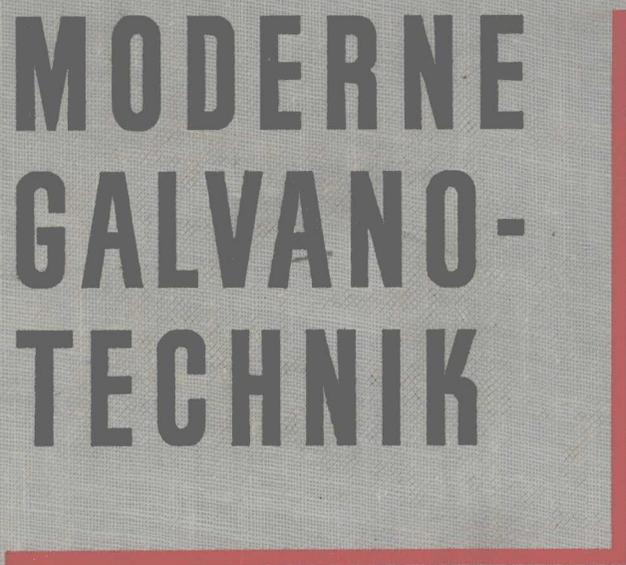


WILLI MACHU

**MODERNE
GALVANO-
TECHNIK**



MACHU · MODERNE GALVANOTECHNIK

MODERNE GALVANOTECHNIK

VON PROF. DR. TECHN. HABIL. DIPL.-ING.

WILLI MACHU

VERLAG CHEMIE · GMBH · WEINHEIM/BERGSTR.

1954

Mit 194 Abbildungen und 81 Tabellen

Copyright 1954 by Verlag Chemie, GmbH, Weinheim/Bergstr.

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert werden. – All rights reserved (including those of translations into foreign languages). No part of this book may be reproduced in any form, by photostat, microfilm, or any other means, without written permission from the publishers. Printed in Germany. Einband und Schutzumschlag nach Entwürfen von Hans Bohn, Frankfurt/Main. – Satz und Druck: Buchdruckerei AG Passavia, Passau. – Verlagsnummer 5382

Meiner lieben Frau gewidmet

VORWORT

In der Galvanotechnik wurden insbesondere in den letzten 10–15 Jahren außerordentliche Fortschritte erzielt, die namentlich in den Vereinigten Staaten von Amerika zu einem großen technischen Aufschwung geführt haben. Untersucht man die Ursachen dieser Erfolge, so kann man dafür vor allem die riesige Ausweitung der Automobilindustrie, die ausgedehnte Automatisierung in Großanlagen, das ungeheure Absatzgebiet, die staatliche Unterstützung der Forschung, die gute Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschung, das Bestehen von rührigen Fachvereinen und die weitgehende Normung verantwortlich machen. Demgegenüber ist in Europa bedauerlicherweise das Fehlen aller dieser fördernd wirkenden Umstände festzustellen. Während in den USA auch kleinere Betriebe mit Laboratorien zur ständigen Kontrolle der Bäder und Überzüge, mit Anlagen zur zeitweisen oder kontinuierlichen Badreinigung sowie mit wissenschaftlichen Apparaten und Einrichtungen ausgestattet sind, gibt es in Europa noch immer viele galvanotechnische Betriebe, die sich in den letzten 20–30 Jahren praktisch kaum verändert haben, obwohl die großen Fortschritte, die zum Beispiel auf dem Gebiete der Glanzvernickelung, der Anwendung höherer Stromdichten, die 5–10 mal so schnelle Arbeiten, als noch vor wenigen Jahren üblich, ermöglichen, der weitgehenden Automatisierung der Verfahren und Anlagen erzielt wurden, eine gewisse Umstellung der Arbeitsverfahren und Modernisierung der Betriebe erfordern.

Ich habe mir daher nun in dem vorliegenden Buche die Aufgabe gestellt, ein Bild von dem derzeitigen hohen Stand der Galvanotechnik zu entwerfen, um dadurch einen Beitrag zur rascheren Erreichung eines möglichst hohen Standes dieses Zweiges der Elektrochemie auch bei uns zu leisten. Da auch vom Galvanotechniker die durch den zweiten Weltkrieg entstandene Lücke in der Kenntnis der in- und besonders ausländischen Fachliteratur schmerzlich empfunden wird, habe ich die in- und ausländische Fachliteratur der letzten 15 Jahre ausgiebig berücksichtigt.

Zur Vervollständigung des Gesamtbildes der Galvanotechnik wurden auch die chemische und mechanische Vorbehandlung vor dem Elektroplattieren, das Schleifen, Polieren, Entfetten, Beizen usw., eingehend behandelt. Außerdem wurden nicht nur die Zusammensetzungen der galvanischen Bäder, die Wirkungsweise der Badbestandteile, die möglichen Fehler und ihre Beseitigung sowie die Eigenschaften der Überzüge, sondern auch die analytische Untersuchung der Bäder, Prüfung auf deren Verunreinigungen, Ermittlung der physikalischen Eigenschaften der Überzüge usw. besprochen.

Ich habe mich ferner bemüht, das Buch sowohl für den Wissenschaftler als auch für den Techniker interessant und lesenswert zu gestalten, indem überall dort, wo es für notwendig angesehen wurde, auch die wissenschaftliche Erklärung eingeflochten wurde, während der Praktiker auch die zur Durchführung seiner Arbeiten erforderlichen technischen Anweisungen, eine Beschreibung der Einrichtungen und Anlagen usw. finden wird.

Die Leser, die an einer eingehenderen Kenntnis der Patentliteratur und an allen anderen nicht galvanotechnischen Metallüberzugsverfahren interessiert sind, möchte ich auf mein Buch »Metallische Überzüge« (3. Auflage, 1948, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig) verweisen. Die vorbereitenden Maßnahmen, wie Reinigen, Entfetten, Beizen, Schleifen, Polieren usw., habe ich eingehend in dem im gleichen Verlage erscheinenden Buch »Oberflächenvorbehandlung von Eisen- und Nichteisenmetallen«, die anorganischen, nichtmetallischen Überzüge in den Büchern »Die Phosphatierung, wissenschaftliche Grundlagen und Technik« (Verlag Chemie, Weinheim 1950) und »Nichtmetallische anorganische Überzüge« (Verlag J. Springer, Wien 1952) behandelt.

Möge das vorliegende Werk über die Galvanotechnik die gleiche freundliche Aufnahme wie diese Bücher finden!

Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfnis, allen Fachkollegen und Firmen, die mir durch Überlassung von Fotos, Zeichnungen, Sonderdrucken usw. behilflich waren, auch an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen. Mein besonderer Dank gebührt aber Herrn Obering. Walther Köhler, Berlin-Charlottenburg, der mir große Dienste beim Überlesen des Manuskriptes sowie der Korrekturen erwiesen hat. Last not least will ich auch dem Verlag Chemie danken, der mich stets bei meiner Arbeit zuvorkommendst und tatkräftig unterstützte.

Cairo, Frühjahr 1953

WILLI MACHU

INHALTSÜBERSICHT

VORBEREITUNG DER WERKSTÜCKE FÜR DAS GALVANISIEREN

I. Vorbereitung von Metallgegenständen für das Galvanisieren	
auf mechanischem Wege	17
1. Die Bedeutung der Vorbehandlung	17
2. Das Schleifen und Polieren vor dem Galvanisieren	17
3. Das Schleifen in der Galvanotechnik	18
4. Die Schleif- und Poliermittel	19
5. Die Eigenschaften der Schleif- und Poliermittel	21
6. Die Schleif- und Polierscheiben	22
7. Die Eigenschaften der Schleifscheiben	23
8. Aufbau der Polierscheiben	25
9. Das Beileimen von Polierscheiben	27
10. Mineralische Bindemittel zur Herstellung von Polierscheiben	30
11. Schleifleinen und Schleifpapier	30
12. Pastenscheiben	31
13. Drehzahlen und Umlaufgeschwindigkeiten von Schleif- und Polierscheiben	32
14. Das Glänzen (Hochglanzpolieren, Färben) der Metalle	34
15. Poliermischungen	36
16. Das Schleifen und Polieren der Metalle	38
17. Bürsten	41
18. Schleif- und Poliermaschinen	43
19. Putzen, Scheuern, Reinigen und Polieren in der Trommel	49
20. Trocken- und Naßscheuern bzw. -polieren mit Scheuermitteln	53
21. Das elektrolytische Polieren	55
II. Die Entfettung	57
22. Allgemeines über die Entfettung	57
A. Die Entfettung mit Alkalien	59
23. Die Vorgänge bei der Entfettung mit wäßrigen Lösungen von Alkalien	59
24. Praktische Durchführung der alkalischen Entfettung	63
25. Die elektrolytische Reinigung	70
B. Die Entfettung mit organischen Lösungsmitteln	72
26. Die organischen Fettlösungsmittel und ihre Anwendungsarten	72
27. Wiedergewinnung der Lösungsmittel durch Destillation	79
28. Lösen durch Emulsionen	80
29. Toxische Wirkungen der organischen Reinigungsmittel	80
30. Prüfung auf Fettfreiheit	81
III. Das Beizen von Eisen- und Nichteisenmetallen	81
31. Die Oxydschichten auf Eisen und ihre Beseitigung	81
32. Das Beizen von Eisen und Stahl mit Schwefelsäure	82
33. Das Beizen von Eisen und Stahl mit Salzsäure	84
34. Das Beizen von Gußeisen	85
35. Beizschäden und Sparbeizen	85
36. Das elektrolytische Beizen	86
37. Das Beizen von rostfreien und säurebeständigen Stählen	88
38. Beizen und Brennen von Kupfer und Kupferlegierungen	89

39. Beizen von Nickel, Zinn, Blei und deren Legierungen	91
40. Reinigen von Zink, Aluminium, Magnesium und deren Legierungen	91
41. Die Anlagen zum Beizen und Brennen	94
42. Absaugung von Säuredämpfen	98
43. Beisanlagen und -maschinen	100
44. Gelbbrennanlagen	104
45. Spülen und Neutralisieren	106
46. Vorbereitung von niedrigprozentigen Kohlenstoffstählen für die Elektroplattierung	107
47. Prüfung der Wirksamkeit der vorbereitenden Reinigung	111
48. Vorbereitung von Kohlenstoffstählen mit hohem Kohlenstoffgehalt für die Elektroplattierung	111
a Art des Stahls	111
b Allgemeine Vorbereitung des Stahls	112
c Vorbehandlungsmaßnahmen	113
d Endbehandlungen	114
e Die Elektroplattierungsmaßnahmen	115
f Wärmebehandlung nach der Elektroplattierung	116
g Prüfverfahren	116
49. Behandlungszyklen	116
50. Beseitigung der Abwässer aus Beizereien, Gelbbrennanlagen usw.	118
IV. Der Arbeitsraum und seine Einrichtungen	121
51. Der Fußboden	121
52. Die elektrischen Einrichtungen	122
53. Gleichrichter	123
54. Die Leitungsarmatur	126
55. Die Warengestelle	126
56. Badstromregler	128
57. Badwärmer	128
58. Der Wärmearaufwand	130
59. Die Anoden in der Galvanotechnik	130
60. Das Wasser im Galvanisiererraum	132
61. Das Filtrieren	133
62. Galvanisierglocken und -trommeln	135
63. Rührung und Bewegung der Bäder	139
64. Die Reinigung der Bäder	141
65. Elektrolytische Badreinigung	143
66. Trocknung	145
67. Halbautomaten	149
68. Vollautomaten	153
THEORETISCHE GRUNDLAGE DER GALVANOTECHNIK	
V. Die Grundlagen der galvanischen Metallabscheidung	163
69. Die Stromverhältnisse in galvanischen Bädern	163
70. Die Vorgänge an der Kathode	163
71. Das Faradaysche Gesetz	164
72. Die Stromausbeute	165
73. Die Abscheidungszeit	165
74. Die Spannungsverhältnisse bei der kathodischen Metallabscheidung	166

75. Kontaktkorrosionen	167
76. Berührungselemente in den Poren	168
77. Tauchverfahren	169
78. Sud- und Kontaktverfahren	170
79. Konzentrationspolarisation	171
80. Die Herstellung von Metallüberzügen mit äußerer Stromquelle	172
81. Die Polarisation	173
82. Die Spannungsverhältnisse bei Stromdurchgang, Konzentrationspolarisation	175
83. Die Stromdichte-Potential-Kurve	176
84. Chemische Polarisation	177
85. Die Abscheidungsverhältnisse bei Anwesenheit mehrerer entladbarer Ionen	180
86. Gleichzeitige Abscheidung von Metall und Wasserstoff. Überspannung	182
VI. Die theoretischen Grundlagen der Abscheidung von Legierungen	
auf galvanischem Wege	185
87. Allgemeine Bedeutung der Legierungsüberzüge	185
88. Die Grundlagen der gleichzeitigen elektrolytischen Abscheidung zweier Metalle	186
89. Die Anoden bei der galvanischen Abscheidung von Legierungen	190
90. Einfluß der Zusammensetzung des Elektrolyten auf die Legierungs-Niederschläge	192
91. Einfluß der Stromdichte auf die Zusammensetzung des Legierungsüberzugs	193
92. Der Einfluß der Temperatur und des p_{H} -Wertes auf die Struktur der Legierungsüberzüge	194
93. Die Streukraft in Legierungsbädern und die Struktur von Legierungsniederschlägen	194
VII. Die physikalischen Eigenschaften der Bäder und Überzüge	196
94. Die Streukraft der galvanischen Bäder	196
95. Die Messung der Streukraft	198
96. Die Struktur galvanischer Metallniederschläge	202
97. Kolloide als Zusatzstoffe (Glanzbildner)	207
98. Einfluß des p_{H} -Wertes auf die Struktur	208
99. Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit auf die Struktur	209
100. Die Haftung der galvanischen Metallniederschläge	210
101. Die Dicke galvanischer Überzüge	212
102. Die Porosität galvanischer Metallniederschläge	213
103. Der Abnutzungswiderstand und die Härte der galvanischen Metallniederschläge	215
104. Der Glanz galvanischer Metallniederschläge	217
105. Innere Spannungen und weitere Eigenschaften der Metallniederschläge	218
SPEZIELLE GALVANOTECHNIK	
106. Anwendungsgebiete der galvanisch abgeschiedenen Metallüberzüge	221
VIII. Nickelüberzüge	223
107. Die Bedeutung der Nickelüberzüge für die Technik	223
108. Chemische Eigenschaften des Nickels	223
109. Verhalten des Nickels bei der Elektrolyse	224
110. Der Einfluß des p_{H} -Wertes auf die Arbeitsweise des Nickelbades	225
111. Nickelanoden	227
112. Die Vorbereitung der Ware für das Vernickeln	230

113.	Die Kupferzwichenschicht vor der Vernickelung	232
114.	Die Vernickelungsarten	233
115.	Die Nickelbäder	237
116.	Die Zusammensetzung der Nickelbäder und ihre Arbeitsweise	240
A.	Die üblichen, einfachen Nickelbäder	240
117.	Trommelvernickelung	241
118.	Warme Nickelbäder	241
119.	Das Nickelchloridbad	244
120.	Nickelbäder für harte und weiche Nickelüberzüge	245
121.	Das Nickelphosphatbad	247
122.	Das Nickelfluoboratbad	247
B.	Glanznickelbäder	247
123.	Allgemeine Bedeutung der Glanznickelüberzüge	247
124.	Die Glanzbildner	248
125.	Die Wirkungsweise der Glanzbildner	249
126.	Einfluß von Verunreinigungen	252
127.	Die Zusammensetzung und Arbeitsweise verschiedener Glanznickelbäder ...	255
128.	Schwarznickelüberzüge	258
129.	Herstellung von Nickelüberzügen ohne äußere Stromquelle durch Tauchen	260
IX.	Analytische Untersuchung der Nickelbäder	261
130.	Bestimmung der normalen Badbestandteile	261
131.	Analytische Bestimmung von Verunreinigungen in Nickelbädern	264
X.	Ermittlung der physikalischen Eigenschaften von Metallüberzügen, insbesondere von Nickelniederschlägen	267
132.	Allgemeine Bedeutung der physikalischen Eigenschaften	267
133.	Bestimmung der Schichtdicke	267
134.	Bestimmung der lokalen Schichtdicke	269
135.	Die Tropfenprobe zur Bestimmung der örtlichen Schichtdicke	271
136.	Die Strahlprobe	272
137.	Bestimmung der Porosität von Nickelüberzügen	274
138.	Ursachen und Beseitigung von Fehlern bei Nickelüberzügen	279
XI.	Chromüberzüge	281
139.	Allgemeine Bedeutung und chemische Eigenschaften der Chromüberzüge ...	281
A.	Die Chrombäder	282
140.	Die Badbestandteile	282
141.	Einfluß der Fremdsäuren auf die Chromabscheidung	283
142.	Theorie der Chromabscheidung	284
143.	Zusammensetzung der Chrombäder	285
144.	Veränderungen der Bäder während des Betriebes	287
145.	Arbeitsbedingungen der Chrombäder	288
146.	Streufähigkeit und Deckkraft der Chromsäurebäder	293
147.	Die Stromausbeute im Chrombad	294
148.	Verchromungseinrichtungen	294
149.	Stromblenden	298
150.	Die Anoden	300
151.	Die Verchromung in der Trommel	302
152.	Verchromungsanlagen	303
153.	Die Vorbereitung der Waren für die Glanzverchromung	303

154.	Vorbereitung der Waren für die Hartverchromung	307
155.	Die Hartchromplattierung	309
156.	Nachbehandlung der Hartchromschichten	310
157.	Ausbesserung von Chromüberzügen	311
B.	Die Eigenschaften von Chromüberzügen	311
158.	Wasserstoffaufnahme und Wasserstoffsprödigkeit	311
159.	Die Struktur der Chromüberzüge	314
160.	Einfluß des Grundmetalls auf den Chromüberzug	316
161.	Die Härte der Chromüberzüge	319
162.	Die Verschleißfestigkeit der Hartchromschichten	322
163.	Haftfestigkeit von Chromschichten	325
164.	Korrosionsbeständigkeit der Chromüberzüge	326
165.	Weitere Eigenschaften der Chromüberzüge	327
166.	Anwendung der Hartverchromung	328
C.	Poröse Chromüberzüge	332
167.	Bedeutung und Anwendung poröser Chromüberzüge	332
168.	Die Herstellung poröser Chromüberzüge	332
169.	Schwarzchromüberzüge	336
D.	Prüfung der Chromüberzüge	336
170.	Bestimmung der Härte	336
171.	Bestimmung des Abnutzungswiderstandes	337
172.	Bestimmung der Dicke und Porosität	338
E.	Analytische Untersuchung der Chrombäder	340
173.	Bestimmung der Chromsäure	340
174.	Chromverbindungen	341
175.	Sulfatbestimmung	342
176.	Fluorbestimmung	343
177.	Eisen	344
178.	Kupfer	344
179.	Chromnebel in der Raumluft	344
180.	Weitere Analyseverfahren	345
181.	Fehler bei der Verchromung	345
XII.	Kupferüberzüge	347
182.	Die Eigenschaften des Kupfers	347
A.	Die Kupferbäder	348
183.	Die verschiedenen Typen der Kupferbäder	348
184.	Das saure Kupfersulfatbad	349
185.	Kupferüberzüge aus dem Borfluoridbad	355
186.	Kupferplattierung aus dem Alkansulfonsäurebad	357
187.	Das phosphorsaure Kupferbad	358
188.	Das Kupfercyanidbad und seine Eigenschaften	358
189.	Zusammensetzung der Kupfercyanidbäder	363
190.	Das Pyrophosphatbad	367
191.	Das Kupferaminbad	367
192.	Die Herstellung von Kupferüberzügen durch Tauchen	368
B.	Die Eigenschaften der Kupferüberzüge	369
193.	Struktur und mechanische Eigenschaften	369
C.	Analytische Untersuchung der Kupferbäder	370
194.	Untersuchung der sauren Kupferbäder	370

195. Untersuchung der cyanidischen Kupferbäder	371
196. Bestimmung der Verunreinigungen in Kupferbädern	373
197. Prüfung der Kupferüberzüge	374
198. Fehler bei der Kupferplattierung und deren Behebung	375
XIII. Zinküberzüge	377
199. Die chemischen Eigenschaften von Zink	377
A. Die Zinkbäder	378
200. Die Verzinkungsverfahren	378
201. Die sauren Zinkbäder	384
202. Die Drahtverzinkung	386
203. Das Zinkcyanidbad	388
204. Das Zinkatbad	393
205. Das Zinkfluorboratbad	393
206. Nachbehandlung von Zinküberzügen	394
207. Fehler von Verzinkungen und ihre Beseitigung	395
B. Analytische Untersuchung der Zinkbäder	395
208. Bestimmung des Zink-, Carbonat- und Cyanidgehaltes; Nachweis von Quecksilber und Molybdän	395
C. Prüfung der Zinküberzüge	397
209. Bestimmung der Dicke und Haftfestigkeit	397
XIV. Cadmiumüberzüge	400
210. Das chemische Verhalten des Cadmiums und die Bedeutung der Cadmiumüberzüge für die Galvanotechnik	400
A. Die Cadmiumbäder	402
211. Das saure Cadmiumbad	402
212. Das cyanalkalische Cadmiumbad	403
213. Das Cadmiumfluorboratbad	406
214. Nachbehandlung	407
B. Die analytische Untersuchung der Cadmiumbäder	407
215. Bestimmung von Cadmium, Natriumcyanid und Carbonat	407
C. Prüfung der Cadmiumüberzüge	408
216. Bestimmung der Dicke	408
XV. Zinnüberzüge	409
217. Eigenschaften des Zinns und Bedeutung der Zinnüberzüge	409
A. Die Zinnbäder	412
218. Die sauren Zinnbäder	412
219. Das Zinnfluorboratbad	416
220. Das Natriumstannatbad	418
221. Das Kaliumstannatbad	424
222. Die kontinuierliche Verzinnung von Bandstahl	428
223. Nachbehandlung der Zinnüberzüge	429
224. Verzinnung ohne äußere Stromquelle	430
B. Analytische Untersuchung der Zinnbäder	432
225. Analyse der sauren Zinnbäder	432
226. Analyse der alkalischen Zinnbäder	433
C. Die Prüfung der Zinnüberzüge	434
227. Die Bestimmung der Schichtdicke	434
228. Die Bestimmung der Porosität	435

XVI. Bleiüberzüge	436
229. Eigenschaften und Anwendungen von Bleiüberzügen	436
230. Das Bleifluosilicatbad	438
231. Das Bleifluoboratbad	439
232. Weitere Bleibäder	440
233. Analyse der Bleibäder	442
234. Prüfung der Bleiüberzüge	442
XVII. Eisenüberzüge	444
235. Bedeutung und allgemeine Eigenschaften der Eisenüberzüge	444
236. Das Eisen-II-Chloridbad	445
237. Das Eisen-II-Sulfatbad	446
238. Die Analyse der Eisenbäder	447
XVIII. Manganüberzüge	448
239. Allgemeine Eigenschaften und Bedeutung der Manganüberzüge	448
240. Die Manganbäder	448
XIX. Indiumüberzüge	449
241. Eigenschaften und Anwendung der Indiumüberzüge	449
242. Die Indiumbäder	450
XX. Kobaltüberzüge	451
243. Eigenschaften und Anwendung der Kobaltüberzüge	451
244. Die Kobaltbäder	452
245. Die Abscheidung von Kobalt ohne äußere Stromquelle	452
XXI. Antimonüberzüge	452
246. Eigenschaften und Anwendung der Antimonüberzüge	452
247. Die Antimonbäder	453
XXII. Arsenüberzüge	453
248. Eigenschaften und Anwendung der Arsenüberzüge	453
249. Analyse des Arsenbades	454
XXIII. Silberüberzüge	454
250. Bedeutung und Eigenschaften der Silberüberzüge	454
251. Die Silberbäder	455
252. Anwendungsgebiete der Versilberung	463
253. Verhinderung des Anlaufens des Silbers	466
254. Kontakt-, Sud- und Anreiberversilberung	467
255. Analytische Untersuchung der Silberbäder	467
256. Die Prüfung der Silberüberzüge	468
XXIV. Goldüberzüge	470
257. Eigenschaften und Anwendungsgebiete von Goldüberzügen	470
258. Die Goldbäder	472
259. Vergoldung durch Tauchen oder Ansieden	477
260. Altgoldüberzüge	477
261. Analytische Untersuchung der Goldbäder	477
XXV. Rhodiumüberzüge	479
262. Eigenschaften und Anwendungen von Rhodiumüberzügen	479
263. Die Rhodiumbäder	480

264. Das Ablösen von Rhodiumüberzügen	482
265. Die analytische Bestimmung des Rhodiums	483
XXVI. Platinüberzüge	483
266. Allgemeine Eigenschaften und Anwendungen der Platinüberzüge	483
267. Die Platinbäder	484
268. Analytische Bestimmung des Platins	486
XXVII. Palladiumüberzüge	486
269. Die Eigenschaften und die Bedeutung der Palladiumüberzüge	486
270. Die Palladiumbäder	487
XXVIII. Metallniederschläge, bestehend aus Legierungen	488
A. Kupferlegierungen	488
271. Messingüberzüge	488
272. Bronzeüberzüge	493
273. Hochzinnhaltige Bronze (Speculum-Metall)	495
274. Weitere Niederschläge aus Kupfer-Legierungen	497
275. Analytische Untersuchung der Messing-, Bronze- usw. Bäder	497
276. Fehler in Messingbädern, ihre Ursachen und Beseitigung	499
B. Zinnlegierungen	499
277. Zinn-Zink-Legierungen	499
278. Weitere Zinnlegierungen	501
C. Bleilegierungen	501
279. Blei-Zinn-Legierungen	501
D. Silber-Legierungen	504
280. Silber-Cadmium-Legierungen	504
281. Silber-Zink-Legierungen	504
282. Legierungen des Silbers mit Gold und den Platinmetallen	504
283. Weitere Silber-Legierungen	505
284. Gold-Legierungen	506
285. Nickel-Legierungen	506
286. Wolfram-Legierungen	508
287. Molybdän-Legierungen	509
XXIX. Elektroplattieren von schwierig zu behandelnden Materialien	509
288. Das Elektroplattieren von Aluminium und Aluminium-Legierungen	509
289. Das Elektroplattieren von Zinkgußteilen	517
290. Überzüge auf Magnesium-Legierungen	521
291. Elektroplattierung von rostfreiem Stahl	522
292. Vorbereitung von Nichtleitern für das Elektroplattieren	523
XXX. Galvanoplastik	528
293. Allgemeines über die Galvanoplastik, Anwendungsgebiete	528
294. Die Herstellung der Formen	529
295. Wiederherstellung abgenutzter oder schlecht bearbeiteter Maschinenteile	536
296. Durchführung der Arbeiten	539
XXXI. Das Entfernen oder Ablösen von Metallüberzügen	541
XXXII. Die Identifizierung von Metallüberzügen	544
Namenverzeichnis	547
Sachverzeichnis	553
Abbildungsverzeichnis	570