

**Dr.-Ing. W. Götzen**

# **Schornsteine in Massivbauweise**

**Technik und Wirtschaftlichkeit  
hoher, frei stehender  
Industrieschornsteine**



**VULKAN-VERLAG · ESSEN**

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>Der Schornsteinschaft aus Mauerwerk unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit</b>	<b>14</b>
2.1.	Konstruktion	14
2.1.1.	Baustoffe	14
2.1.1.1.	Mauersteine	14
2.1.1.2.	Mörtel	16
2.1.2.	Mauerwerksverband	18
2.1.2.1.	Der gemauerte Kreisring	18
2.1.2.2.	Behandlung der Fugen	21
2.1.2.3.	Der verstärkte, gemauerte Kreisring	22
2.1.2.4.	Schaftdossierung	24
2.1.2.5.	Schaftkonsolen	25
2.1.3.	Schaftöffnungen	27
2.1.4.	Schornsteinzubehör	30
2.2.	Beanspruchungen und Schnittgrößenermittlung	32
2.2.1.	Eigengewicht	32
2.2.2.	Wind	34
2.2.3.	Temperatur	37
2.2.3.1.	Temperaturdifferenzen in den Wänden eines Mauerwerk-schornsteins	40
2.2.3.2.	Beanspruchungen aus Temperatur in einem Mauerwerkschaft	41
2.2.4.	Chemische Beanspruchungen	43
2.2.5.	Sonderbeanspruchungen	44
2.2.5.1.	Schwingungen	44
2.2.5.2.	Erdbeben	48
2.2.5.3.	Bergbauliche Einwirkungen	49
2.3.	Optimale Schaftkonstruktion	51
2.3.1.	Zulässige Spannungen	51
2.3.2.	Allgemeiner Spannungsnachweis	54
2.3.3.	Optimierung der Schaftkonstruktion	59
2.3.3.1.	Bedeutung der Schaftkonstruktion für Schornsteine	59
2.3.3.2.	Allgemeine Ansätze für optimale Schaftkonstruktionen	60
2.3.3.3.	Optimierung der einzelnen Schaftkonstruktion	68
2.3.3.4.	Optimale Schaftvolumen für Untersuchungsbereich	69

<b>3.</b>	<b>Kosten des Schaftes aus Mauerwerk</b>	<b>73</b>
3.1.	Materialkosten	75
3.1.1.	Mauerwerk	75
3.1.2.	Verfugungs- und Anstrichstoffe	77
3.2.	Lohnkosten	78
3.2.1.	Arbeitszeitbedarf	78
3.2.2.	Kalkulationsmittellohn	79
3.2.3.	Spezifischer Lohnaufwand	79
3.3.	Herstellkosten des Schaftes unter Berücksichtigung der veränderlichen Höhe und des veränderlichen Durchmessers	79
3.3.1.	Einheitskosten der Teilleistungen	79
3.3.2.	Herstellkosten des Schaftes	80
<b>4.</b>	<b>Der Schornsteinschaft aus Stahlbeton unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit</b>	<b>84</b>
4.1.	Konstruktion	84
4.1.1.	Baustoffe	84
4.1.1.1.	Beton	84
4.1.1.2.	Betonstahl	86
4.1.2.	Stahlbetonkonstruktion	86
4.1.2.1.	Der bewehrte Kreisring	86
4.1.2.2.	Schalungsverfahren	90
4.1.2.3.	Behandlung der Betonoberfläche	92
4.1.2.4.	Schaftdossierung	93
4.1.2.5.	Innen liegende Schafth Bühnen	93
4.1.3.	Schaftöffnungen	95
4.1.4.	Schornsteinzubehör	96
4.2.	Beanspruchungen und Schnittgrößenermittlung	97
4.2.1.	Eigengewicht	98
4.2.2.	Wind	101
4.2.3.	Temperatur	101
4.2.3.1.	Temperaturdifferenzen in den Wänden eines Stahlbetonschornsteins, belüfteter Zwischenraum	102
4.2.3.2.	Beanspruchungen aus Temperatur in einem Stahlbetonschaft	106
4.2.4.	Chemische Beanspruchungen	107
4.2.5.	Sonderbeanspruchungen	108
4.2.5.1.	Schwingungen	108
4.2.5.2.	Erdbeben	109
4.2.5.3.	Bergbauliche Einwirkungen	110
4.3.	Optimale Schafthkonstruktion	111
4.3.1.	Zulässige Spannungen	111
4.3.2.	Bemessung des Schaftes	112

4.3.2.1.	Spannungen in waagerechten Querschnitten	113
4.3.2.2.	Spannungen in lotrechten Querschnitten	116
4.3.3.	Optimierung der Schaftkonstruktion	117
4.3.3.1.	Bedeutung der Schaftkonstruktion für Schornsteine	117
4.3.3.2.	Allgemeine Ansätze für optimale Schaftkonstruktionen	118
4.3.3.3.	Optimierung der einzelnen Schaftkonstruktion	121
4.3.3.4.	Optimale Schaftvolumen für Untersuchungsbereich	123
<b>5.</b>	<b>Kosten des Schaftes aus Stahlbeton</b>	<b>126</b>
5.1.	Materialkosten	126
5.1.1.	Beton	126
5.1.2.	Schalung	127
5.1.3.	Bewehrung	128
5.1.4.	Korrosionsschutzstoffe	128
5.2.	Lohnkosten	128
5.2.1.	Arbeitszeitbedarf	128
5.2.2.	Kalkulationsmittellohn	130
5.2.3.	Spezifischer Lohnaufwand	130
5.3.	Herstellkosten des Schaftes unter Berücksichtigung der veränderlichen Höhe und des veränderlichen Durchmessers	131
5.3.1.	Einheitskosten der Teilleistungen	131
5.3.2.	Herstellkosten des Schaftes	132
<b>6.</b>	<b>Konstruktionen für Abgasabzüge unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit</b>	<b>136</b>
6.1.	Allgemeine Grundlagen	136
6.2.	Abgasabzüge aus Mauerwerk	136
6.2.1.	Baustoffe	136
6.2.1.1.	Mauersteine	136
6.2.1.2.	Mörtel, Kitte	139
6.2.1.3.	Wärmedämmung	139
6.2.2.	Bauweisen	140
6.2.2.1.	Etagenfutter	140
	Allgemeine Grundlagen	140
	Etagenfutter für Schaftkonstruktionen aus Mauerwerk	142
	Etagenfutter für Schaftkonstruktionen aus Stahlbeton	148
6.2.2.2.	Standfutter	150
	Allgemeine Grundlagen	150
	Standfutter für Schaftkonstruktionen aus Mauerwerk	155
	Standfutter für Schaftkonstruktionen aus Stahlbeton	156
6.2.3.	Sonderbauweisen	157

6.3.	<b>Abgasabzüge aus Stahl</b>	158
6.3.1.	<b>Baustoffe</b>	158
6.3.1.1.	<b>Stahl</b>	158
6.3.1.2.	<b>Wärmedämmung</b>	158
6.3.1.3.	<b>Korrosionsschutzstoffe</b>	158
6.3.2.	<b>Bauweisen</b>	158
	<b>Allgemeine Grundlagen</b>	158
	<b>Abgasrohre in Stahl für Schaftkonstruktionen aus Mauerwerk</b>	161
	<b>Abgasrohre für Schaftkonstruktionen aus Stahlbeton</b>	161
<b>7.</b>	<b>Kosten der Abgasabzüge</b>	162
7.1.	<b>Abgasabzüge aus Mauerwerk</b>	162
7.1.1.	<b>Materialkosten</b>	162
7.1.2.	<b>Lohnkosten</b>	165
7.1.3.	<b>Herstellkosten für Abgasabzüge aus Mauerwerk</b>	166
7.1.3.1.	<b>Abgasabzüge für Schornsteine aus Mauerwerk</b>	166
7.1.3.2.	<b>Abgasabzüge für Schornsteine aus Stahlbeton</b>	172
7.2.	<b>Abgasabzüge aus Stahl</b>	175
7.2.1.	<b>Material- und Lohnkosten</b>	175
7.2.2.	<b>Zubehörcosten</b>	176
7.2.3.	<b>Herstellkosten der Abgasabzüge aus Stahl</b>	176
<b>8.</b>	<b>Schornsteinfundamente</b>	178
8.1.	<b>Konstruktion</b>	178
8.2.	<b>Beanspruchungen</b>	178
8.3.	<b>Abmessungen</b>	178
<b>9.</b>	<b>Kosten der Schornsteinfundamente</b>	181
9.1.	<b>Einheitskosten der Teileleistungen</b>	181
9.2.	<b>Herstellkosten der Fundamente</b>	183
9.2.1.	<b>Herstellkosten der Fundamente für Schornsteine aus Mauerwerk</b>	183
9.2.2.	<b>Herstellkosten der Fundamente für Schornsteine aus Stahlbeton</b>	184
9.2.3.	<b>Vergleich der Fundamentkosten</b>	186
<b>10.</b>	<b>Kosten von Schornsteinbauwerken</b>	188
<b>11.</b>	<b>Zusammenfassende Betrachtung, Vergleich, Schlußfolgerungen und weitere Maßnahmen</b>	193
<b>12.</b>	<b>Schrifttum</b>	198