

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	V
<b>Übersicht der Veröffentlichungen und Ausarbeitungen der Deutschen Gesellschaft Feuerfest- und Schornsteinbau e. V.</b> .....	VI
<b>Autorenverzeichnis</b> .....	X
<b>1. Einleitung</b> .....	2
<b>2. Werkstoffe im Feuerfestbau</b> .....	8
2.1 Allgemeines .....	8
2.2 Geformte dichte Werkstoffe .....	11
2.2.1 Feuerfeste Werkstoffe im System $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ .....	11
2.2.1.1 Silikasteine und Kieselglaswerkstoffe .....	12
2.2.1.2 Schamottesteine .....	14
2.2.1.3 Aluminareiche Steine .....	15
2.2.1.4 Kohlenstoffhaltige aluminareiche Werkstoffe .....	17
2.2.2 Basische feuerfeste Steine .....	18
2.2.2.1 Gebrannte basische Steine .....	18
2.2.2.2 Kohlenstoffhaltige basische Steine .....	20
2.2.3 Gesinterte sonderkeramische Steine .....	20
2.2.4 Kohlenstoff- und Graphitsteine .....	22
2.2.5 Siliciumcarbidsteine .....	22
2.2.6 Schmelzgegossene Werkstoffe .....	24
2.3 Geformte wärmedämmende Werkstoffe .....	27
2.3.1 Allgemeines .....	27
2.3.2 Feuerleicht- und Wärmedämmsteine .....	29
2.3.2.1 Feuerleichtsteine .....	36
2.3.2.2 Wärmedämmsteine .....	37
2.3.3 Platten und Formteile .....	38
2.3.3.1 Platten und Formteile aus Vermiculite .....	38
2.3.3.2 Platten und Formteile aus Calciumsilicat .....	38
2.3.3.3 Platten und Formteile aus mikroporösen wärmedämmenden Werkstoffen .....	40
2.4 Ungeformte feuerfeste Werkstoffe .....	42
2.4.1 Definitionen, Bindungsarten .....	42
2.4.2 Einteilung nach den Erzeugnisarten und Einbaumethoden .....	43
2.4.2.1 Feuerbetone .....	43
2.4.2.1.1 Herkömmliche Feuerbetone („regular castables“ RC) .....	43
2.4.2.1.2 Verflüssigte Feuerbetone .....	44

2.4.2.1.3	Chemisch gebundene Feuerbetone .....	45
2.4.2.2	Spritzmassen .....	45
2.4.2.3	Formbare feuerfeste Werkstoffe .....	46
2.4.2.3.1	Plastische Massen .....	46
2.4.2.3.2	Rammmassen .....	46
2.4.2.4	Feuerfeste Mörtel .....	46
2.4.2.5	Sonstige ungeformte feuerfeste Erzeugnisse .....	47
2.4.2.5.1	Trockenmassen .....	47
2.4.2.5.2	Einpressmassen .....	47
2.4.2.5.3	Massen für Oberflächenschutz .....	47
2.4.2.5.4	Stichlochmassen .....	47
2.4.3	Einteilung nach der Art der chemischen Zusammensetzung ..	48
2.4.4	Prüfung, Klassifikation .....	48
2.4.5	Verarbeitung der ungeformten feuerfesten Erzeugnisse .....	51
2.4.5.1	Feuerbetone .....	52
2.4.6	Eigenschaften der ungeformten feuerfesten Erzeugnisse .....	54
2.4.6.1	Feuerbetone .....	55
2.4.6.2	Plastische Massen .....	61
2.4.6.3	Rammmassen .....	61
2.4.6.4	Spritzmassen .....	63
2.4.6.5	Sondererzeugnisse .....	64
2.4.7	Faserzusätze .....	67
2.4.7.1	Organische Fasern .....	67
2.4.7.2	Metallische Fasern .....	67
2.4.7.3	Fasern aus Hochtemperaturwollen .....	68
2.5	Werkstoffe aus Hochtemperaturwolle (HTW) .....	70
2.5.1	Einleitung/Historie .....	70
2.5.2	Definitionen und Nomenklatur (Benennung) .....	71
2.5.3	Technologie .....	72
2.5.4	Weiterverarbeitungsprodukte aus Hochtemperaturwollen und ihre Verwendung .....	75
2.5.5	Klassifikation, Anwendungsgrenzen, Prüfung und Betriebs- verhalten .....	79
2.6	Metalle .....	82
2.6.1	Allgemeines .....	82
2.6.2	Definitionen, Normen und Datenblätter .....	83
2.6.2.1	Gefügearten metallischer Werkstoffe .....	83
2.6.2.2	Einstufung nach Beständigkeit .....	83
2.6.2.3	Normen und technische Daten .....	84
2.6.3	Charakteristische Eigenschaften .....	85
2.6.3.1	Mechanische Prüfwerte .....	87
2.6.3.2	Korrosion .....	88
2.6.3.3	Versprödungen .....	90
2.6.4	Auswahlkriterien und Anwendung .....	92

2.6.4.1	Auswahl der Werkstoffe . . . . .	92
2.6.4.2	Anwendungen . . . . .	93
2.6.4.2.1	Vormaterial metallischer Verankerungen . . . . .	94
2.6.4.2.2	Querschnittsgeometrien metallischer Verankerungssysteme . . . . .	95
2.7	Oberflächenschutz . . . . .	99
2.7.1	Allgemeines . . . . .	99
2.7.2	Schutz metallischer Oberflächen . . . . .	99
2.7.3	Schutz keramischer Oberflächen . . . . .	100
2.8	Sonstige Werkstoffe . . . . .	100
2.8.1	Mauerziegel und Kalksandsteine . . . . .	100
2.8.2	Betone mit Calciumsilicat-Zementen . . . . .	100
2.8.3	Schmelzbasalt . . . . .	102
2.8.4	Dehnfugen- und Ausbrennwerkstoffe . . . . .	102
2.8.5	Füllstoffe . . . . .	103
2.8.6	Trennschichten . . . . .	103
2.8.7	Anmachwasser für Betone und Mörtel . . . . .	104
2.8.7.1	Allgemeines . . . . .	104
2.8.7.2	Beurteilungskriterien . . . . .	105
2.8.7.3	Wasserhärte . . . . .	106
2.8.7.4	pH-Wert-Bestimmung . . . . .	106
2.8.7.5	Natürliches und „künstliches“ Wasser . . . . .	106
2.9	Verpackung, Transport und Lagern von feuerfesten Werkstoffen . . . . .	108
2.9.1	Verpackung . . . . .	108
2.9.2	Transport . . . . .	111
2.9.3	Lagern . . . . .	111
<b>3. Konstruktion</b>	. . . . .	<b>120</b>
3.1	Allgemeines . . . . .	120
3.2	Vorbereitung . . . . .	120
3.2.1	Erfassen der Betriebsdaten . . . . .	120
3.2.2	Auswahlkriterien für feuerfeste und wärmedämmende Werkstoffe . . . . .	121
3.2.3	Vorschriften und Bedingungen am Bauort . . . . .	123
3.3	Konstruieren mit geformten dichten Werkstoffen . . . . .	123
3.3.1	Allgemeines . . . . .	123
3.3.2	Einheitsformate . . . . .	124
3.3.3	Formsteine . . . . .	124
3.3.4	Verankerungen mit Haltesteinen . . . . .	126
3.3.5	Fugen . . . . .	128
3.3.6	Bezeichnung der Schichten und Verbände . . . . .	133
3.3.7	Konstruktionsbeispiele . . . . .	133
3.4	Konstruieren mit geformten wärmedämmenden Werkstoffen . . . . .	154
3.4.1	Einheitsformate . . . . .	154
3.4.2	Formsteine . . . . .	154

3.4.3	Verankerungen . . . . .	154
3.4.4	Fugen . . . . .	156
3.4.5	Konstruktionsbeispiele . . . . .	156
3.5	Konstruieren mit ungeformten feuerfesten Werkstoffen . . . . .	159
3.5.1	Allgemeines . . . . .	159
3.5.2	Einfluss der Einbaumethode unterschiedlicher Materialtypen auf die Konstruktion . . . . .	160
3.5.3	Feldeinteilung . . . . .	161
3.5.4	Fugengestaltung . . . . .	161
3.5.5	Verankerungen . . . . .	164
3.5.6	Lastabtragungen . . . . .	165
3.5.7	Auskleiden zylindrischer Gefäße . . . . .	165
3.5.8	Konstruktionsbeispiele . . . . .	176
3.6	Konstruieren mit Werkstoffen aus Hochtemperaturwolle . . . . .	177
3.6.1	Lieferformen . . . . .	177
3.6.1.1	Wolle . . . . .	177
3.6.1.2	Matten . . . . .	177
3.6.1.3	Module . . . . .	177
3.6.1.4	Filze . . . . .	178
3.6.1.5	Platten . . . . .	179
3.6.1.6	Formteile . . . . .	179
3.6.1.7	Schnüre . . . . .	179
3.6.1.8	Papiere . . . . .	179
3.6.1.9	Pasten . . . . .	179
3.6.1.10	Coatings . . . . .	179
3.6.2	Befestigung . . . . .	179
3.7	Wärmetechnische Berechnungen . . . . .	185
3.7.1	Aufgabenstellung und Begriffsklärungen . . . . .	185
3.7.1.1	Vorbemerkung . . . . .	185
3.7.1.2	Temperatur . . . . .	186
3.7.1.3	Wärme, Wärmemenge, Wärmekapazität, Wärmestrom, Wärmestromdichte . . . . .	187
3.7.1.4	Wärmeaufnahme und -abgabe, „Speicherwärme“ . . . . .	188
3.7.1.5	Wärmeübertragung durch Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung, Wärmeübergang . . . . .	189
3.7.2	Wärmeleitung . . . . .	190
3.7.2.1	Wärmeleitfähigkeit . . . . .	190
3.7.2.2	Wärmeleitung in einer ebenen, einschichtigen Wand . . . . .	193
3.7.2.3	Wärmeleitung in einer ebenen, mehrschichtigen Wand . . . . .	195
3.7.2.4	Wärmeleitung in einer zylindrischen Wand . . . . .	197
3.7.3	Wärmeübergang . . . . .	199
3.7.3.1	Wärmeübergangskoeffizient . . . . .	199
3.7.3.2	Wärmeübergang durch Konvektion . . . . .	200
3.7.3.3	Wärmeübergang durch Strahlung . . . . .	203

3.7.3.4	Wärmeübergang in einem Spalt, äquivalenter Wärmeleitfähigkeitskoeffizient . . . . .	206
3.7.4	Wärmedurchgang . . . . .	207
3.7.4.1	Definition, Randbedingungen und Bestimmungsgrößen, Zielsetzung . . . . .	207
3.7.4.2	Stationärer Wärmedurchgang durch eine ebene, mehrschichtige Wand . . . . .	208
3.7.4.3	Stationärer Wärmedurchgang durch eine zylindrische, mehrschichtige Wand . . . . .	211
3.7.4.4	Beispiel für eine Wärmedurchgangsberechnung . . . . .	212
3.7.4.5	Computerberechnung des Wärmedurchgangs . . . . .	215
3.7.5	Diskussion zum Wandaufbau . . . . .	219
3.7.5.1	Vergleich verschiedener Wandaufbauten . . . . .	219
3.7.5.2	Forderung dünner Wandaufbauten . . . . .	219
3.7.5.3	Forderung niedriger Außenwandtemperaturen . . . . .	219
3.7.5.4	Nachträgliche Wärmedämmung . . . . .	222
3.7.6	Instationäre Wärmedurchgangsberechnung . . . . .	223
3.7.6.1	Die Grundgleichungen des instationären Wärmedurchgangs . . . . .	223
3.7.6.2	Differenzenverfahren . . . . .	224
3.7.6.4	Berechnungsbeispiel für eine ebene, zweischichtige Wand . . . . .	225
3.7.6.5	Beispiel für die Abkühlung und die Aufheizung einer Wand . . . . .	227
3.7.7	Mehrdimensionale Problemstellungen . . . . .	227
3.7.7.1	Allgemeine mathematische Beschreibung des mehrdimensionalen Problems . . . . .	227
3.7.7.2	Aufstellung eines Rechenmodells . . . . .	229
3.7.7.3	Ergebnisdarstellung . . . . .	232
3.7.7.4	Beispiel FEM-Berechnung, Kopplung mit Spannungsberechnung . . . . .	233
3.8	Statische Berechnung tragender Teile unter Berücksichtigung des Temperatureinflusses . . . . .	239
3.8.1	Allgemeines . . . . .	239
3.8.2	Aufheizgeschwindigkeit . . . . .	241
3.8.3	Schichtspannungen . . . . .	248
3.8.4	Balken . . . . .	251
3.8.5	Gewölbe und Bögen . . . . .	252
3.8.6	Kuppeln . . . . .	256
3.8.7	Etagenöfen . . . . .	259
3.9	Dehnungsberechnungen . . . . .	264
<b>4. Ausführen</b>		<b>276</b>
4.1	Allgemeines . . . . .	276
4.2	Arbeitsvorbereitung . . . . .	276
4.2.1	Allgemeines . . . . .	276
4.2.2	Auftragsunterlagen . . . . .	276

4.2.3	Auftragskalkulation und Arbeitsverzeichnis .....	279
4.2.4	Arbeitsablauf- und Personaleinsatzplan .....	279
4.2.5	Ausrüstung der Baustelle .....	279
4.2.6	Planung der Baustelleneinrichtung .....	281
4.2.7	Baustelleneröffnung .....	284
4.3	Geformte dichte und wärmedämmende Werkstoffe .....	285
4.3.1	Allgemeines .....	285
4.3.2	Handwerkszeug .....	285
4.3.3	Grundregeln für die Erstellung von Mauerwerk im Feuerfestbau .....	285
4.3.4	Ausführungshinweise für Mauerwerk im Feuerfestbau .....	287
4.4	Ungeformte feuerfeste Werkstoffe .....	288
4.4.1	Anliefern und Lagern .....	288
4.4.2	Einschalen und Abstellen .....	289
4.4.2.1	Allgemeines .....	289
4.4.2.2	Feuerleicht- und dichte Feuerbetone .....	291
4.4.2.3	Spritz- und Shotcrete-Massen .....	294
4.4.2.4	Plastische Massen und Rammmassen .....	294
4.4.3	Verarbeiten ungeformter feuerfester Werkstoffe .....	295
4.4.3.1	Mischen, Gießen und Verdichten .....	295
4.4.3.2	Pumpen .....	298
4.4.3.3	Spritzen, Heißspritzen .....	298
4.4.3.4	Shotcreting .....	300
4.4.3.5	Stampfen .....	302
4.4.4	Ausschalen .....	303
4.4.5	Nachbehandeln .....	304
4.4.6	Sommer- und Winterbedingungen .....	305
4.5	Werkstoffe aus Hochtemperaturwolle (HTW) .....	307
4.5.1	Allgemeines .....	307
4.5.2	Modulbauweise .....	309
4.5.3	Lagenbauweise (Mattenzustellung) .....	311
4.5.4	Formteile und Platten .....	313
4.5.5	Möglichkeiten zur Reparatur/Instandhaltung .....	313
4.6	Anker anschweißen .....	315
4.6.1	Allgemeines .....	315
4.6.2	Lichtbogen-Bolzenschweißen .....	316
4.6.2.1	Prinzip .....	316
4.6.2.2	Arten der Bolzenschweißverbindungen .....	318
4.6.2.3	Schweißungen bei artfremden Verbindungen und Werkstoffkombinationen .....	320
4.6.2.4	Form der Bolzen und Haltewerkzeuge .....	321
4.6.2.5	Schweißpositionen und Einstellparameter .....	322
4.6.2.6	Werkstückdicke .....	324
4.6.2.7	Gerätetypen und Bedienung der Geräte .....	324

4.6.2.8	Ausführen der Bolzenschweißverbindungen .....	325
4.6.2.9	Prüfen der Bolzenschweißverbindung .....	329
4.6.2.9.1	Zerstörungsfreie Prüfungen .....	329
4.6.2.9.2	Zerstörende Prüfungen .....	331
4.6.2.10	Mangelnde Übereinstimmung und Korrekturmaßnahmen. . . .	334
4.6.2.11	Qualitätssicherung .....	335
4.6.3	Manuelle Schweißverfahren – Schmelzschweißen .....	338
4.6.3.1	Prinzip .....	338
4.6.3.1.1	Lichtbogenschweißen (Elektrohandschweißen). . . . .	338
4.6.3.1.2	Schutzgasschweißen .....	339
4.6.3.1.3	Schweißeinrichtungen zum Lichtbogenschweißen .....	341
4.6.3.1.4	Schweißnahtarten und -positionen zum Lichtbogenschweißen	343
4.6.3.1.5	Schweißparameter .....	343
4.6.3.1.6	Fehler beim Schweißen .....	343
4.6.3.1.7	Schweißnahtprüfungen .....	343
4.6.3.1.8	Schweißzusatzwerkstoffe. . . . .	345
4.6.3.2	Qualitätssicherung .....	346
4.6.3.2.1	Schweißanforderungen im Feuerfestbau .....	346
4.6.3.2.2	Elementare Qualitätsanforderungen. . . . .	346
4.6.3.2.3	Fertigungsüberwachung .....	348
4.6.3.3	Arbeitssicherheit beim Schweißen. . . . .	349
4.6.3.3.1	Gefahren durch Rauch und Gase. . . . .	349
4.6.3.3.2	Gefahren durch ultraviolette Strahlung und Infrarotstrahlung .	349
4.6.3.3.3	Elektrische Gefährdungen .....	349
4.6.3.3.4	Brand- und Explosionsgefahren. . . . .	349
4.6.3.3.5	Persönliche Schutzausrüstung des Schweißers .....	350

<b>5. Ausführungsbeispiele</b>	<b>354</b>
5.1 Böden	354
5.1.1 Allgemeines	354
5.1.2 Großformatige Bodensteine in Herdöfen	355
5.1.3 Böden aus Graphit- und Kohlenstoffsteinen	356
5.1.4 Verlegen von großformatigen Bodensteinen in Glasöfen	357
5.1.5 Böden auf Herdwagen- und Drehherdöfen	360
5.2 Wände	361
5.2.1 Allgemeines	361
5.2.2 Wände im Verbund mit dem Ofenpanzer	362
5.2.2.1 Wände aus geformten Werkstoffen im Verbund mit dem Ofenpanzer	362
5.2.2.2 Wände aus ungeformten Werkstoffen im Verbund mit dem Ofenpanzer	365
5.2.2.3 Wände aus Erzeugnissen aus Hochtemperaturwolle (HTW) im Verbund mit dem Ofenpanzer	366
5.2.3 Freistehende Wände	368
5.3 Bögen und Gewölbe	371
5.3.1 Allgemeines	371
5.3.2 Konstruktions- und Ausführungshinweise	372
5.3.3 Montage eines Flachgewölbes am Beispiel eines Etagenofens	381
5.3.4 Lehrbögen und Lehrgerüste	382
5.4 Hängedecken	383
5.4.1 Allgemeines	383
5.4.2 Hängedecken aus geformten dichten Werkstoffen	385
5.4.3 Hängedecken aus Feuerleichtsteinen	386
5.4.4 Hängedecken aus ungeformten Werkstoffen	388
5.4.5 Hängedecken aus Hochtemperaturwolle (HTW)	388
5.5 Rohrleitungen	388
5.5.1 Allgemeines	388
5.5.2 Konstruktions- und Ausführungshinweise	390
5.6 Rohrwände	393
5.6.1 Allgemeines	393
5.6.2 Verarbeiten von Stiftrohrmassen	393
5.6.3 Reparaturen	400
5.7 Hexrostauskleidungen	401
5.7.1 Allgemeines	401
5.7.2 Ausführungsbeispiele	402
5.8 Drehrohröfen	404
5.8.1 Allgemeines	404
5.8.2 Arbeitsvorbereitung	405
5.8.3 Reparatur des Ofenfutters	405
5.8.4 Allgemeine Zustellrichtlinien	405



5.8.4.1	Einfaches Abstützen .....	409
5.8.4.2	Spindelmethode .....	410
5.8.4.3	Klebmethode .....	412
5.8.4.4	Ausmauerungsgerät .....	413
5.9	Verarbeiten von Trockenmassen in Gießereilöfen .....	415
5.9.1	Allgemeines .....	415
5.9.2	Werkstoffe, Auswahl und Anlieferung .....	417
5.9.3	Trockenmassen im Induktionstiegelofen .....	418
5.9.3.1	Allgemeines .....	418
5.9.3.2	Vorbereiten des Induktionstiegelofens .....	420
5.9.3.3	Trocknen der Spulenausgleichsmasse und des Dauerfutters .....	423
5.9.3.4	Verdichten .....	423
5.9.3.4.1	Verdichten mit Handstampfern .....	425
5.9.3.4.2	Verdichten mit handgeführten Rüttelstampfern .....	426
5.9.3.4.3	Verdichten mit Elektro- und Pressluftvibratoren .....	426
5.9.4	Zustellschablonen .....	429
5.9.5	Reparaturen von Induktionstiegelöfen .....	431
5.9.6	Trockenmassen in Induktionsrinnenöfen (zum Schmelzen, Warmhalten und Gießen) .....	436
5.9.7	Reparaturen von Induktionsrinnenöfen (zum Schmelzen, Warmhalten und Gießen) .....	439
5.9.7.1	Reparatur am Ein- und Ausguss .....	439
5.9.7.2	Reparaturen am Ofengefäß .....	440
5.9.7.3	Austausch des Induktors .....	441
5.9.8	Sonstige Trockenmassenzustellungen .....	443
5.10	Trockenmassen trocknen, anheizen, auf- und abheizen .....	443
5.10.1	Trockenmassen auf Quarzitbasis – sogenannte saure Trockenmassen .....	443
5.10.1.1	Induktives Anheizen, am Beispiel eines Gusseisen- Schmelzofens .....	444
5.10.1.2	Anheizen mit dem Gasbrenner .....	444
5.10.1.3	Ab- und Aufheizen im Produktionsablauf .....	445
5.10.2	Trockenmassen auf $Al_2O_3$ - oder auf $MgO$ -Basis .....	445
5.10.2.1	Anheizen des Induktionstiegelofens .....	445
5.10.2.2	Anheizen des Induktionsrinnenofens (zum Schmelzen, Warmhalten und Gießen) .....	445
<b>6.</b>	<b>Trocknen, Anheizen, Auf- und Abheizen .....</b>	<b>450</b>
6.1	Allgemeines .....	450
6.2	Vorgänge beim Trocknen .....	451
6.2.1	Vorbemerkung .....	451
6.2.2	Kapillare Leitungsvorgänge .....	452
6.2.3	Dampfdruck .....	453
6.2.4	Verdunsten, Verdampfen und Kondensieren .....	454

6.2.5	Wärmespannungen .....	454
6.2.6	Trockenschwindung .....	456
6.3	Trockenheizmedien und -anlagen .....	456
6.4	Grundsätze für das Trocknen .....	458
6.4.1	Voraussetzungen .....	458
6.4.2	Vorbereitungen .....	459
6.5	Durchführung .....	461
6.6	Grundsätze für das An-, Auf- und Abheizen .....	463
6.6.1	Anheizen .....	463
6.6.2	Auf- und Abheizen .....	464
6.7	Besonderheiten beim Trocknen verschiedener Anlagen .....	464
6.7.1	Zementanlagen mit Wärmetauschartürmen .....	465
6.7.2	Zirkulierende Wirbelschichtanlagen (ZWS) .....	465
6.7.3	Thermische Abfallverbrennungsanlagen .....	467
6.7.4	Aluminiumschmelzöfen .....	468
<b>7.</b>	<b>Projektmanagement .....</b>	<b>472</b>
7.1	Einführung und geschichtliche Entwicklung .....	472
7.2	Allgemeines, Definitionen, Begriffe .....	473
7.3	Grundlagen .....	474
7.3.1	Prozessgruppen des Projektmanagements .....	475
7.3.2	Wissensgebiete des Projektmanagements .....	475
7.4	Einführung in die Prozessgruppen des Projektmanagements .....	477
7.4.1	Initiierungsprozessgruppe .....	477
7.4.2	Planungsprozessgruppe .....	477
7.4.3	Ausführungsprozessgruppe .....	478
7.4.4	Überwachungs- und Steuerungsprozessgruppe .....	479
7.4.5	Abschlussprozessgruppe .....	479
7.5	Bewertung der Wissensgebiete des Projektmanagements .....	480
<b>8.</b>	<b>Qualität, Sicherheit und Umweltschutz .....</b>	<b>484</b>
8.1	Managementsysteme im Feuerfestbau .....	484
8.1.1	Grundlagen .....	484
8.1.2	Qualitätsmanagementsysteme .....	486
8.1.3	Arbeitsschutzmanagementsysteme .....	487
8.1.4	Umweltmanagementsysteme .....	490
8.2	Qualitätssicherung .....	491
8.2.1	Allgemeines .....	491
8.2.2	Prüfplan Werkstoffbeschaffung .....	493
8.2.3	Prüfplan Feuerfestmontage .....	495
8.2.4	Prüfplan Schweißen .....	496
8.2.5	Werkstoffprüfung .....	500
8.2.5.1	Allgemeines .....	500
8.2.5.2	Begriffserläuterungen .....	502

8.2.5.3	Geformte feuerfeste Werkstoffe . . . . .	505
8.2.5.3.1	Allgemeines . . . . .	505
8.2.5.3.2	Attributprüfung oder Gut-Schlecht-Prüfung . . . . .	507
8.2.5.3.3	Äußere Beschaffenheit . . . . .	507
8.2.5.3.4	Maßhaltigkeit . . . . .	510
8.2.5.3.5	Auswertung der Ergebnisse . . . . .	511
8.2.5.3.6	Variablenprüfung . . . . .	511
8.2.5.3.6.1	Durchführung . . . . .	511
8.2.5.3.6.2	Auswertung der Ergebnisse der Variablenprüfung . . . . .	514
8.2.5.3.6.3	Praktische Durchführung einer Probenentnahme . . . . .	515
8.2.5.4	Ungeformte feuerfeste Erzeugnisse . . . . .	524
8.2.5.4.1	Allgemeines . . . . .	524
8.2.5.4.2	Probenahme . . . . .	524
8.2.5.4.3	Auswertung . . . . .	527
8.2.6	Montageprüfung . . . . .	530
8.2.6.1	Einleitung . . . . .	530
8.2.6.2	Anmerkungen zur Vorprüfung . . . . .	530
8.2.6.2.1	Technische Unterlagen, Montagehandbuch . . . . .	530
8.2.6.2.2	Bauteilvorprüfung . . . . .	531
8.2.6.2.3	Wareneingangsprüfung, Materiallagerung und Transport auf der Baustelle . . . . .	531
8.2.6.2.4	Einsatzbereitschaft von Geräten und Gerüsten . . . . .	532
8.2.6.2.5	Qualifikation des Personals . . . . .	532
8.2.6.3	Anmerkungen zur Produktionsprüfung . . . . .	532
8.2.6.3.1	Einhaltung der Vorgaben des Engineerings . . . . .	532
8.2.6.3.2	Einhaltung der Verarbeitungsvorschriften . . . . .	533
8.2.6.3.3	Einbaunachweis . . . . .	533
8.2.6.3.4	Probenahme . . . . .	533
8.2.6.4	End- und Zwischenprüfungen, Abnahme . . . . .	536
8.2.6.5	Prüfprotokolle und ihre Einordnung im Prüfplan . . . . .	537
8.3	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz . . . . .	539
8.3.1	Rechtsgrundlagen . . . . .	539
8.3.2	Innerbetriebliche Organisation . . . . .	541
8.3.2.1	Pflichten des Unternehmers . . . . .	541
8.3.2.2	Pflichtenübertragung . . . . .	542
8.3.2.3	Allgemeine Pflichten aller Mitarbeiter . . . . .	542
8.3.2.4	Fachkraft für Arbeitssicherheit . . . . .	543
8.3.2.5	Arbeitsmedizinischer Dienst und Betriebsarzt . . . . .	544
8.3.2.6	Sicherheitsbeauftragte . . . . .	545
8.3.2.7	Betriebsrat . . . . .	546
8.3.3	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Projekt . . . . .	546
8.3.3.1	Planungsphase, Ausschreibung und Angebot . . . . .	546
8.3.3.2	Vorbereitung der Bauausführung – Personalplanung, Arbeitsvorbereitung . . . . .	548

8.3.3.3	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bauausführung . . . . .	553
8.3.4	Gefahrstoffe im Feuerfestbau . . . . .	555
8.3.4.1	Bedeutung der Gefahrstoffverordnung im Feuerfestbau . . . . .	555
8.3.4.2	Hinweise zu speziellen Werkstoffgruppen im Feuerfestbau . . . . .	557
8.3.4.2.1	Geformte und ungeformte feuerfeste Werkstoffe . . . . .	557
8.3.4.2.2	Polycyclische aromatische kohlenwasserstoffhaltige (PAK) Bindemittel und Zuschlagstoffe . . . . .	557
8.3.4.2.3	Lösemittelhaltige Gemische . . . . .	558
8.3.4.2.4	Asbesthaltige Produkte . . . . .	558
8.3.4.2.5	Werkstoffe aus künstlich hergestellten Mineralfasern . . . . .	559
8.3.4.2.6	Verunreinigte feuerfeste Auskleidungen (Ausbruch) . . . . .	562
8.4	Umweltschutz . . . . .	563
8.4.1	Vorbemerkung . . . . .	563
8.4.2	Ziel des Umweltschutzes . . . . .	563
8.4.3	Umweltpolitik, Richtlinien, Gesetze und Verordnungen . . . . .	563
8.4.4	Allgemeine Maßnahmen zum Umweltschutz, Umweltaspekte . . . . .	564
8.4.5	Grundsätzliche Verantwortlichkeiten . . . . .	566
8.4.6	Umweltaspekte bei der Projektabwicklung . . . . .	566
8.4.6.1	Allgemeines . . . . .	566
8.4.6.2	Materialwirtschaft . . . . .	566
8.4.6.3	Baustelleneinrichtung, Geräteeinsatz . . . . .	567
8.4.6.4	Ausbrucharbeiten . . . . .	569
8.4.6.5	Weitere umweltkritische Tätigkeiten auf der Baustelle . . . . .	570
8.4.6.6	Entsorgung . . . . .	571
8.4.6.7	Checkliste für den Projektleiter . . . . .	573
8.4.7	Umweltaspekte auf dem Bauhof und im Büro . . . . .	575
8.4.8	Umweltpolitik des Unternehmens, Umweltziele und Umweltprogramm . . . . .	579
<b>Anhang</b>	. . . . .	582
	Anhangverzeichnis . . . . .	646
	Literatur zum Anhang . . . . .	648
<b>Glossar</b>	. . . . .	650
<b>Literatur</b>	. . . . .	658
<b>Stichwortverzeichnis</b>	. . . . .	662
<b>Alphabetisches Firmenverzeichnis</b>	. . . . .	678
<b>Inserentenverzeichnis</b>	. . . . .	688