Verfahren hergestellt werden können, mit der Maßgabe, daß die bezüglichen Vorschriften vom Arzneibuch festgelegt sind. Da das vorliegende Buch kein pharmazeutisches Werk im üblichen Sinne der Apothekenpraxis bzw. des Arzneibuches sein wollte, erübrigte es sich, diese Vorschriften hier zu wiederholen. Sie sind sowohl in den Arzneibüchern, als auch in der sehr großen pharmazeutischen Literatur genügend ausführlich besprochen.

Im Rahmen dieses Buches wurde es versucht, den rein empirischen Charakter unserer Kenntnisse bezüglich der Arzneizubereitungen aufzuheben und durch theoretische Grundlegungen unsere Auffassung zu vereinheitlichen und hiervon ausgehend sowohl bezüglich der Beschaffenheit als auch bezüglich der Herstellung der Arzneizubereitungen wichtige Schlüsse zu ziehen und Verbesserungen vorzunehmen. Dies bezieht sich hauptsächlich auf die über Tabletten, Pillen, Salben und Emulsionen geschriebenen Kapitel. Erschwert war diese Aufgabe dadurch, daß hierüber nur wenig wissenschaftliche Forschungsergebnisse vorliegen. Eine Ausnahme bilden hier die Emulsionen, deren Theorie einen wichtigen Abschnitt der modernen physikalischen Chemie bildet. Auch über Salben wurde bereits früher Grundlegendes geleistet. Ein Teil der mitgeteilten Angaben scheint auch geeignet zu sein, um auf die Apothekentechnik eine Rückwirkung auszuüben.

Die Erforschung der Arzneizubereitungen ist teilweise sowohl in wissenschaftlicher als auch in technischer Hinsicht stark vernachlässigt worden. Die physikalisch-chemischen und die mechanischen Eigenschaften einiger Arzneizubereitung

(Pillen, Salben, Emulsionen) und die bei ihrer Herstellung verlaufenden mechanischen und physikalisch-chemischen Vorgänge waren für die Apotheke belanglos, da ihre Kenntnis keinerlei Vorteile brachte. Von diesem Standpunkt aus ist es verständlich, daß sogar das Wesen der hochwichtigen Salben bis vor kurzem ungeklärt war! Einer der Verfasser (Weichherz) wies erst in den Jahren 1924/25 zum erstenmal auf den Emulsionscharakter der wasserhaltigen Salben hin. Da in dieser Hinsicht noch sehr wenig geleistet wurde, sei auf die Notwendigkeit der physikalisch-chemischen und mechanischen, sowie der technischen Erforschung der Arzneizubereitungen in besonderen wissenschaftlichen Instituten hingewiesen. Als Beispiel der technischen Erforschung sei hier in besonderem Maße die Herstellung von Tabletten angeführt, bei welcher die erforderlichen Eigenschaften nur durch Zusammenwirkung der mechanischen Vorbereitung der Rohstoffe und der benutzten Maschinen erreicht werden können. Dasselbe bezieht sich auf die Genauigkeit der Dosierung.

Die Herstellung der einzelnen Arzneizubereitungen wurde in getrennten Kapiteln besprochen. Präparate, deren Herstellung mit chemischen Umsetzungen verbunden sind, wurden ausgeschlossen. Allerdings war die scharfe Abtrennung jener Arzneizubereitungen, die nur eine mechanische bzw. physikalische Arbeitsvorgänge erfordern, nicht recht möglich und mußte das Prinzip an einigen Stellen durchbrochen werden. Allgemeine Bemerkungen über Betriebsanordnung usw. wurden nicht gegeben, da dieses Buch sich nicht mit der Organisation eines nur zur Herstellung von Arzneizubereitungen dienenden Betriebes befaßt. Es könnte sein, daß die Herstellung einer Tablette oder einer sonstigen Arzneizubereitung im Zusammenhang mit einem andersgearteten chemischen Betriebe erfolgt, welcher eben ein Haupt- oder Nebenprodukt in die eine oder andere Form bringen will. Für solche Fälle könnten die Bedingungen eines obenerwähnten Spezialbetriebes nicht gültig sein.

## I. Die Pulver und das Zerkleinern.

Die pulverförmigen Arzneizubereitungen spielen in der pharmazeutischen Industrie eine relativ geringe Rolle. Am häufigsten sind noch die Streupulver und die Puder, Zahnpulver, Shampoo usw. Eine um so größere Bedeutung haben die Pulver als Zwischenprodukte, so daß ihre Herstellung eine der wichtigsten technischen Vorgänge im pharmazeutischen Betrieb ist.

Das Zerkleinern der verschiedenen Stoffe kann auf sehr vielen Wegen erfolgen, z. B. durch Schneiden, Scheren, Spalten, Zertrümmern, Reiben usw. Die Zerkleinerungsmaschinen haben je nach dem erwünschten Feinheitsgrad und den physikalischen Eigenschaften des zu vermahlenden Gutes eine wechselnde Konstruktion. Es wird entweder in trockenem oder in feuchtem Zustand zerkleinert. Durch feuchtes Vermahlen gelingt es, eine größere Feinheit, auch Kolloidfeinheit zu erreichen, da die Flüssigkeiten die von den Mahlvorrichtungen übernommenen Kraftwirkungen in allen Richtungen fortpflanzen und eine kräftige Scherwirkung entfalten. Die Teilchen werden also nicht nur infolge der direkten Kontaktwirkung der mahlenden Teile der Mühlen zerkleinert. Befinden sich die Teilchen in Luft verteilt, so ist die Mahlwirkung des Mediums verschwindend klein.

Bezüglich des Feinheitsgrades unterscheidet man Maschinen, welche 1. nur ganz grobe Stücke, 2. Pulver und 3. Kolloide herstellen.

Die Maschinen, welche zur Herstellung von groben Stücken dienen, können in zwei Gruppen geteilt werden: 1. Schneidemaschinen und 2. Vorbrecher.

Die Schneidemaschinen dienen zum Zerkleinern von Pflanzen bzw. Pflanzenteilen (Kräuter, Wurzeln usw.). Sämtliche Maschinen bestehen aus einer Arbeitsplatte, welche auch als Transportvorrichtung ausgebildet sein kann und aus einem System der Schneidmesser. Die Pflanzenteile werden auf die Arbeitsplatte gelegt und entweder mit der Hand oder automatisch zu den Messern geschoben. Die Messer sind entweder als Speichen eines Rades ausgebildet oder aber sie befinden sich an Zylinderflächen angeordnet und sind dann den Riffelwalzen ähnlich. Die Messer führen hierbei eine rotierende Bewegung aus. Eine solche Schneidmaschine ist z. B. die Quadratschneidmaschine KS für Rinden, Kräuter, Wurzeln usw. von F.W.Schilbach, Leipzig (Abb. 1). Eine andere Möglichkeit ist, daß ein gerades Messer in vertikaler Richtung eine alternierende Bewegung ausübt und gelegentlich der nach unten gerichteten Bewegung die zugeführten Pflanzenteile zerkleinert. Eine derartige Maschine wird für Hölzer oder Wurzeln von F.W.Schilbach, Leipzig, gebaut (Abb. 2, Würfelschneidmaschine WS). Eine gleiche, aber massivere Konstruktion hat die Drogenschneidmaschine der Firma Gebr. Burberg, Mettmann bei Düsseldorf (Abb. 3). Die Würfelschneidmaschine RS für Wurzeln und Hölzer der Firma F. W. Schilbach, Leipzig, besteht aus einer Reihe von parallel angeordneten Kreissägen (Abb. 4).

Die Vorbrecher dienen in erster Linie zum groben Zerkleinern von harten Stoffen. Für sehr harte Stoffe werden die für die pharmazeutische Industrie unwichtigen Backenvorbrecher benutzt. Die großen Stücke gelangen hier zwischen zwei starke Eisenplatten (Backen), welche an einer Kante durch Ge-

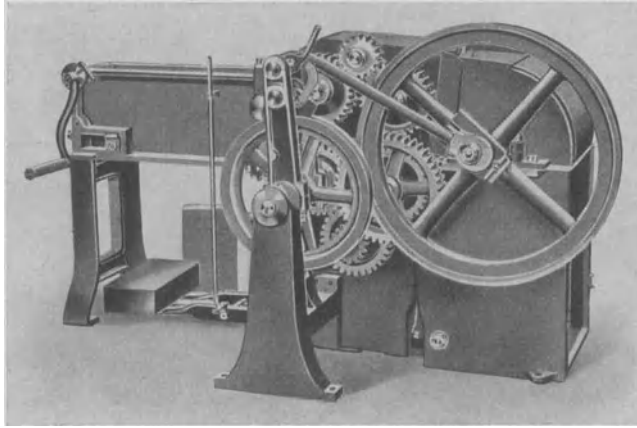


Abb. 1. Quadratschneidemaschine für Rinden, Kräuter, Wurzeln (F. W. Schilbach, Leipzig).

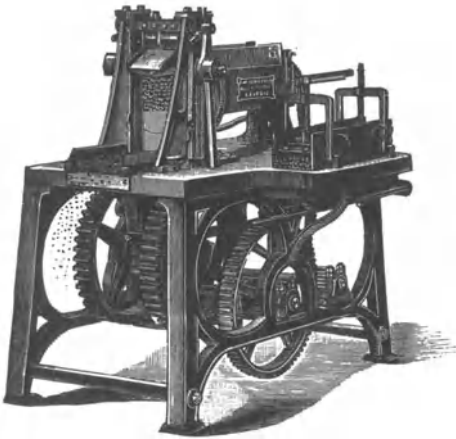


Abb. 2. Würfelschneidemaschine für Hölzer und Wurzeln (F. W. Schilbach, Leipzig).

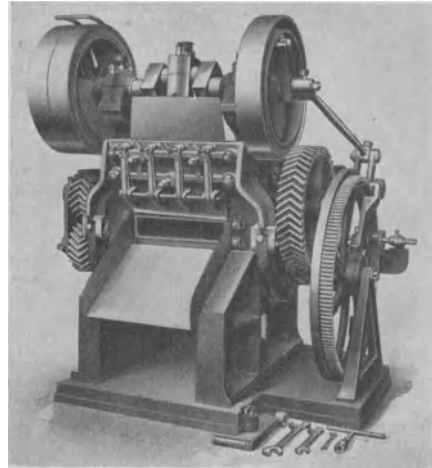


Abb. 3. Drogenschneidemaschine (Gebr. Burberg, Mettmann b. Düsseldorf).

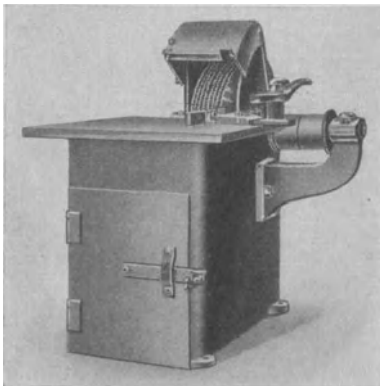


Abb. 4. Würfelschneidemaschine für Wurzeln und Hölzer (F. W. Schilbach, Leipzig).

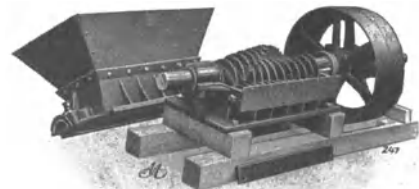


Abb. 5. Daumenvorbrecher (Alpine AG., Augsburg).

lenke verbunden sind. Eine dieser Eisenplatten wird mit Hilfe eines Exzenters in schwingende Bewegung versetzt, so daß die Platten sich alternierend nähern und entfernen. Beim Nähern wird auf die zwischen den Platten befindlichen Stücke ein Druck ausgeübt, wodurch eine Zertrümmerung stattfindet. Viel häufiger gelangen die Walzen- bzw. Daumenvorbrecher zur Anwendung (Abb. 5), welche aus zwei mit Zähnen, Messer, Stacheln usw. versehenen und sich gegeneinander drehenden Walzen bestehen. Die eine Walze ist federnd gelagert. Für etwas feineren Vorbruch werden glatte Walzen benutzt. Eine gute Leistung weisen auch die Pendelvorbrecher auf. Diese bestehen aus einer Eisenzylinderfläche, innerhalb dieser bewegt sich exzentrisch ein Pendel, welches unten eine konische Mahlfläche trägt. Die Mahlfläche rollt auf der Zylinderfläche und zertrümmert dabei die in den Vorbrecher gefüllten Stücke. Ähnlich arbeiten die Glockenmühlen, welche aber mit einem feststehenden Mahlkegel versehen sind.

Zur Herstellung von Pulvern werden die aus kleinen Stücken bestehenden, vorgetrockneten oder geschnittenen Stoffe mit hierzu dienenden Mühlen feiner vermahlen.

Eine der ältesten Mahlvorrichtungen sind die Mahlsteine (Mahlgänge). Hier wird die Substanz zwischen zwei aufeinander rotierenden Steinen fein pulverisiert. Gewöhnlich steht ein Stein still, während der andere sich langsam bewegt. Die Steine sind entweder ganz glatt oder geriffelt. Die Riffel sind strahlenförmig, tangential zu einem kleineren Kreis oder spiralförmig angeordnet. Der obere Stein hat eine zentrale Öffnung, durch welche die zu vermahlende Substanz eingefüllt wird. Mühlen mit großen Mahlsteinen werden heute fast nicht mehr gebraucht; eine um so größere Bedeutung besitzen die Trichtermühlen und die Konusmühlen. Die Trichtermühlen (Abb. 6) bestehen aus zwei kleinen

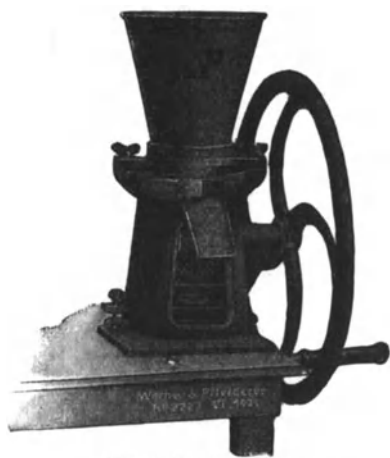


Abb. 6. Trichtermühle  
(Werner & Pfleiderer, Cannstatt).

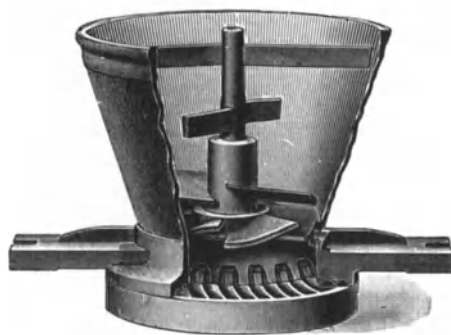


Abb. 7. Trichtermühle mit Rührwerk  
(Karl Seemann, Berlin-Borsigwalde).

horizontalen Mahlscheiben, deren Mahlfläche die vorher beschriebene Beschaffenheit haben. Die Konusmühlen unterscheiden sich nur darin, daß die Mahlfläche nicht eine horizontale Ebene, sondern eine Konusfläche ist. Beide Arten von Mühlen werden in erster Linie zum feuchten Mahlen verwendet. Das mit Wasser, Öl usw. vermischte Mahlgut wird in einen, oberhalb der Mahlscheiben befindlichen und mit Rührflügel (Abb. 7) ausgerüsteten Trichter gefüllt, gelangt von hier durch die zentrale Öffnung der oberen Scheibe zwischen die Mahlflächen, wird hier fein vermahlen und verläßt die Mahlscheiben an dem Scheibenrand, von wo es durch ein Abstreifmesser entfernt wird. Die in Kapitel X be-

schriebenen Salbenmühlen besitzen genau dieselbe Konstruktion. Der Mahleffekt und die Leistung ist verhältnismäßig gering. Die Mahlfeinheit kann durch Nähern der Scheiben mit Hilfe des beweglichen Fußlagers der unteren Scheibe geregelt werden. Die obere Scheibe steht immer still, die untere rotiert. Der Antrieb erfolgt von unten durch Zahnradübertragung. Eine größere Leistung, aber ebenfalls eine verhältnismäßig geringe Mahlfeinheit weisen die Excelsior-Scheibenmühlen auf, welche besonders für Drogen gut geeignet sind. Diese bestehen aus zwei vertikal stehenden Mahlscheiben bzw. Mahlringen. Die Scheiben sind mit in Ringform angeordneten Zähnen versehen (Abb. 8). Eine Scheibe steht still, während die andere um die horizontale Achse schnell rotiert. Die Zähne der rotierenden Scheibe greifen in die Zwischenräume der stehenden Scheibe, wodurch eine Scherwirkung ausgeübt wird und eine Zertrümmerung stattfindet. Die Arbeitsweise der von der Firma Friedr. Krupp AG. Grusonwerk, Magdeburg-Buckau, konstruierten Excelsiormühlen ergibt sich von Abb. 9 u. 10. Das Mahlgut

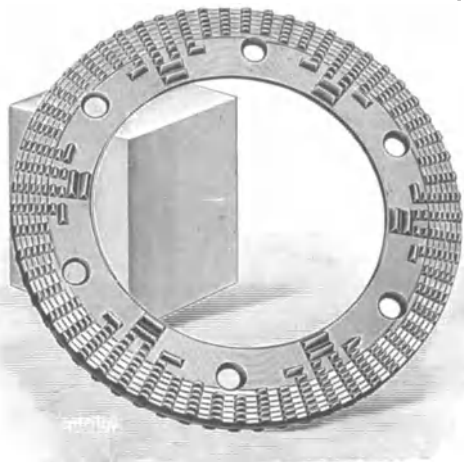


Abb. 8. Mahlscheibe der Excelsiormühle (Friedr. Krupp AG., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau).

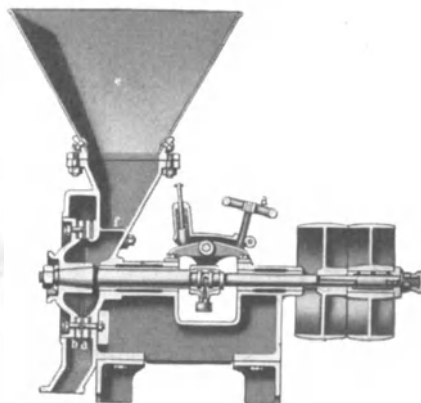


Abb. 9. Schnitt durch die einfache Excelsiormühle (Friedr. Krupp AG., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau).

gelangt durch den Fülltrichter in den Scheibenraum, von wo es durch die Zähne zwischen die Scheiben gezogen und hier vermahlen wird. Das Mahlprodukt fällt am Scheibenrand heraus und verläßt die Mühle durch die untere Öffnung. Der Antrieb erfolgt mittels einer festen Scheibe und einer Leerlaufscheibe. Der Fülltrichter der größeren Mühlen ist mit einem Rührwerk versehen, welches von der Hauptwelle aus angetrieben wird (Abb. 10). Die ganz großen Excelsiormaschinen sind mit einem Walzenvorbrecher ausgerüstet. Das Mahlgut fällt vom Fülltrichter auf den Vorbrecher und gelangt von hier in den Mahlringraum. Der Antrieb des Vorbrechers und der der eigentlichen Scheibenmühle erfolgt mittels getrennten Riemenscheiben (Abb. 11). Mühlen für größere Leistungen sind mit zwei Scheibenpaaren versehen. Die Mahlringe sind doppelseitig ausgebildet und werden mittels Schrauben an die Scheiben befestigt. Die abgenutzten Ringe werden losgeschraubt und umgedreht (Abb. 12 u. 13). Die Excelsiormühlen dienen hauptsächlich für trockenes, aber auch für feuchtes Vermahlen. Die Mahlfeinheit wird durch Verstellen der Scheibenentfernung geregelt. Bei den Kruppschen Mühlen kann die rotierende Scheibe verschoben werden, während bei anderen Konstruktionen die ruhende Scheibe verschiebbar angeordnet ist.

Auch die Kollergänge arbeiten mit Hilfe von Mahlflächen. Die Kollergänge sind zum Zerkleinern von ganz grobem Gut gut geeignet, sie dienen aber auch

zum Feinmahlen. Der Kollergang ist eine schwerfällige und wenig leistende Mahlvorrichtung, welche nur dann zur Anwendung gelangt, wenn keine andere Mühle zum Ziel führt. Es werden hauptsächlich Pflanzen bzw. Pflanzenteile mit seiner Hilfe vermahlen. Das gute Ergebnis ist hierbei dadurch bedingt, daß

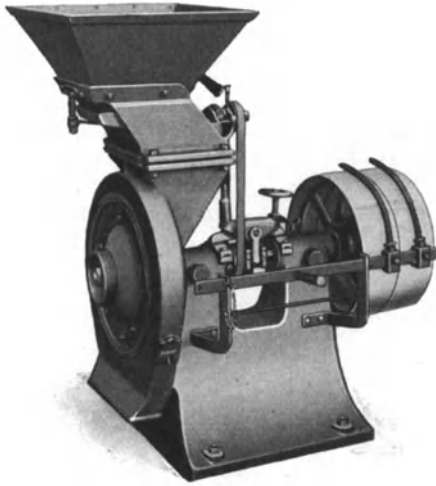


Abb. 10. Einfache Excelsiormühle (Friedr. Krupp AG., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau).

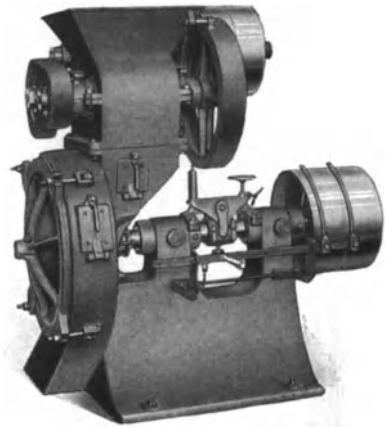


Abb. 11. Excelsiormühle mit Vorbrecher (Friedr. Krupp AG., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau).

die Kollergänge die Zertrümmerung durch einfachen Druck zustande bringen. Die anderen Mühlen scheren und schlagen, wodurch man selten ein feines, sondern stets ein faseriges Pulver erhält. Ein Kollergang besteht aus zwei großen und



Abb. 12. Excelsior-Doppelmühle (Friedr. Krupp AG., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau).}

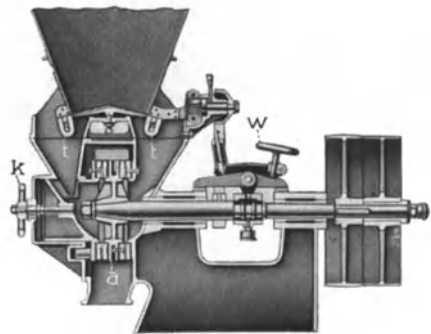


Abb. 13. Schnitt durch eine Excelsior-Doppelmühle (Friedr. Krupp AG., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau).

schweren Eisen- oder Steinroller, welche auf einer Grundplatte im Kreis laufen und dadurch eine Mahlwirkung entfalten. Es gibt zwei Typen der Kollergänge:

1. Der Antrieb der Roller erfolgt von oben, die Grundplatte steht still.
2. Der Antrieb erfolgt von unten, indem die Grundplatte beweglich ist, während die Roller von der rotierenden Grundplatte mitgenommen und dabei um die eigene Achse gedreht werden.

Die zwei Roller sind mit der Hauptwelle (vertikal) so verbunden, daß sie sich frei heben können, um die auf die Grundplatte gelegten groben Stücke vermahlen zu können. Die Roller können z. B. mit einer fixen starren Welle verbunden sein, aber diese Verbindungswelle ist so in eine Öffnung der vertikalen Hauptwelle

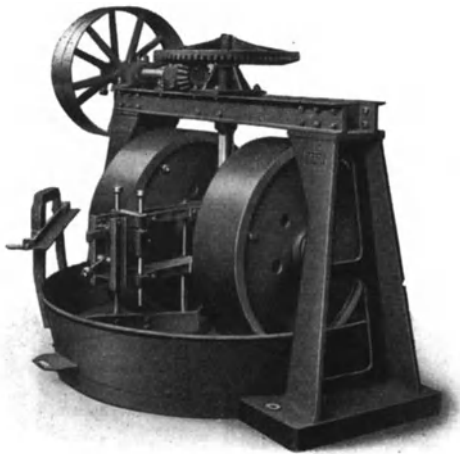


Abb. 14. Kollergang mit Obenantrieb (Rema, Rheinische Maschinenfabrik AG., Neuß a. Rh.).

gesteckt, daß die sich drehende Hauptwelle die Roller in den Kreis schleppen kann und sie dadurch ins Rollen versetzt. Die beiden Roller sind daher voneinander nicht unabhängig. Hebt sich der eine Roller, so muß sich der andere zwangsweise auch heben, wodurch der Kontakt zwischen Roller und Mahlgut aufhört, bzw. die Rollerflächen nicht mehr parallel zur Grundplatte stehen. Eine andere Möglichkeit ist, daß die Roller mittels Gelenke an die sie verbindende Welle gehängt sind und sich dann voneinander vollkommen unabhängig heben oder senken können (Abb. 14). Um eine hinreichende Mahlwirkung zu erreichen, müssen die Roller ein verhältnismäßig

großes Gewicht besitzen und werden daher aus Granit oder Gußeisen hergestellt. Die untere Grundplatte ist entsprechend stark dimensioniert. Die kleineren Kollergänge sind mittels einer rotierenden Eisengrundplatte ausgestattet, so daß die Roller sich nur um die eigene Achse drehen (Abb. 15). Das Mahlgut wird auf die Grundplatte gelegt, die Roller bewegen sich beim Rotieren darüber hinweg, heben sich dabei in die Höhe und zertrümmern es infolge der Druckwirkung. Vor den Rollern laufen zwei Wendepetten, welche das Mahlgut unter die Roller drängen, die Walzen selbst sind mit Abstreifmessern versehen. Zum ununterbrochenen Vermahlen wird die rotierende Grundplatte als Siebplatte ausgebildet (Abb. 16).

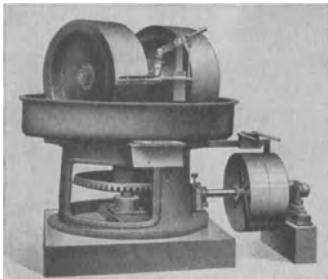


Abb. 15. Kollergang mit Untenantrieb und rotierendem Teller (Gebr. Burberg, Mettmann b. Düsseldorf).

Während die Kollergänge mittels einer ebenen und einer Zylinderfläche mahlen, arbeiten die Walzenmühlen mittels zwei Zylinderflächen, welche auch geriffelt sein können. In letzterem Falle wird die Druckzertrümmerung mit einer Scherwirkung verbunden, wenn die Walzen sich mit verschiedener Geschwindigkeit drehen. Harte, spröde Stoffe werden zwischen glatten Walzen

nur durch Druck zerkleinert, weiches Gut dagegen hauptsächlich zwischen geriffelten Walzen dadurch, daß eine Scherwirkung vorhanden ist. Die Walzenschrotmühlen werden zum Vermahlen von Getreide verwendet. Es werden gewöhnlich mehrere Walzenpaare nacheinander angeordnet, wodurch das Vermahlen bis zur Mehlfeinheit ermöglicht wird. Das erste Walzenpaar dient zum rohen Vermahlen, indem die Körner grob zertrümmert werden. Die Walzenschrotmühlen sind gewöhnlich mit Siebsichtung kombiniert, das vorgebrochene Gut wird in 2—3 Fraktionen getrennt, von welchen eine Fraktion bereits die



gewünschte Mahlfineinheit darstellt. Die anderen Fraktionen werden auf einem zweiten bzw. dritten Walzenpaar weiter vermahlen und gesichtet. Die Walzenmühlen sind gewöhnlich mit 1, 2, oder 3 Walzenpaaren ausgerüstet. Im Prinzip ist die erreichte Mahlfineinheit mit der Anzahl der Walzenpaare proportional.

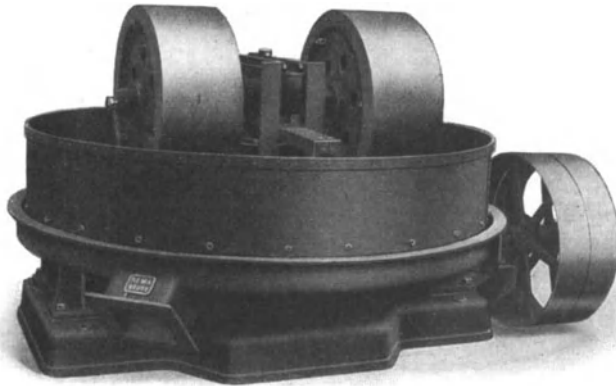


Abb. 16. Siebkollergang mit rotierendem Teller (Rema, Rheinische Maschinenfabrik A.-G., Neuß a. Rh.).

Technische Vereinfachungen erlauben dieselbe Wirkung auch mit 5 oder sogar nur mit 3 Walzen zu erhalten. Dies ist nur dadurch möglich, daß man eine Walze für zwei Mahlpassagen benutzt. Eine noch weitere Vereinfachung ist, wenn die erste Mahlpassage zwischen der ersten und der zweiten Walze besteht, die zweite Mahlpassage sich am Rand der zweiten und der dritten Walze und die dritte Mahlpassage sich in der Mitte der zweiten und dritten Walze befindet. Es ist dies die Anordnung einer Seckschen Dreiwalzenmühle. Das Prinzip der Walzenmühlen ist aus Abb. 17 zu ersehen. Die Mahlfineinheit kann durch den Walzenabstand geregelt werden, ob dabei glatte oder geriffelte Walzen zur Anwendung gelangen sollen, läßt sich nur an Hand von Probevermahlungen entscheiden. Ebenso ist es mit der Reihenfolge der glatten und geriffelten Walzen. Manchmal ist es nützlich, als erste Walze ein grobes Riffelwalzenpaar anzuwenden, besonders wenn man das ganze Gut in feines Pulver verwandeln will. Will man dagegen einen Teil des Mahlgutes nicht zu stark zertrümmern (z. B. Malzschrotung, wo es wichtig ist, die Spelzen möglichst ganz erhalten zu können), so ist das erste Walzenpaar glatt. Eine Spezialkonstruktion der Walzenmühlen stellen die im Kapitel X (Die Salben) besprochenen Dreiwalzenwerke dar. Die Dreiwalzenwerke dienen zum feuchten Vermahlen bis zur höchsten Feinheit. An Stelle der verhältnismäßig weichen Porphyrowalzen werden vielfach Hartgußwalzen, welche unter Umständen mit Wasserkühlung versehen sind, benutzt.

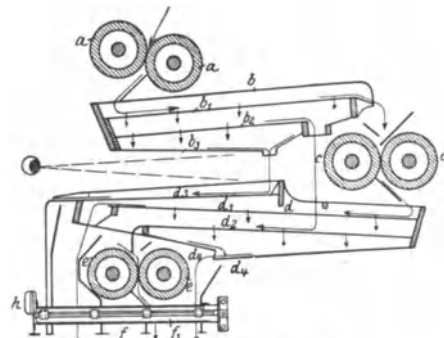


Abb. 17. Sechswalzenmühle.

Die bisher beschriebenen Mühlen zur Herstellung von Pulver arbeiten durch 1. Druckzertrümmerung, 2. Reibwirkung und 3. in geringem Maße durch Scherwirkung (Excelsior-Scheibenmühle, Riffelwalzen). Die Desaggregatoren und die Hammermühlen arbeiten dagegen durch eine direkte Schlagwirkung der schnell-

rotierenden Mühlenbestandteile. An eine horizontal gelagerte Welle sind senkrechte Eisenstäbe angeordnet, welche durch die schnelle Rotation auf das Mahlgut kräftige Schläge ausüben und es an ein an der Peripherie befindliches Gitter schleudern. Das Mahlgut wird einerseits beim direkten Anschlag der rotierenden Eisenstäbe, andererseits beim Anprallen an das Eisengitter zertrümmert. Die Mahlfeinheit kann durch Abänderung des erwähnten Gitters geregelt werden. Bei den Hammermühlen wird der Schlag nicht von mit der Welle starr verbundenen Eisenstäben ausgeübt, sondern es befinden sich an den beiden Enden eines jeden Stabes kurze gelenkartig verbundene schwingende Arme, welche nach außen geschleudert werden und hierbei auf das Mahlgut eine Schlagwirkung ausüben. Eine derartige Mühle ist die Polysiusssche Z-Mühle, bei welcher die schwingenden

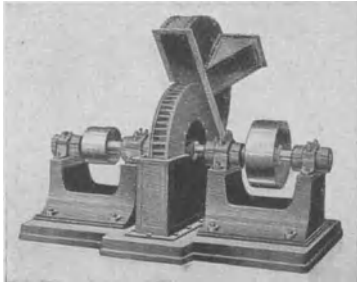


Abb. 18. Desintegrator (Gebr. Burberg, Mettmann b. Düsseldorf).

Arme in der tiefsten Stellung immer nach außen geschleudert werden. Die Mahlfeinheit der Desintegratoren und Hammermühlen entspricht für höhere Ansprüche nicht. Hierzu dienen die Desintegratoren, Dismembratoren und die Perlexmühlen.

Ein Desintegrator (Abb. 18) besteht aus zwei in entgegengesetzte Richtung mit großer Geschwindigkeit bewegenden Scheiben. Die Tourenzahl ändert sich mit dem Scheibendurchmesser von 300 bis 1800. An den Scheiben sind im Kreis Schlagstifte angeordnet, welche dann von einem Rahmen zu einem sogenannten Korb zu-

sammengefaßt sind. Jede Scheibe ist mit mehreren Körben ausgerüstet, ihre Zahl überschreitet aber niemals acht. Die Körbe der einen Scheibe sind in die Zwischenräume der Körbe der anderen Scheibe geschoben. Das Mahlgut wird mittels eines Trichters zentral zwischen die Scheiben in den Korb geführt

und wird durch die Zentrifugalkraft nach außen geschleudert und hierbei durch die direkte Schlagwirkung der Schlagstifte zertrümmert. Die Mahlfeinheit hängt von der Anzahl der Körbe ab. Der Desintegrator kann auch als Dismembrator gebraucht werden, indem eine Mahlscheibe stillsteht, allerdings erreicht man dabei eine geringere Mahlfeinheit, da die relative Geschwindigkeit der Scheiben z. B. nur 1800 Touren/Min. im Gegensatz zu 3600 Touren/Min. bei der Verwendung als Desintegrator beträgt. Der eigentliche Dismembrator (Abb. 19) unter-

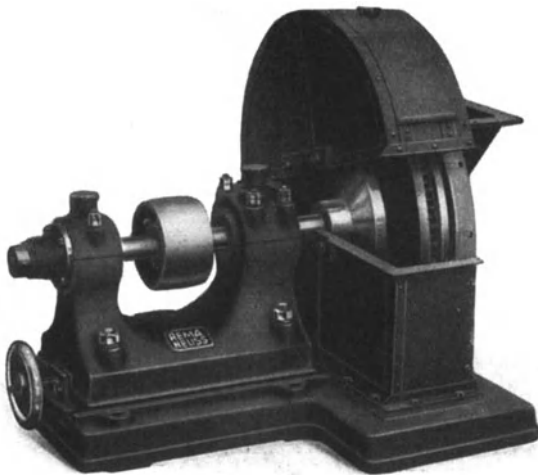


Abb. 19. Dismembrator (Rema, Rheinische Maschinenfabrik A.G., Neuß a. Rh.).

scheidet sich vom Desintegrator also darin, daß die eine Mahlscheibe immer stillsteht und demnach die rotierende Scheibe mit der doppelten Tourenzahl (bis 4500) laufen muß. Im übrigen weicht die Ausgestaltung der Mahlkörbe von der des Desintegrators nicht ab. Sowohl der Desintegrator als auch der Dismembrator sind nur zum Vermahlen