

Inhaltsverzeichnis

1. Rohstoffe	1
1.1 Einsatzstoffe	1
1.2 Zuschläge	3
Schlackenbildner	3
Flußmittel	5
Frischmittel	5
Kohlungsmittel	6
Schlackenreduktionsmittel	7
1.3 Zusätze	7
Desoxidations- und Legierungsmittel	7
2. Energie	14
2.1 Elektrische Energie	14
2.2 Wasser	16
2.3 Dampf	17
2.4 Druckluft	18
3. Sauerstoff	19
4. Brennstoffe	20
Gasförmige Brennstoffe	20
Flüssige Brennstoffe	20
Feste Brennstoffe	21
5. Feuerfeste Baustoffe	22
5.1 Beurteilung der feuerfesten Baustoffe	22
5.2 Feuerfeste Baustoffe für die Elektrostahlerzeugung	23
Dolomiterzeugnisse	23
Magnesiterzeugnisse	25
Schamotteerzeugnisse	26
Silikaerzeugnisse	27
Tonerdereiche Erzeugnisse	27
Feuerfeste Sondererzeugnisse	28
Isoliererzeugnisse	28
6. Reststoffe	29
7. Anlagen und Einrichtungen zur Stahlerzeugung	32
7.1 Schrottplatz und Schrotthalle	35
Chargier- bzw. Schrottkörbe	36
Schrottaufbereitungs-Verfahren und Schrottmarktprobleme	38
7.2 Schrottvorwärmanlagen	40
7.3 Lagerung und Transport der Zuschlag- und Zusatzstoffe und von Eisenschwamm	44
Lagerung und Transport der Zuschlagstoffe	44

	Pneumatische Fördereinrichtungen	45
	Lagerung und Transport der Legierungsstoffe	48
	Lagerung und Transport von Eisenschwamm	48
7.4	Schmelzhalle	49
7.5	Lichtbogenofenanlagen einschließlich Hilfs- und Nebeneinrichtungen ...	52
	Unterofen	54
	Oberofen	57
	Ofengefäß	60
	Wechselgefäße	62
	Geteilte Ofengefäße	62
	Gefäßausführungen	62
	Herd- und Ringwandtemperatur-Überwachungssystem	63
	Abstichsysteme	65
	Herkömmliche bzw. konventionelle Abstichanordnung	66
	Siphonabstich (SST)	66
	Erker- bzw. exzentrischer Bodenabstich (EBT)	68
	Ofentüren	69
	Wassergekühlte Wandelemente	69
	Verdampfungskühlung	71
	Ofendeckel bzw. Deckelgewölbe	72
	Kühlringe	73
	Wassergekühlte Deckel	73
	Energiezufuhr	74
	Ofentransformatoren	74
	Leistungsschalter	75
	Hochstromsystem	79
	Graphitelektroden	80
	Möglichkeiten zur Senkung des Elektrodenverbrauchs	83
	Elektrodenregelungen	85
	Elektro-hydraulische Elektrodenregelungen	85
	Elektro-mechanische Elektrodenregelungen	86
	Rührspule	87
	Sauerstofflanzen	89
	Lanzen-Manipulator	90
	Zusatz- bzw. Jet-Brenner	91
	Ofenleitstand	93
	Elektrodenrippelstand	95
	Einrichtungen für die Deckel- und Herzstückzustellung	97
7.6	Hoch- und Höchstleistungs-Lichtbogenöfen und die Folgen	99
7.7	Schaumslackentechnik	102
7.8	Entstaubungsanlagen für Lichtbogenöfen	106
7.9	Schlammwirtschaft	113
7.10	Staubwirtschaft	113
7.11	Schlackenwirtschaft	114
7.12	Transportmittel in der Schmelz- und Gießhalle	116
8.	Vakuumbehandlung und andere Nachbehandlungen	119
8.1	Abstichentgasung (BV-Verfahren)	120
8.2	Pfannenstandentgasung (BV-Verfahren)	121
8.3	Pfannenteilmengenentgasungen	122

	Vakuümheber-Verfahren (DH-Verfahren)	122
	Umlaufentgasung (RH-Verfahren)	123
8.4	Gießstrahlentgasungen (BV-Verfahren)	124
	Pfannendurchlaufentgasung (BV-Verfahren)	124
	Vakuümblockguß (BV-Verfahren)	124
8.5	Pfannen-Raffinations-, -Frisch-, -Legierungs- und -Aufheizanlagen	125
	Pfannen-Spülgasanlagen	126
	Entgasungs-, Legierungs- und Aufheizanlagen	131
	Einzweckanlagen	131
	Mehrzweckanlagen	131
	Pfannenöfen	132
	Vakuüm-Aufheizanlagen (VAD-Verfahren)	133
	Vakuüm-Frischanlagen (VOD-Verfahren)	134
8.6	AOD-Verfahren einschließlich abgewandelter Verfahren	134
9.	Gießen von Stahl	137
9.1	Gießhalle einschließlich Hilfs- und Nebenanlagen	137
	Vorrichtungen für den Transport des flüssigen Stahls in der Gießhalle ..	137
	Gießpfannen	137
	Umfüllpfannen	137
	Abstich- bzw. Gießkrane und Stahluentnahme- bzw. -übergabewagen	138
	Gießbühnen und Gießgruben	139
	Kokillen, Gespannplatten, Gießtrichter und Bodenplatten	139
	Vorrichtungen für den Transport der Kokillen und Blöcke in der Gießhalle	141
	Einrichtungen für die Zustellung und Instandhaltung der Pfannen	143
	Stopfentrockenöfen	145
	Trichterfeuer	146
	Einrichtungen zur Pflege und Instandhaltung der Kokillen, Trichter und Gespannplatten	146
9.2	Stranggießanlagen	147
	Senkrecht-Stranggießanlagen	148
	Abbiege- bzw. Biegericht-Stranggießanlagen	149
	Kreisbogen-Stranggießanlagen	150
	Ovalbogen-Stranggießanlagen	150
	Horizontal-Stranggießanlagen	152
	Dünnbrammen-Stranggieß-Verfahren	154
9.3	Automatisierung des Stranggieß-Verfahrens	155
9.4	Gesteuerte Druckgießanlage	156
10.	Hilfs- und Nebenbetriebe	158
10.1	Steinlager	158
10.2	Aufbereitungsanlagen für Reststoffe	158
11.	Überwachungseinrichtungen	160
11.1	Wiegen fester und flüssiger Stoffe	160
11.2	Messen der Temperaturen	163
11.3	Probenahme und Bestimmung der Stahlzusammensetzung	164
11.4	Automatisierung des Lichtbogenofen-Verfahrens	166

12.	Physikalische und chemische Vorgänge bei der Stahlerzeugung	171
12.1	Entstehung des Lichtbogens	171
12.2	Wärmeabgabe bzw. -übertragung auf Einsatzstoffe, Schmelze und Schlacke	172
12.3	Bedeutung des gasförmigen Sauerstoffs bei der Herstellung von Stahl . . .	172
12.4	Frischreaktionen	173
12.5	Reduzieren, Feinen und Desoxidieren	177
12.6	Aufbau- und Umschmelz-Verfahren	178
	Aufbau-Verfahren	179
	Umschmelz-Verfahren	179
13.	Physikalische und chemische Vorgänge bei der Erstarrung in der Kokille	180
13.1	Physikalische Vorgänge bei der Erstarrung in der Kokille	180
13.2	Chemische Vorgänge bei der Erstarrung in der Kokille	181
14.	Arbeiten im Elektrostahlwerk	185
14.1	Arbeiten auf dem Schrottplatz und in der Schrotthalle	185
14.2	Arbeiten zur Lagerung der Zuschläge und Zusätze	186
14.3	Arbeiten in der Schmelzhalle	187
	Pflege- und Instandsetzungsarbeiten vom Abstechen bis zum Wiedereinschalten des Ofens im Normalfall	187
	Arbeiten am Siphonabstich	188
	Arbeiten am Erker- bzw. exzentrischen Bodenabstich (EBT)	189
	Arbeiten nach Fertigstellung des Abstichs	190
	Nachfassen, Wechseln oder Anrippeln der Elektroden auf dem Ofen . . .	190
	Pflege und Instandhaltung des Lichtbogenofens	193
	Arbeiten beim Schmelzenverlauf	195
	Störungen beim Schmelzenverlauf	200
	Feuerfeste Zustellung	202
	Zustellungsarten des Herdes	202
	Gestampfte Herde (Hartherde)	203
	Herdspülverfahren	205
	Gemauerte Herde	205
	Kombinierte Herdzustellung	206
	Zustellungsarten der Ringwand	206
	Zustellungsarten der Deckel	210
	Ringvermauerung	211
	Streifen- und Spezialvermauerung	211
14.4	Arbeiten in der Gießhalle	213
	Zustellung und Instandhaltung von Gießpfannen	213
	Trocknen der Gießpfannen	216
	Anfertigen der Pfannenverschlüsse	217
	Anfertigen der Stopfenstangen	217
	Anfertigen der Schieberverschlüsse	218
	Fertigmachen der Gießpfannen für das Gießen	220
	Gießpfannen mit Stopfenstangenverschluß	221
	Gießpfannen mit Schieberverschluß	222
	Einbau bzw. Wechsel der Pfannenspülsteine	223

	Zustellen der Gespannplatten	223
	Zustellen der Gießtrichter	224
	Pflege und Instandhaltung der Kokillen und der Zubehörteile	225
	Stellen der Kokillen	228
	Stellen der Kokillen für den Oberguß	228
	Stellen der Kokillen für den Gespannguß	229
	Stellen der Schmiedeblockkokillen	229
	Gießen einer Schmelze zu Blöcken und dabei auftretende Fehler	230
	Stehzeiten der Blöcke; Strippen und Verladen	236
	Gießstörungen beim Blockguß und deren Folgen	237
14.5	Gießen einer Schmelze auf einer Stranggießanlage	238
	Gießen einer Schmelze zu einem Strang und dabei auftretende Fehler ..	238
	Gießstörungen beim Stranggießen	241
14.6	Gießen einer Schmelze auf einer gesteuerten Druckgießanlage	241
15.	Stahlnormen	243
16.	Arbeitssicherheit	245
17.	Das Lichtbogenofen-Verfahren und seine Zukunft	251
17.1	Trends im Ofenbau	251
17.2	Zusammenhänge zwischen Gefäßdimensionierung und Metallurgie	252
17.3	Die Entwicklung im Ofenbau	254
	Wassergekühlte Hochstromseile	255
	Wassergekühlte Wandelemente und Deckel	255
	Ofentransformatoren	255
	Stromführende Tragarme	256
	Zusatzbrenner	256
	Automatisierung	256
	Graphitherstellung	257
	Elektrodenkühlung	257
	Herstellung noch standfesterer feuerfester Baustoffe	257
	Energierückgewinnung	258
	Ausblick	258
17.4	Zukünftige Aufgaben und Ziele	259
17.5	Anmerkungen zur bestehenden DTC-Norm	261
17.6	Beispiel für eine Transformator-Auslegungsberechnung	262
	Allgemeines	262
	Ermittlung der Fortleitungsverluste	262
	Ermittlung der Transformatorscheinleistung	263
	Zahlenbeispiel für eine Transformatorauslegungsrechnung	264
	Erforderliche Vorgaben	264
	Sekundärspannungen und zugehörige Sekundärströme	267
	Sekundärspannungen	267
	Sekundärströme	268
17.7	Erstellung des Kreisdiagramms für den im Kapitel 17.6 berechneten Ofentransformator	269
17.8	Strompreisgestaltung in Deutschland	273
	Strompreisgestaltung	273
	Grundlagen und technische Bedingungen	277

17.9	Allgemeines Beispiel für einen Stromlieferungs-Vertrag	279
	Allgemeines	279
	A. Ermittlung des bisherigen Stromentgeltes für den reinen Werkstrom ohne Lichtbogenofen	280
	B. Ermittlung des Stromentgeltes für Werk- und Ofenstrombezug gemeinsam (Gesamtbezug 60 MW und 260 GWh bei einer auf 4 330 Std/Jahr erhöhten Benutzungsdauer).....	281
	C. Leistungsreduzierung in Hoch-Tarif- bzw. Haupt-Lastzeiten	281
17.10	Äquivalenzwerte als Grundlage für Wirtschaftlichkeitsrechnungen	282
	Äquivalenzwerte	282
17.11	Anhaltzzahlen für Wirtschaftlichkeitsrechnungen und Planungsaufgaben	282
	Anhaltzzahlen im Zusammenhang mit	
	- dem Deckelöffnen	282
	- dem Einbau stromführender Tragarme	282
	- der Erhöhung der Leistung um 1 MW	283
	- der Senkung der Abstichtemperatur	283
	- der Verlängerung der Schmelzzeit	283
	- der Verwendung von Kalkstein	283
	- der Verwendung von gasförmigem Sauerstoff	283
	- dem Einsatz von Zusatzbrennern	283
	- der Verringerung der Sekundärströme auf den spezifischen Elektrodenverbrauch	283
	Anhaltzzahlen	
	- für die Beurteilung der Produktivität von Lichtbogenöfen	283
	- für die Ermittlung der Lichtbogenlänge	284
	- für die Ermittlung des Elektrodenverbrauchs	284
	= Spitzenabbrand	284
	= Seitenabbrand	284
	Für Planungen wichtige Auslegungsdaten	
	- Gefäßdurchmesser	285
	- Kipp- und Schwenkbewegungen	285
	- Abstand zwischen angehobenem Deckel und Gefäßabschluß	285
	- Angaben zu Elektrodenregelungen	285
	- Angaben zu Lichtbogenofen-Entstaubungen	286
	- Hinweise zu den Ofen-Hydrauliksystemen	286
	- Elektrodenteilkreisdurchmesser von Pfannenöfen	287
	- Geschwindigkeitsempfehlungen für Kranauslegungen	287
	- Auslegungsempfehlungen für Hochleistungs-Magnete	287
17.12	Theoretische Sauerstoff-Bedarfsmengen in m ³ (i.N.)/kg	288
	Fachausdrücke und Fremdwörter	289
	Schrifttumsverzeichnis	299