

INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite
Vorwort	V—VI
Zur Einführung	VII—XIV
Inhaltsverzeichnis	XV—XXIII
Erster Teil.	
I. Die Metalle.	1
Bedeutung der Metalle.	1
Eigenschaften der Metalle	1
Abgrenzung.	1
Verwendbarkeit der reinen Metalle	3
Die Plastizität	3
Chemische Beständigkeit und Wohlfeilheit	4
Die Auswahl	4
A. Edelgase.	4
B. Nichtmetalle	4
C. Metalloide	6
D. Metalle	6
Welche Metalle können Hauptbestandteile von Legierungen sein?	6
Welche Elemente können als Zusätze zu Legierungen dienen?	8
II. Das Erz.	9
Die Erdkugel als Metalltropfen mit Stein und Schlacke	9
Zusammensetzung der Erdschichten.	11
Die nutzbaren Mineralien und ihre Bindungsart	12
Vorkommen der Elemente in der Erde	13
Komplizierte Bindungen	17
Aufbereitung und Konstitution	18
Konstitution der Erze nach der Kristallform geordnet	20
III. Der Metallische Werkstoff.	23
Bedeutung der Legierungen	23
Mannigfaltigkeit der Legierungen	23
Systematik der Legierungen	24
Wirtschaftlichkeit direkter Erzeugung von Legierungen aus dem Erz	26
Bedeutung des Gefügebauaufbaues	27
Einfluß der Korngröße.	27
Einfluß der Deformation der Kristalle	27
Einfluß der Wärmebehandlung	28
Einfluß der Veredlung.	28
Zusammenfassung	28
IV. Der Weg vom Erz zum metallischen Werkstoff	30
Systematik der Wege	30
Aufbereiten	30
Chemische Metallerzeugung.	30

	Seite
Die Mannigfaltigkeit des Endproduktes und die verschiedenen Wege seiner Weiterbehandlung	32
Das Scheiden	33
Legierungen als handelsmäßige Hüttenprodukte	34
Legieren und Gattieren	34
Der Blockguß	35
Die knetende Formgebung	35
Die spanbildende Formgebung	36
Der Formguß	36
Der Fertigguß	36
Das Überziehen	37
Das Veredeln	37
Das Schweißen und Löten	37
Die Behandlung von Altmetall	37
V. Aufbereiten und Hilfsverfahren	38
I. Das Aufbereiten	38
Die verschiedenen Mittel	40
Die maßgebenden Faktoren	42
a) Äußeres Aussehen	42
b) Struktureller Aufbau	42
c) Festigkeit	43
d) Spezifisches Gewicht	45
e) Adhäsion an Wasser, Luft, Öl	45
f) Magnetismus	45
Naß-Aufbereitung	46
Grobkornsetzmaschine	46
Stromapparate	47
Feinkornsetzmaschine	47
Herde	47
Flotation	48
Magnetscheidung	49
II. Hilfsverfahren	49
Trennung der Phasen	49
fest—fest	50
flüssig—flüssig	50
dampfförmig—flüssig und dampfförmig—fest	50
flüssig—fest	51
geschmolzen—fest	51
geschmolzen—geschmolzen	52
1. Metalle	52
2. Steine	52
3. Schlacken	52
Mischen und Gattieren	53
Agglomerieren, Sintern, Brikettieren	53
VI. Das Erzeugen des Metalles	54
Erster Abschnitt. Die fünf Hauptgruppen hüttenmännischer Arbeiten	54

	Seite
I. Chemische Arbeiten in wässriger Lösung.	54
II. Elektrolytische Arbeiten in wässriger Lösung.	60
III. Chemische Arbeiten bei Hitze im Schmelzfluß	61
IV. Elektrochemische Arbeiten im Schmelzfluß	62
V. Chemische Arbeiten bei Hitze im festen Zustande.	63
Der gewonnene Überblick	63
Zweiter Abschnitt. Chemische Grundlinien der hüttenmännischen	
Metallerzeugung	64
I. Die chemischen Bindungen der Metalle in der Natur	64
II. Aufhebung der Bindung durch Temperaturerhöhung allein . .	65
III. Aufhebung der Bindung durch größere Verwandtschaft eines	
dritten Elementes	65
IV. Aufhebung der Bindung durch den elektrischen Strom . . .	67
V. Das Kombinieren chemischer Vorgänge mit der Bildung be-	
stimmter Aggregatzustände (und Phasen) zum gewollten Erfolge.	
Trennung der entstandenen Phasen	67
Dritter Abschnitt. Die praktischen Hilfsmittel	70
I. Hitzeerzeugung; Brennstoffe	70
II. Die Öfen	71
Vierter Abschnitt. Allgemeines Prinzip der Verhüttung oxydischer Erze	73
I. Die Zerlegbarkeit der Oxyde	73
II. Zerlegung der Oxyde durch Reduktionsmittel	74
a) Kohlenstoff als Reduktionsmittel	74
b) Wasserstoff als Reduktionsmittel	75
c) Metalle als Reduktionsmittel	75
d) Aluminium im besonderen als Reduktionsmittel. Das Prinzip	
der Thermitprozesse	76
e) Erleichterung der Reduktion durch Kombination mehrerer	
Oxyde. Ferro- und Cuprolegierungen	77
f) Reduktion durch den elektrischen Strom. Elektrometallurgie	
	78
Fünfter Abschnitt. Allgemeines Prinzip der Verhüttung sulfidischer Erze	79
Die Zerlegbarkeit der Sulfide	79
I. Spaltung der Sulfide mit Silizium	79
II. Spaltung der Sulfide durch Sauerstoff. Das Rösten	79
III. Spaltung der Sulfide durch Chlor. Chlorierende Röstung .	81
IV. Spaltung der Sulfide durch Wasserstoff.	81
V. Spaltung der Sulfide durch ein anderes Metall. „Nieder-	
schlagsverfahren“	81
VI. Zerlegbarkeit des Röstproduktes durch Schmelzen	82
VII. Möglichkeiten bedingter Umkehrung der Verwandtschaft zu	
Schwefel.	83
VIII. Gangbarkeit der Wege I—V bei Röstprozessen	83
Sechster Abschnitt. Allgemeines Prinzip der Verhüttung von Erzen	
 und Hüttenprodukten, die weder oxydisch noch sulfidisch sind .	84
Siebenter Abschnitt. Schlußübersicht der für die Hüttenchemie	
 grundlegenden Stoffsysteme	85

	Seite
VII. Das Raffinieren	87
Erste Gruppe: Chemische Reinigung mit wässerigen Lösungen . . .	87
Zweite Gruppe: Elektrolytische Reinigung mit wässerigen Lösungen	90
Dritte Gruppe: Raffinieren im Schmelzfluß	91
a) Bloße Hitzewirkung	91
1. Zerlegung in Schmelze und Dampf	91
2. Zerlegung in zwei Schmelzen	92
3. Aussaigern kristalliner Bestandteile	93
b) Chemische Zerlegung	93
1. Reduzierend	94
2. Oxydierend	94
Vierte Gruppe: Elektrolytische Reinigung im Schmelzfluß	95
Fünfte Gruppe: Arbeiten bei Hitze im festen Zustande	95
VIII. Das Legieren	96
Übersicht nach Reaktionstypen	96
Erster Reaktionstypus. Einfache Synthese	96
Zweiter Reaktionstypus. Legierungsbildung direkt bei der Metall-	
erzeugung	97
Ferrolegierungen als Beispiel	98
Monelmetall als Beispiel	98
Hartblei als Beispiel	99
Messing als Beispiel	99
Andere Beispiele	100
Dritter Reaktionstypus. Zerlegung durch ein Metall mit gleich-	
zeitiger Legierungsbildung desselben	100
Aluminium- und Magnesiumlegierungen als Beispiel	100
Vierter Reaktionstypus. Erzeugung von Metallegierungen durch	
Reaktionen je zweier Verbindungen zweier verschiedener Metallen	
mit zwei verschiedenen Nichtmetallen	101
Reaktion zwischen Sulfid mit Oxyd	102
Reaktion zwischen Oxyd mit Carbid	102
Reaktion zwischen Sulfid und Silizid	102
Fünfter Reaktionstypus. Legierungsbildung mit Umlegieren . .	103
Sechster Reaktionstypus. Elektrochemische Legierungsbildung .	106
Zweiter Abschnitt. Die fünf Gruppen	107
Erste Gruppe. Chemische Legierungsbildung in wässriger Lösung	107
Zweite Gruppe. Elektrochemische Legierungsbildung in wässriger	
Lösung	108
Dritte Gruppe. Legierungsbildung bei Gluthitze im Schmelzfluß.	108
Direkte Synthese	108
Schwierigkeiten durch unvereinbare Schmelz- und Siedepunkte	109
Schwierigkeiten durch gegenseitige Unlöslichkeit der Schmelzen	110
Synthesen mit Umlegieren	110
Legierungsbildung aus halbmetallischen Systemen	111
Legierungsbildung durch Thermitreaktionen	111
Vierte Gruppe. Elektrochemische Legierungsbildung im Schmelzfluß	112
Fünfte Gruppe. Legierungsbildung in Gluthitze im festen Zustande	113

	Seite
IX. Auflegieren und Anlegieren	115
A. Allgemeine Betrachtungen	115
Bedeutung der chemischen Affinität	118
a) Zwischen Unterlage und Überzug	118
b) Zwischen Metall und Lot	118
Bedeutung der elektrochemischen Potentialunterschiede	119
a) Zwischen Lot und Grundmetall	119
b) Zwischen Überzug und Grundmetall	120
Gefahr dauernder Erhitzung überzogener und gelöteter Gegenstände	121
Entfernung der Oxydhäute	121
a) Durch Löt- und Flußmittel	122
b) Durch Schaben und Reiben	122
c) Durch Beizen	122
Nachträgliche Verformung überzogener Stücke	123
Übersicht der Überzugsmetalle der Praxis	123
B. Beschreibung der einzelnen Arbeitsweisen	124
I. Chemisches Überziehen in wässriger Lösung	124
II. Elektrochemisches Überziehen in wässriger Lösung	124
III. Auflegieren und Anlegieren im Schmelzfluß	126
A. Ohne chemische Umsetzungen	126
Eintauchüberziehen	126
Spritzüberziehen	129
Das Löten	129
Schmierlote	130
Weichlote	130
Hartlote	132
Edelmetallote	133
Leichtmetallote	134
Das Schweißen	135
1. Brennerschweißung	139
2. Schweißung mit atomarem Wasserstoff	140
3. Elektroschweißung	140
4. Thermiterschweißungen	140
B. Mit chemischen Umsetzungen	141
Schmelzüberziehen	141
Löten	141
Schweißen	141
Thermiterschweißung	142
IV. Elektrochemische Arbeiten im Schmelzfluß	144
V. Arbeiten bei Hitze im festen Zustande	144
Reaktionen mit festen Metallen	145
Plattieren	145
Pasteverfahren	146
Hammerschweißen	147
Reaktionen mit Metалldämpfen	148

	Seite
X. Das Scheiden (Zerlegen) von Legierungen	150
I. Chemische Scheidung in wässriger Lösung	154
II. Elektrochemische Scheidung in wässriger Lösung	155
III. Chemische Scheidung im Schmelzfluß	156
a) Scheidung durch bloße Temperaturwirkung	156
Scheidung in Schmelze und Dampf.	156
Scheidung in zwei getrennte Schmelzen.	157
Aussaigern	157
b) Chemische Scheidung	159
IV. Elektrochemische Scheidung im Schmelzfluß	161
V. Scheidung bei Hitze im festen Zustande	161
XI. Formgebung im Schmelzfluß. Das Gießen.	162
I. Das Verhalten der metallischen Materialien beim Einschmelzen	164
a) Die Löslichkeitsverhältnisse der Metallschmelzen.	164
b) Thermochemie und Wärmehaushalt in der Schmelzerei.	166
c) Behandlung von Verunreinigungen in der Schmelzerei	168
d) Gaslöslichkeit und Gasaufnahme in der Schmelzerei	168
e) Gießtemperatur	169
II. Das Verhalten der metallischen Materialien während der Erstarrung	170
a) Kenntnis des Erstarrungsintervalls	170
b) Die Volumenänderung bei der Erstarrung	171
c) Bedeutung der Abkühlungsgeschwindigkeit.	176
XII. Das Verformen	179
1. Technologie der Verformung	179
2. Das Problem der Verformung der vielkristallinen Metallmassen	182
a) Die Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften. Die	
„Verfestigung“	182
b) Die Einzelheiten der plastischen Verformung	184
3. Die Rekristallisation	185
4. Die Warmverformung	185
5. Die Verformung von Einkristallen	186
a) Reiner Metalle	186
b) Verformung der Kristalle intermetallischer Verbindungen	189
c) Verformung metallischer Mischkristalle	190
6. Die weiteren Probleme.	190
XIII. Das Veredeln	191
Theorie der „Segregatveredelung“	193
Theorie der „Spaltveredelung“	196
Veredelung im einzelnen in der Technik.	198
a) Die Stahlveredelung.	198
b) Duraluminartige Aluminiumlegierungen	199
c) Neuere Entwicklungen.	201
XIV. Zustandslehre der metallischen Werkstoffe	202
Die kristalline Natur der Metalle	202
Die elementaren Kristallarten.	206
a) Ununterbrochene Mischkristallreihen	206
b) Begrenzte Mischkristallreihen.	207

	Seite
Intermediäre Kristallarten	208
Mischbarkeit im flüssigen Zustande	212
Diagrammatische Formen der binären Zustände	212
Ternäre und höhere Legierungen	219
Temperaturabhängigkeit	225
Aufbau des Kristallgefüges beim Erstarren aus dem Schmelzfluß	228
Veränderungen des Kristallgefüges durch Verformung	229
XV. Chemische Eigenschaftslehre	231
A. Die reinen Metalle	233
1. Übersicht	233
2. Statik und Kinetik	234
B. Die Legierungen	236
I. Die Metallide	237
1. Statik	237
2. Kinetik	237
II. Die Mischkristallreihen	237
1. Die Statik	238
2. Die Kinetik	238
3. Raumgitterschutz	239
4. Zusammenfassung der Eigenschaften von Mischkristallen	239
C. Folgerungen	241
1. Die Hauptmetalle untereinander	242
2. Die Zusatzmetalle	243
3. Zusammenfassung der praktischen Ergebnisse	245
XVI. Physikalische Eigenschaftslehre	248
1. Allgemeiner Überblick	248
2. Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren	249
a) Zusammensetzung	249
b) Gefüge	249
c) Temperatur	249
d) Sonstige Faktoren	250
3. Beziehung zum Zustandsdiagramm	250
4. Eigenschaftsforschung auf Grund der Zustandslehre	251
5. Zustandsforschung mit Hilfe der Eigenschaften	253
6. Gegenwärtiger Stand der Forschung	253

Zweiter Teil.

Erster Abschnitt: Energie und Materie	256
I. Die Energie	256
II. Die Materie	258
A. Die Atome und ihre Bindungen aneinander: Die Molekeln	259
B. Die „Stoffe“ oder „Komponenten“	260
C. Die Körper	261
D. Die Aggregatzustände	261
1. Der gasförmige oder dampfförmige Zustand	261
2. Der flüssige Zustand	262
3. Der kristalline Zustand	262
E. Systeme	265
F. Die Phasen	266

	Seite
Zweiter Abschnitt: Allgemeine Gesetze der Statik	267
I. Faktoren des Gleichgewichts	268
II. Löslichkeit	269
III. Das Verteilungsgesetz	270
IV. Die Phasenregel	271
V. Die innerphasigen Gleichgewichte	273
Dritter Abschnitt: Gesetze des Einflusses von Druck und Temperatur auf die Lage der verschiedenen Gleich- gewichte	275
I. Gesetze der Gase mit nur einer Molekelart	276
II. Gesetze der reaktionslosen Gasgemische	277
III. Gesetze der Gleichgewichte dissoziierender Gase	278
IV. Gesetze der chemisch reagierenden Gasgemische. Die Gas- gleichgewichte	278
V. Die Gesetze der Gleichgewichte in flüssigen Lösungen	280
VI. Gleichgewichte innerhalb kristalliner Phasen	282
VII. Die Gesetze der zwischenphasigen (heterogenen) Gleich- gewichte in Abhängigkeit von Druck und Temperatur	283
A. Heterogene Einstoffsysteme	285
B. Heterogene gasbeteiligte Gleichgewichte	288
1. Dissoziationsgleichgewichte einer kristallinen oder flüssigen Metallverbindung	288
2. Reduktionsgleichgewicht eines Metalloxydes	289
C. „Kondensierte Systeme“	291
Vierter Abschnitt: Gleichgewichte der verschiedenen Stoffe im besonderen	293
I. Die homöopolare Affinität	294
A. Mischbarkeit im Gaszustande	294
B. Mischbarkeit im flüssigen Zustande	294
C. Mischbarkeit im kristallinen Zustande	295
II. Die heteropolare Affinität	295
A. Die Bildung von Verbindungsmolekeln innerhalb ho- mogener Phasen	295
B. Die Bildung neuer Phasen. Affinitätsvergleichen	296
1. Die rein chemische Vergleichsbestimmung der Affinität	296
2. Die thermochemische Festlegung der Affinität	297
3. Die elektrochemische Festlegung der Affinität	301
4. Schlußbemerkung	302
Fünfter Abschnitt: Kinetik	303
I. Reaktionsgeschwindigkeit in Gasen und Flüssigkeiten	304
II. Vorgänge im mehrphasigen Einstoffsystem	306
III. Vorgänge im Mehrstoffsystem	307
A. Aus einer Phase entsteht eine zweite	307
B. Umsetzungen im Zweiphasengleichgewicht	309
C. Drei Phasen reagieren miteinander nebst sonstigen komplizierten Vorgängen	310
D. Aus zwei Phasen entsteht eine dritte	310

	Seite
IV. Zusammenfassung der Nutzenanwendung der Kinetik. . . .	312
Sechster Abschnitt: Ausgewählte physikalisch-chemische Daten als Rüstzeug auf dem Wege vom Erz zum metal- lischen Werkstoff.	313
Physikalische Konstanten einiger Gase.	313
Erze und wichtige in Erzen vorkommende Mineralien. Ta- belle 18	314—332
Reine Metalle	333—339
Elektrodenpotential und Polarisation.	333
Physikale Konstanten.	334—337
Dampfdrucke	338
Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes. . .	338
Wärmeleitfähigkeit und spezifische Wärme	339
Metalle in Verbindung mit Nichtmetallen, Nicht- metalle	340—373
Zersetzungsdrucke und Dampfdrucke.	340—341
Verbindungswärmen in graphischer Darstellung z. T. . .	341—345
Physikalische Konstanten der Sulfide, Oxyde, Chloride, Fluorine	346—349
Elektrische Leitfähigkeit von wässrigen Lösungen und Salzen	350
Wärmeleitfähigkeit und andere Konstanten.	351—355
Zustandsdiagramme	356—371
Gasgleichgewichtskurven	372
Übersicht der Brennstoffe	373
Legierungen	374—408
Löslichkeitsverhältnisse und Charakteristika binärer Legierungen	374—384
Zustandsdiagramme	385—400
Mischungswärmen	401—402
Verhalten der Metalle zu Gasen	403
Werkstoffe.	404—407
Bruchfestigkeiten bei erhöhter Temperatur	408
Literaturzusammenstellung	409
Stichwortverzeichnis	411