

Chemische Technologie der Kunststoffe in Einzeldarstellungen

Herausgegeben von

Dipl.-Ing. Dr. techn. Franz Kainer

Polyvinylchlorid
und
Vinylchlorid-Mischpolymerisate

von

Dipl.-Ing. Dr. techn. Franz Kainer

Patentanwalt in Heidelberg

Mit 61 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

ISBN 978-3-642-49108-5
DOI 10.1007/978-3-642-87891-6

ISBN 978-3-642-87891-6 (eBook)

Alle Rechte,

insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1951 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag OHG., Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1951

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1951

Vorwort zur Sammlung.

In den letzten Jahren hat die Kunststofftechnik nicht nur in Deutschland, sondern in einem vielleicht noch größeren Ausmaße im Ausland einen ungeheuren Aufschwung genommen.

Eine Vielzahl neuer Kunststoffklassen wurde erschlossen, eine ebenso große Anzahl von Verfahren zu ihrer Herstellung und Anwendung ausgearbeitet. Hand in Hand mit dieser Entwicklung haben Forscher den Aufbau dieser Kunststoffe und die Gesetzmäßigkeiten ihrer Bildung zu ergründen versucht.

Diese Fülle von Arbeiten und Veröffentlichungen wissenschaftlichen und technischen Inhaltes, die Unzahl von Patenten bedingen es, daß selbst dem Kunststoffchemiker immer mehr der Überblick über sein Arbeitsgebiet verlorenght. Er bedarf einer Übersicht über die wichtigsten Fortschritte in den einzelnen Kunststoffzweigen, die ihn gleichzeitig über die wesentlichsten Fortschritte in der Technologie der Kunststoffe orientiert.

Andererseits wird auch der auf einem Spezialgebiet der Kunststoffe arbeitende Chemiker oder Ingenieur eine eingehende Darstellung seines Arbeitsgebietes vermissen, die ihm das langwierige und zeitraubende Studium der Kunststoffliteratur, die bis heute bereits ungeheure Ausmaße angenommen hat, erleichtert bzw. erspart.

Es erscheint somit gerechtfertigt, eine Sammlung zu schaffen, die neben einer guten Übersicht über das gesamte Gebiet noch eine eingehende Darstellung einzelner Kunststoffe bzw. Kunststoffklassen bringt. Sie soll sowohl dem forschenden als auch Betriebschemiker, aber auch dem in der Kunststoffindustrie tätigen Ingenieur einen Überblick über sein Arbeitsgebiet vermitteln und ihn dazu anregen, weiter in dieses überaus reizvolle und interessante Gebiet einzudringen.

Auf Grund einer freundschaftlichen Übereinkunft wird diese Sammlung nunmehr vom Springer-Verlag weitergeführt.

Der Herausgeber.

Dipl.-Ing. Dr. techn. FRANZ KAINER
Patentanwalt.

Vorwort.

Von den vollsynthetischen, durch Polymerisation aus einfachen Bausteinen gewonnenen Kunststoffen besitzen das Polyvinylchlorid und seine abgewandelten Formen, wie nachchloriertes Polyvinylchlorid und Vinylchlorid-Mischpolymerisate, wohl die größte Bedeutung.

In Polyvinylchlorid und Vinylchlorid-Mischpolymerisaten stehen der Industrie und dem Gewerbe Stoffe zur Verfügung, deren Anwendungsmöglichkeiten auf den verschiedensten Gebieten der Technik und Bedarfsgüter gar nicht abzusehen sind. Schon heute gibt es kaum ein Gebiet in der Technik oder in modischen Artikeln oder Gegenstände des täglichen Bedarfs, in das Polyvinylchlorid oder Polyvinylchloridmassen nicht irgendwie hereinspielen.

Diese hervorragende Stellung innerhalb der großen Klasse der Kunststoffe ist vor allem auf die wertvollen Eigenschaften dieser Polymerisate zurückzuführen; seine Verwendung als Kunststoff verdankt das Polyvinylchlorid nicht zuletzt auch dem Umstand, daß es in Mischung mit Weichmachern weichgummiähnliche Eigenschaften besitzt, ohne die Nachteile des Weichgummis selbst aufzuweisen.

Die Herstellung und Verarbeitung von homogenen oder heterogenen Polymerisaten des Vinylchlorids hat in den letzten Jahren einen ungeahnten Aufschwung gerade im Ausland genommen, während in Deutschland, dem Geburtslande dieser Kunststoffklasse, die Entwicklung durch den Krieg und dessen Folgen schwer gehemmt wurde.

Die Herstellung der heute schon bedeutenden Mengen dieser Polyvinylchlorid-Kunststoffe setzt nicht nur die Entwicklung wirtschaftlicher Verfahren zur Herstellung der monomeren Verbindung, sondern auch die Beherrschung der Polymerisationsverfahren voraus. Es bedurfte jahrelanger Forschertätigkeit, um technisch brauchbare Verfahren sowohl zur Herstellung des Vinylchlorids als auch zur Polymerisation dieser interessanten Verbindung zu entwickeln. Nicht minder umfangreich waren die Arbeiten, die geleistet werden mußten, um dem Polyvinylchlorid oder den dieses enthaltenden Kunststoffmassen den Weg zur Anwendung zu ebnen.

Eine zusammenfassende Behandlung dieser wertvollen Kunststoffe auf Polyvinylchlorid-Basis lag bisher, wenn man von der Darstellung in dem vom Verfasser vor Jahren herausgegebenen Werk: „Kurzes Handbuch der Polymerisationstechnik“ absieht, nicht vor. Diese Lücke soll die vorliegende Arbeit schließen.

Nach einer Darstellung der auf die technische Herstellung von Vinylchlorid Bezug nehmenden Verfahren in der Einleitung werden im ersten Teil die verschiedenen Verfahren zur Herstellung von homogenen

und heterogenen Polymerisaten des Vinylchlorids, die Nachbehandlung, wie Chlorierung, Stabilisierung, Härtung, Weichmachung und Plastifizierung, dieser Polymerisate und die durch Verarbeiten mit anderen Kunst- oder Naturstoffen erhaltenen modifizierten Polyvinylchlorid-Massen behandelt.

Anschließend werden die chemische Zusammensetzung und die Eigenschaften dieser Kunststoffe, sowie das für den technischen Einsatz so wichtige Verhalten gegenüber Wasser, Lösungsmitteln und Chemikalien besprochen.

Die derzeit noch im Fluß befindliche und nicht abgeschlossene chemische und physikalische Untersuchung von Polyvinylchlorid und Vinylchlorid-Mischpolymerisaten sind im dritten Teil zusammengefaßt.

Nach einem kurzen Eingehen auf die chemische Umsetzung von Polymerisaten oder Mischpolymerisaten des Vinylchlorids werden die Herstellung der zur weiteren Verarbeitung erforderlichen Lösungen, Emulsionen, Pasten u. dgl. eingehend beschrieben.

Die für den Einsatz von Polyvinylchlorid-Massen so wichtigen Verformungsverfahren, und zwar sowohl die spanabhebende als auch die spanlose Verformung, sind im vierten Teil ausführlich behandelt und ebenso die Verfahren, welche die Herstellung von besonderen Formkörpern, wie Schwämme, Schläuche, Rohre, Folien, Filme, Platten, Fäden, Fasern usw., ermöglichen. Anschließend werden die bei den thermoplastischen Polyvinylchlorid-Massen anwendbaren Schweißverfahren besprochen.

Der fünfte Teil soll schließlich die verschiedensten Anwendungsmöglichkeiten der Polyvinylchlorid-Kunststoffe aufzeigen.

Bei dem Umfang dieser Monographie ist es verständlicherweise unmöglich, zu all den behandelten Arbeitsweisen, Verfahren usw. kritisch Stellung zu nehmen; schon deshalb, weil viele der neuen Vorschläge noch nicht praktisch erprobt sind. Wo aber eine solche kritische Überprüfung bereits stattgefunden hat und trotz des Bestrebens nach Zurückhaltung der gewonnenen Erkenntnisse auch offenbart wurde, wurde diese mit berücksichtigt.

Trotz dieser Einschränkung hofft der Verfasser mit der vorliegenden Arbeit allen Chemikern, Ingenieuren, Technikern und Forschern, die sich mit der Herstellung und Anwendung dieser interessanten Kunststoffe befassen oder befassen wollen, ein anschauliches Bild über diese Kunststoffklasse zu geben zu haben.

Die Literatur konnte bis etwa Mitte 1950 berücksichtigt werden.

Bei der Durchsicht des Manuskripts wurde der Verfasser von Frau Ilse Wagenknecht und beim Lesen der Korrekturen von seiner Frau Irene unterstützt, für welche Hilfe auch an dieser Stelle der Dank ausgesprochen werden soll.

Besonderen Dank ist der Verfasser dem Springer-Verlag schuldig, der mit der Übernahme der Sammlung auch für einen würdigen äußeren Rahmen gesorgt hat.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.		Seite
I. Vinylchlorid		1
A. Herstellung		1
Durch Chlorwasserstoffabspaltung S. 2. — Durch Chlorwasserstoffanlagerung S. 7. — Durch Umsetzung von Acetylen mit Dichloräthan S. 18. — Durch Chlorieren von Äthylen oder Äthan S. 19.		
B. Reinigung		19
C. Lagerung		20
Erster Teil.		
Herstellung von Polyvinylchlorid, Vinylchlorid-Mischpolymerisaten und polyvinylchloridhaltigen Massen.		
I. Polymerisation von Vinylchlorid		21
A. Polymerisationsmechanismus		21
B. Polymerisationsgeschwindigkeit		22
C. Molekulargewicht und Polymerisationsgrad		23
D. Struktur von Polyvinylchlorid		24
II. Polymerisationsverfahren		27
A. Lichtpolymerisation		27
B. Druck-Wärme-Polymerisation		29
C. Katalytische Polymerisation		30
D. Lösungspolymerisation		37
E. Emulsionspolymerisation		41
In wäßriger Phase S. 42. — In nichtwäßriger Phase S. 51. — Aufarbeitung der Polyvinylchlorid-Emulsion S. 52.		
F. Suspensions-Polymerisation		53
G. Besondere Polymerisations-Verfahren		54
Niedermolekulares Polyvinylchlorid S. 54. — Lösliche und unlösliche Polyvinylchloride S. 55. — Pulverförmiges Polyvinylchlorid S. 58.		
III. Mischpolymerisation von Vinylchlorid		59
A. Mit Kohlenwasserstoffen		63
Acetylenkohlenwasserstoffe S. 63. — Butadienkohlenwasserstoffe S. 63. — Divinylbenzol S. 66. — Äthylen S. 66. — Höhere Olefine S. 70. — Styrol S. 70. — Acenaphthylen S. 73. — Aromatische Kohlenwasserstoffe S. 73. — Heterocyclische Kohlenwasserstoffe S. 73.		
B. Mit Halogenkohlenwasserstoffen		73
Halogen-2-butadien-1, 3 S. 73. — Vinylfluorid S. 74. — Vinylidenchlorid S. 76. — 1-Chlor-1-bromäthylen S. 81. — Trichloräthylen S. 81. — Fluoräthylene S. 81. — Allyl- oder Methallylchlorid S. 83. — Methacrylylfluorid S. 83. — Halogenstyrole S. 83.		
C. Mit Alkoholen und Äthern		83
Vinylalkohol S. 83. — Vinylphenol S. 84. — Vinylalkyläther S. 84. — Ungesättigte Äther S. 85. — 1, 3-Dioxolan S. 86.		
D. Mit Ketonen und Oxoverbindungen		86
Vinylketone S. 86. — Olefinische Oxoverbindungen S. 86.		
E. Mit Amiden und Lactamen		87
Vinylsulfamide S. 87. — N-Vinylactame S. 87.		

F. Mit Säuren und Säurederivaten	87
Acethylencarbonsäuren S. 87. — Vinylester S. 87. — Vinylester ungesättigter Säuren S. 97. — α, β -ungesättigte Ester von Carbon- und Orthocarbonsäuren S. 97. — Ungesättigte Säuren oder ihre Derivate S. 98. — Acrylsäure oder deren Derivate S. 98. — Methacrylsäureester S. 104. — Fettsäureester S. 107. — Fette, Öle S. 107. — Alkylidenacetessigester S. 108. — Olefindicarbonsäuren oder deren Derivate S. 108. — Aconitsäureester S. 113. — Olefinpolycarbonsäuren S. 114. — Säureanhydride S. 114. — Ungesättigte Alkydharze S. 115.	
IV. Polyvinylchloride und Vinylchlorid-Mischpolymerisate des Handels	116
V. Nachbehandlung von Polyvinylchlorid und Vinylchlorid-Mischpolymerisaten	120
A. Nachchlorierung	120
B. Stabilisierung	125
C. Härtung	140
D. Vulkanisierung	144
E. Weichmachung	145
Weichmachungsmittel S. 145. — Weichmachermenge S. 179. — Auswahl der Weichmacher S. 180. — Einarbeiten der Weichmacher S. 183.	
F. Plastizierung	190
VI. Polyvinylchloridhaltige Massen	191
A. Mit Polymerisat-Kunststoffen	192
Butadien-Polymerisate S. 192. — Butadien-Mischpolymerisate S. 193. — Polyvinylbenzol S. 195. — Polyisocolefine S. 196. — Polystyrol S. 196. — Polyvinylidenchlorid S. 196. — Polyvinyläther S. 196. — Polyacrylsäure S. 196. — Polyacrylsäure- oder Methacrylsäureester S. 197.	
B. Mit Polyamiden	197
C. Mit Alkydharzen und linearen Polyester	198
D. Mit Phenol-Aldehyd-Harzen	199
E. Mit Formaldehyd-Harnstoff-Harzen	200
F. Mit Formaldehyd-Terpen-Reaktionsprodukten	200
G. Mit Melamin-Formaldehyd-Harzen	200
H. Mit Ketonharzen	200
I. Mit Kolophoniumestern	200
K. Mit Naturkautschuk	200
L. Mit Kohlenwasserstoffen	201

Zweiter Teil.

Zusammensetzung und Eigenschaften von Polyvinylchlorid und Vinylchlorid-Mischpolymerisaten.

I. Chemische Zusammensetzung	202
II. Chemische Beständigkeit	204
A. Wasserbeständigkeit	204
B. Lösungsmittelbeständigkeit	205
Von Polyvinylchlorid S. 202. — Von Vinylchlorid-Mischpolymerisaten S. 206. — Von weichgestellten Polyvinylchlorid S. 207.	
C. Chemikalienbeständigkeit	208
Von weichmacherfreien Polymerisaten oder Mischpolymerisaten des Vinylchlorids S. 209. — Von weichgestellten Polymerisaten oder Mischpolymerisaten des Vinylchlorids S. 214.	
D. Verhalten gegenüber Abgasen und aggressiven Gasen	218
III. Physikalische Eigenschaften	220
A. Farbe	220
B. Fluoreszenzfarbe	220
C. Mechanische Eigenschaften	221
IV. Thermische Eigenschaften	223
V. Elektrische Eigenschaften	224
VI. Physiologisches Verhalten	227

Dritter Teil.

Untersuchung von Polyvinylchlorid und Vinylchlorid-Mischpolymerisaten.

I. Untersuchung von Polyvinylchlorid	228
A. Chemische Untersuchung	228
Qualitative Untersuchung S. 228. — Quantitative Untersuchung S. 229.	
B. Bestimmung der Stabilität.	233
Bestimmung der chemischen Stabilität S. 233. — Bestimmung der thermischen Stabilität S. 234.	
C. Bestimmung des Molekulargewichtes	237
Bestimmung der Viskosität S. 237. — Bestimmung des K-Wertes S. 238. — Bestimmung der M-Zahl S. 240.	
D. Physikalische Untersuchung	240
E. Technologische Untersuchung	241
II. Untersuchung von weichgestelltem Polyvinylchlorid	245
A. Chemische Untersuchung	245
B. Bestimmung der physikalischen Eigenschaften	248
III. Untersuchung von weichmacherhaltigen Kabelmassen	250
A. Bestimmung des Weichmachergehaltes	251
B. Bestimmung der Stabilisier- und Emulgiermittel	251
C. Bestimmung des Füllstoffgehaltes	251
D. Bestimmung des Polyvinylchloridgehaltes	251
IV. Untersuchung von Polyvinylchlorid-Pasten	252
A. Bestimmung der Viskosität	252
B. Bestimmung des Fließverhaltens	252

Vierter Teil.

Verarbeitung von Polyvinylchlorid und Vinylchlorid-Mischpolymerisaten.

I. Chemische Umsetzung von Polyvinylchlorid oder Vinylchlorid-Mischpolymerisaten.	253
A. Mit Aldehyden	253
B. Mit Ketonen oder Ketonacetalen	254
C. Mit Hydroxylamin	254
D. Mit Eiweißstoffen	254
E. Mit Säuren	254
F. Veresterung	255
G. Umesterung	255
H. Verseifung	255
II. Mechanische Verarbeitung von Polyvinylchlorid und Vinylchlorid-Mischpolymerisaten.	257
A. Verarbeitungsformen von Polyvinylchlorid oder Vinylchlorid-Mischpolymerisaten	257
Lösungen von Vinylchlorid-Polymerisaten oder -Mischpolymerisaten S. 257. — Polyvinylchlorid-Emulsionen S. 262. — Polyvinylchlorid-Dispersionen S. 263. — Reversibel dispergierbares Polyvinylchlorid S. 265. — Polyvinylchlorid-Pasten S. 266. — Glasartiges Polyvinylchlorid S. 273. — Pulverförmiges Polyvinylchlorid S. 273. — Poröses Polyvinylchlorid S. 275. — Gefärbtes Polyvinylchlorid S. 277. — Füllstoffhaltiges Polyvinylchlorid S. 279.	
III. Verformung von Polyvinylchlorid oder Vinylchlorid-Mischpolymerisaten	280
A. Spanabhebende Formung	280
B. Spanlose Verformung	282
Verformung während der Polymerisation S. 283. — Verformung nach der Polymerisation S. 284. — Formkörper aus Polyvinylchlorid und anderen Kunststoffen S. 307.	

	Seite
IV. Besondere Formkörper	309
A. Herstellung von Hohlkörpern	309
Nach dem Tauchverfahren S. 309. — Nach dem Gießverfahren S. 313. — Nach dem Blasverfahren S. 314. — Nach dem Wickelverfahren S. 314. — Nach dem Preßverfahren S. 314.	
B. Herstellung von aufblasbaren Formkörpern	315
C. Herstellung von Schwämmen	316
D. Herstellung von Schläuchen	318
E. Herstellung von Rohren	323
F. Herstellung von Stäben	330
V. Platten	331
VI. Filme, Folien und Bänder	334
A. Herstellung von weichmacherfreien Folien	335
Aus Lösungen S. 335. — Aus lösungsmittelhaltigen Pasten S. 337. — Nach dem Celluloidverfahren S. 339. — Aus wäßrigen Emulsionen oder Pasten S. 340. — Nach dem Walzverfahren S. 342. — Nach dem Schmelzverfahren S. 345.	
B. Herstellung von weichmacherhaltigen Folien	345
C. Veredlung von Folien	351
Feuchtigkeitsfeste Filme S. 352. — Nichtklebende Filme S. 352. — Licht- und wärmebeständige Folien S. 352. — Mechanisch widerstandsfähige Folien S. 354. — Farblose Folien S. 359. — Elektrisch nicht erregbare Folien S. 361. — Nicht einreißbare Filme oder Folien S. 362. — Gefärbte oder bedruckte Folien S. 363.	
D. Eigenschaften von Folien	364
E. Mischfolien	368
VII. Fäden, Fasern und Garne.	370
A. Herstellung	372
Aus vorgeformten Massen S. 372. — Aus Schmelzen S. 373. — Aus Lösungen S. 375.	
B. Veredlung	382
C. Färben von Polyvinylchlorid-Fasern.	387
D. Eigenschaften	391
E. Mischfäden	393
Homogene Mischfäden S. 394. — Heterogene Mischfäden S. 395.	
F. Stapelfaser	397
G. Schnüre	398
VIII. Gewebe	399
A. Polyvinylchlorid-Gewebe	399
B. Färben Polyvinylchlorid-Geweben	400
C. Mischgewebe	401
IX. Verbinden von Formteilen aus Polyvinylchlorid	402
A. Schweißen	402
Autogene Schweißung S. 402. — Kontaktschweißung S. 407. — Hochfrequenzschweißung S. 408.	

Fünfter Teil.

Anwendung von Polyvinylchlorid oder Vinylchlorid-Mischpolymerisaten.

I. Papierindustrie	410
A. Veredlung von Papier	410
B. Veredlung von Pappe	412
II. Filmindustrie	412
III. Textilindustrie	414
A. Veredlung von Textilgeweben	414
Appretieren von Geweben S. 414. — Imprägnieren von Geweben S. 415. — Kaschieren von Geweben S. 420. — Doublierte Gewebe S. 424. — Färben von Geweben S. 425. — Bedrucken von Geweben S. 425.	

	Seite
B. Dauerwäsche	425
C. Steifgewebe	426
D. Ballon- und Flugzeugbespannstoff	428
IV. Bekleidungsindustrie	429
A. Verarbeitung von imprägnierten Geweben	429
B. Verarbeitung von kaschierten Geweben	430
C. Verarbeitung von Polyvinylchlorid-Folien	430
D. Verarbeitung von Polyvinylchlorid-Geweben	436
V. Filz- und Wachtuchindustrie	437
A. Filze	437
B. Wachtuch	437
VI. Bürstenindustrie	438
A. Borsten	438
VII. Fischereigewerbe	441
VIII. Tapezierergewerbe	442
A. Polstermaterial	442
B. Dekorationsmaterial	443
IX. Kunstlederindustrie	444
A. Herstellung	444
Von trägerfreiem Kunstleder S. 447. — Von faservlieshaltigem Kunstleder S. 449. — Von trägerhaltigem Kunstleder S. 450. — Von polyvinylchloridhaltigem Kunstleder S. 454.	
B. Kunstleder-Erzeugnisse	455
X. Lederindustrie	457
XI. Schuhindustrie	458
A. Schnürriemen	458
B. Schuhkappen und Schuhfutter	459
C. Randleder	459
D. Besatzbänder und Schuhbesatz	460
E. Kleben von Schuhsohlen	460
F. Veredlung von Sohlenmaterial	461
G. Herstellung von Sohlen	462
H. Schuhoberteil	467
I. Schuhabsätze	468
K. Schuhwerk	468
XII. Lack- und Farbenindustrie	470
A. Herstellung von Lacken	471
Lacklösungen S. 471. — Lackemulsionen S. 479. — Lackpasten S. 481.	
B. Anwendung von Lacken	482
Lackierung von Kautschukoberflächen S. 482. — Überzüge auf Vulkanfiber S. 483. — Flugzeuglacke S. 484. — Lackieren von Metalloberflächen S. 484.	
C. Mischlacke	490
D. Anstrichfarben	494
E. Leuchtfarben	495
XIII. Klebstoff- und Kittindustrie	496
A. Klebstoffe	496
B. Klebestreifen und Klebefolien	500
C. Kitte	502
XIV. Verpackungsindustrie	502
A. Lackieren von Verpackungsmaterialien	503
B. Kaschierte Verpackungshüllen	505
C. Verpackungsbehälter aus Faserstoffen	508
D. Verpackungsfolien	509
E. Verpackungsbehälter aus Polyvinylchlorid-Folien	513
F. Verpackungsbehälter aus Polyvinylchlorid-Geweben	515
G. Behälterverschlüsse	516

	Seite
XV. Bürobedarf	518
A. Bleistifthüllen	518
B. Farbbänder	519
C. Schreibmaschinenwalzen und -hüllen	519
D. Radiermassen	519
E. Stempelkissen	519
F. Schilder	519
XVI. Graphisches Gewerbe und Photographie	521
A. Diazotypie	522
B. Photolithographie	522
C. Photomeschanische Druckverfahren	522
D. Photographie	523
E. Konservieren von Zeichnungen und Dokumenten	524
XVII. Chemische Industrie.	525
A. Veredlung von Mineralölprodukten	525
B. Pflanzenschutzmittel	526
C. Kunststoffindustrie	527
Formenmaterial und Formenabdruckmasse S. 527.	
D. Sprengtechnik	528
XVIII. Glasindustrie	528
A. Sicherheitsglas	528
B. Organisches Glas	530
C. Optisches Glas	532
XIX. Korrosionsschutz	532
A. Behälterauskleidung	533
B. Metallrohrisolierung	539
Rohrumkleidung S. 540. — Rohrauskleidung S. 542.	
C. Apparate- und Maschinenschutz.	542
XX. Apparatebau.	543
A. Rohrverarbeitung	544
Rohrbiegen S. 544. — Rohrverbindungen S. 549. — Rohrverbindungsselemente S. 546. — Armaturen S. 547. — Rohrleitungen S. 547.	
B. Isoliermaterial	550
C. Filter und Siebe	550
D. Diaphragmen und Dialysenmembranen	556
E. Dichtungen und Manschetten	557
F. Treibriemen und Transportbänder	561
XXI. Maschinenindustrie	562
A. Gießerei	562
B. Elektrolytische Verchromung	563
C. Elektroden	564
XXII. Elektroindustrie.	564
A. Elektrische Isolierstoffe	564
B. Isolierung von Drähten und Leitern.	573
Lackdrähte S. 577. — Umspritzte Drähte S. 577. — Folienisolierte Drähte S. 580. — Umflechten der Drähte S. 586. — Schlauchisolierte Drähte S. 586. — Ausbessern von Fehlerstellen von isolierten Drähten S. 587.	
C. Kabelisolierung	588
Abstandhalter S. 592. — Kabelhüllen S. 594. — Kabelzubehörtteile S. 600.	
D. Isolatoren.	601
E. Spulenisolation	601
F. Elektroden	601
G. Widerstände	602

	Seite
H. Magnetische Massenkern	602
I. Kondensatoren	602
K. Dynamomaschinen	603
L. Akkumulatoren	604
M. Trockenelemente	605
N. Elektrogeräte	605
O. Schirme für Transparentprojektion	606
P. Kapselmikrophone und Lautsprechermembranen	606
XXIII. Baugewerbe	607
A. Preßholz	607
B. Wandbelag	607
C. Fußbodenbelag	607
D. Straßenbelag	612
E. Dichtungsmassen	613
XXIV. Medizin	614
A. Humanmedizin	614
B. Dentaltechnik	616
XXV. Verschiedene Anwendungen	619
A. Geformte Reinigungsmittel	619
B. Schleifmittel	619
C. Reibflächen für Zündhölzer	620
D. Zündkerzen	620
E. Fahrzeugschläuche und Fahrzeugreifen	621
F. Tonwiedergabe	622
Schallplatten S. 622. — Magnetophonträger S. 630.	
G. Kinderspielzeug und Reklamefiguren	631
Patentverzeichnis	632
Namenverzeichnis	654
Sachverzeichnis	667