

Freistehende Schornsteine in Massivbauart

Berechnung und Ausführung

DIN
1056

Solid construction, freestanding stacks; calculation and design
Cheminées isolées en construction dur; calcul et exécution

Ersatz für
DIN 1056 T 1/08.69,
DIN 1056 T 2/08.69
und
DIN 1058/08.69

Diese Norm wurde in dem Fachbereich Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB) des NABau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Baubehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; das gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe . . . „Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

Entwurf, Berechnung und Ausführung freistehender Schornsteine in Massivbauart erfordern eine gründliche Kenntnis und Erfahrung in dieser Bauart.

Maße in mm

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	3	5.2.4 Mauersteine	4
2 Begriffe	3	5.2.5 Unbewehrte und bewehrte Formstücke	4
2.1			4
2.2			4
2.3			4
2.4			4
2.5			4
2.6			5
2.7			
2.8			5
2.9			5
2.1			5
2.1			5
3			5
3.1			5
3.2			5
3.3			5
3.3			5
3.3			5
3.4			5
4			6
4			6
5			6
5.1			6
5.2			6
5.2			6
5.2			6
5.2			6
5.2			7

Anwenderinformation

Die Originalfassung der Norm enthält **Elemente, z. B. farbige Abbildungen oder Tabellen**, die in dieser gescannten Form der Norm nicht originalgetreu darstellbar sind. Dies muß bei der Anwendung berücksichtigt werden. Maßgebend für das Anwenden jeder DIN-Norm ist deren Originalfassung mit dem neuesten Ausgabedatum. Vergewissern Sie sich bitte in den DIN-Mitteilungen, im aktuellen DIN-Katalog mit dem neuesten Ergänzungsheft oder in der aktuellen Ausgabe der PERINORM.

Fortsetzung Seite 2 bis 28

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

Freistehende Schornsteine in Massivbauart

Berechnung und Ausführung

DIN
1056

Solid construction, freestanding stacks; calculation and design
Cheminées isolées en construction dur; calcul et exécution

Ersatz für
DIN 1056 T 1/08.69,
DIN 1056 T 2/08.69
und
DIN 1058/08.69

Diese Norm wurde in dem Fachbereich Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB) des NABau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Baubehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; das gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe . . . „Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

Entwurf, Berechnung und Ausführung freistehender Schornsteine in Massivbauart erfordern eine gründliche Kenntnis und Erfahrung in dieser Bauart.

Maße in mm

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	3	5.2.4 Mauersteine	4
2 Begriffe	3	5.2.5 Unbewehrte und bewehrte Formstücke	4
2.1 Schornstein	3	5.2.5.1 Allgemeines	4
2.2 Freistehender Schornstein	3	5.2.5.2 Unbewehrte Formstücke	4
2.3 Einschaliger freistehender Schornstein	3	5.2.5.3 Bewehrte Formstücke	4
2.4 Mehrschaliger freistehender Schornstein	3	5.2.6 Mörtel	4
2.5 Tragwerk	3	5.2.6.1 Bestandteile	4
2.6 Schaft	3	5.2.6.2 Mörtelgruppe	5
2.7 Futter	3	5.2.6.3 Mörtel für das Vermauern	
2.8 Formsteine für freistehende Schornsteine	3	von bewehrten Formstücken	5
2.9 Formstücke für freistehende Schornsteine	3	5.2.6.4 Mörtel für die Außenverfugung	5
2.10 Vergußbeton	3	5.3 Futter	5
2.11 Säurebeständiges Mauerwerk	3	5.3.1 Allgemeines	5
3 Bautechnische Unterlagen	3	5.3.1.1 Anforderungen	5
3.1 Allgemeines	3	5.3.1.2 Mauersteine, Formsteine, Formstücke	5
3.2 Erläuterung der chemischen		5.3.1.3 Mörtel	5
und thermischen Betriebsverhältnisse	3	5.3.1.4 Stahlbeton	5
3.3 Berechnungen	4	5.3.1.5 Stahl	5
3.3.1 Statische Berechnungen	4	5.3.1.6 Kitt	5
3.3.2 Wärmetechnische und strömungstechnische		5.3.2 Baustoffe bei chemischer Beanspruchung	5
Berechnungen	4	5.3.2.1 Bestimmung der chemischen Beanspruchung	5
3.4 Zeichnungen	4	5.3.2.2 Geringfügige chemische Beanspruchung	6
4 Personal und Ausstattung		5.3.2.3 Mittlere chemische Beanspruchung	6
der Unternehmen und Baustellen	4	5.3.2.4 Starke und sehr starke	
5 Baustoffe	4	chemische Beanspruchung	6
5.1 Allgemeines	4	5.4 Dämmstoffe	6
5.2 Tragwerk	4	5.5 Metalle	6
5.2.1 Stahlbeton	4	5.6 Schutzschichten	6
5.2.2 Vergußbeton	4	5.6.1 Allgemeines	6
5.2.3 Betonstahl	4	5.6.2 Dünnbeschichtungen	6
		5.6.3 Dickbeschichtungen	7

Fortsetzung Seite 2 bis 28

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

	Seite		Seite
6 Nachweis der Güte der Baustoffe	7	9.4.2 Öffnungen im Schaft aus Stahlbeton	13
6.1 Allgemeines	7	9.4.3 Öffnungen im Schaft aus Mauerwerk	13
6.2 Eignungs- und Güteprüfungen	7	9.4.4 Öffnungen im Schaft aus Formstücken	13
6.2.1 Allgemeines	7	9.5 Öffnungen im Futter	13
6.2.2 Beton	7	9.6 Gründung	14
6.2.3 Leichtbeton	7	9.6.1 Fundament	14
6.2.4 Formstücke		9.6.2 Standsicherheit	14
aus keramisch gebundenem Material	7	9.6.2.1 Flachgründungen	14
6.2.5 Mörtel	7	9.6.2.2 Pfahlgründungen	14
7 Lastannahmen	7	9.7 Tragende Einbauten im Schaft	14
7.1 Allgemeines	7	10 Konstruktion	14
7.2 Eigenlast	7	10.1 Allgemeines	14
7.3 Verkehrslast	7	10.2 Schaft	15
7.4 Windlast	7	10.2.1 Allgemeines	15
7.5 Planmäßiger Unter- und Überdruck	7	10.2.2 Schaft aus Stahlbeton und Stahlleichtbeton	15
7.6 Wärmeeinwirkung	7	10.2.3 Schaft aus Mauerwerk	15
7.6.1 Allgemeines	7	10.2.3.1 Mindestwanddicke	15
7.6.2 Wärmeleitfähigkeit	7	10.2.3.2 Steinformate	15
7.6.3 Wärmeübergangskoeffizienten	8	10.2.3.3 Maßnahmen bei Wärmeeinwirkung	15
7.6.3.1 Wärmedurchgangsberechnung	8	10.2.4 Schaft aus Formstücken	15
7.6.3.2 Wärmebeständigkeit der Baustoffe	8	10.2.4.1 Unbewehrte Formstücke	15
7.7 Schiefstellung des Bauwerks	9	10.2.4.2 Bewehrte Formstücke	15
7.8 Lasten aus Bauzuständen	9	10.3 Futter	16
7.9 Erdbeben	9	10.3.1 Allgemeines	16
8 Ermittlung der Schnittgrößen	9	10.3.1.1 Druckverhältnisse	16
8.1 Allgemeines	9	10.3.1.2 Verformungen	16
8.2 Schaft	9	10.3.1.3 Stöße	16
8.2.1 Allgemeines	9	10.3.1.4 Abstützungen	16
8.2.1.1 Verfahren	9	10.3.1.5 Zwischenraum zwischen Futter und Schaft	16
8.2.1.2 Grundlagen	9	10.3.1.6 Kondensat	16
8.2.2 Schaft aus Stahlbeton	9	10.3.1.7 Abgaszuführung	16
8.2.2.1 Allgemeines	9	10.3.1.8 Revisionstür	16
8.2.2.2 Genauere Verformungsberechnung	10	10.3.2 Futter aus Stahlbeton	16
8.2.2.3 Vereinfachte Berechnung der Momente		10.3.3 Futter aus Mauerwerk	16
nach Theorie II. Ordnung	10	10.3.4 Futter aus Formstücken	16
8.2.3 Schaft aus Mauerwerk	10	10.3.5 Futter aus Stahl	16
8.2.4 Schaft aus Leichtbeton		10.4 Dämmschichten	16
und Stahlleichtbeton	10	10.5 Öffnungen	18
8.2.5 Schaft aus Formstücken	10	10.5.1 Allgemeines	18
8.3 Futter	11	10.5.2 Öffnungen im Schaft aus Stahlbeton	18
8.4 Öffnungen im Schaft	11	10.5.3 Öffnungen im Schaft aus Mauerwerk	18
8.4.1 Allgemeines	11	10.5.4 Öffnungen im Schaft aus Formstücken	18
8.4.2 Öffnungen im Schaft aus Stahlbeton	11	10.5.5 Öffnungen im Futter	18
8.4.3 Öffnungen im Schaft aus Mauerwerk	11	10.6 Futterstoß und Futterauflagerung	18
8.4.4 Öffnungen im Schaft aus Leichtbeton		10.7 Gründung	18
und Stahlleichtbeton	11	10.8 Schornsteinkopf	18
8.5 Öffnungen im Futter	12	10.9 Ausrüstung	18
8.6 Gründung	12	10.9.1 Einrichtungen zum Besteigen	18
8.7 Tragende Einbauten im Schaft	12	10.9.1.1 Allgemeines	18
9 Bemessung	12	10.9.1.2 Steigeisengänge	19
9.1 Allgemeines	12	10.9.1.3 Steigleitern	19
9.2 Schaft	12	10.9.1.4 Sicherheitseinrichtungen	19
9.2.1 Schaft aus Stahlbeton	12	10.9.2 Umgänge	20
9.2.2 Schaft aus Mauerwerk	12	10.9.3 Anröstösen für Konsolgerüste	21
9.2.3 Schaft aus Leichtbeton und Stahlleichtbeton	13	10.9.4 Verankerungspunkte zur Sicherung	
9.2.4 Schaft aus Formstücken	13	von Standgerüsten	21
9.2.4.1 Unbewehrte Formstücke	13	10.9.5 Schornsteinbänder	
9.2.4.2 Bewehrte Formstücke	13	und Schornsteinbandschlösser	21
9.3 Futter	13	11 Ausführung	21
9.3.1 Futter aus Mauerwerk und Formstücken	13	11.1 Allgemeines	21
9.3.2 Futter aus Stahl	13	11.2 Schaft	21
9.4 Öffnungen im Schaft	13	11.2.1 Allgemeines	21
9.4.1 Allgemeines	13	11.2.2 Schaft aus Stahlbeton	21

	Seite
11.2.3 Schaft aus Mauerwerk	21
11.2.3.1 Fugen	21
11.2.3.2 Baufortschritt	22
11.2.4 Schaft aus bewehrten Formstücken	22
11.3 Futter	22
11.3.1 Futter aus Mauerwerk	22
11.3.2 Futter aus Formstücken	22
11.4 Schutzschichten	22

	Seite
12 Blitzschutz	22
13 Trocknen	23
14 Zustandsüberwachung	23
Anhang A Windlastannahmen	23
Zitierte Normen und andere Unterlagen	27

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für freistehende Schornsteine in Massivbauart, deren Tragwerk aus Mauersteinen, aus Beton oder Stahlbeton besteht.

2 Begriffe

2.1 Schornstein

Schornsteine sind Bauwerke oder Teile von Bauwerken, die Abgase von Feuerstätten, andere Abgase oder Abluft abführen.

2.2 Freistehender Schornstein

Freistehend ist ein Schornstein, wenn eine der beiden folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- a) Sein Tragwerk ist nicht Bestandteil einer anderen Konstruktion.
- b) Sein Tragwerk muß horizontale Lasten aufnehmen.

2.3 Einschaliger freistehender Schornstein

Einschalige freistehende Schornsteine sind Schornsteine aus Mauersteinen oder Formsteinen, deren Wände einschalig und in mauerwerksgerechtem Verband gemauert sind, sowie freistehende Schornsteine aus Formstücken aus Leichtbeton oder Stahlbeton.

Einschalige freistehende Schornsteine können auch als monolithische Stahlbetonschale hergestellt sein.

2.4 Mehrschaliger freistehender Schornstein

Mehrschalige freistehende Schornsteine sind Schornsteine mit mehrschaligem Wandaufbau.

Die Schalen können aus unterschiedlichen Baustoffen (Steinen, Formstücken, Beton, Stahlbeton, Stahl oder Dämmstoffen) bestehen.

2.5 Tragwerk

Das Tragwerk ist der Teil des Schornsteins, der neben seinen Eigenlasten und horizontalen Lasten entsprechende Lasten aus den abgasführenden Rohren vollständig oder teilweise aufnimmt und in den Baugrund oder in tragfähige bauliche Anlagen weiterleitet.

2.6 Schaft

Der Schaft ist ein Tragwerk mit geschlossenem Querschnitt.

2.7 Futter

Futter ist das abgasführende Rohr, das die übrigen Schornsteinteile – z. B. das Tragwerk – vor thermischer und chemischer Beanspruchung schützen soll. Es wird unterschieden zwischen dem von unten nach oben durch-

gehenden Standfutter und dem Etagenfutter. Dieses ist in einzelne Abschnitte aufgeteilt, deren Lasten auf den Schaft abgetragen werden.

2.8 Formsteine für freistehende Schornsteine

Formsteine für freistehende Schornsteine sind Steine nach DIN 1057 Teil 2 *) sowie Mauersteine aus Beton, Leichtbeton oder keramisch gebundenem Material, deren Abmessungen von DIN 105 Teil 1, Teil 3 oder Teil 4, DIN 106 Teil 2, DIN 398 oder DIN 1057 Teil 1 *) abweichen.

2.9 Formstücke für freistehende Schornsteine

Formstücke für freistehende Schornsteine sind bewehrte oder unbewehrte Fertigteile aus Beton, Leichtbeton oder keramisch gebundenem Material, die den lichten Schornsteinquerschnitt vollständig umschließen. Formstücke können sowohl für den Schaft als auch für das Futter verwendet werden.

2.10 Vergußbeton

Vergußbeton ist der Beton, der bei bewehrten Formstücken den Verbund zwischen dem Beton des Formstückes und der konzentrierten vertikalen Bewehrung herstellt.

2.11 Säurebeständiges Mauerwerk

Säurebeständiges Mauerwerk ist Mauerwerk aus Steinen der Typen S3 oder S4 nach DIN 1057 Teil 2 *) und Wasserglaskitt nach DIN 1057 Teil 3 *) oder aus einem mindestens gleich säurebeständigen Kunstharzkitt.

3 Bautechnische Unterlagen

3.1 Allgemeines

Für Schornsteine aus Stahlbeton und Stahlbetonfertigteilen gelten die entsprechenden Anforderungen nach DIN 1045. Für gemauerte Schornsteine gilt dies sinngemäß.

3.2 Erläuterung der chemischen und thermischen Betriebsverhältnisse

Die Erläuterung muß enthalten:

- a) Die planmäßigen Betriebsweisen der angeschlossenen Einrichtungen, z. B. intermittierender Betrieb, gleitende Regelung, Dauerbetrieb;
- b) berücksichtigte Betriebsstörungen.

*) Z. Z. Entwurf

Außerdem sind für die wesentlichen Betriebszustände folgende Angaben zu machen:

- c) die Abgasmassenströme;
- d) die höchsten und niedrigsten Temperaturen der Abgase beim Eintritt in den Schornstein;
- e) die Zusammensetzung der Abgase;
- f) zugehörige Säuretaupunkte;
- g) Berechnung der Temperaturen der von den Rauchgasen berührten Flächen;
- h) Berechnung der Strömungsgeschwindigkeit des Abgases;
- i) Berechnung der Druckverhältnisse im Schornstein.

3.3 Berechnungen

3.3.1 Statische Berechnungen

In der statischen Berechnung sind die Einwirkungen infolge Eigenlasten, Windlasten, Verkehrslasten, planmäßiger Unter- oder Überdruck und Wärmeeinwirkungen anzugeben. Sie muß gegebenenfalls weitere Angaben, z. B. über Schiefstellung des Bauwerks, Lasten aus Bauzuständen und Erdbeben enthalten.

Falls erforderlich, ist ein Baugrundgutachten beizufügen.

3.3.2 Wärmetechnische und strömungstechnische Berechnungen

Wärmetechnische und strömungstechnische Berechnungen sind nach Abschnitt 7.6 durchzuführen.

3.4 Zeichnungen

Hierzu gehören ergänzend zu DIN 1045:

- a) Übersichtszeichnungen mit Angaben über die Baustoffe und Bauarten sowie die Querschnittsformen aller wesentlichen Bauteile, die Anordnung der Steigänge und Bühnen, die Grenztemperaturen, für die das Bauwerk ausgelegt ist (siehe Abschnitt 7.6.1), die Ausnutzung der Erdauflast bei der Gründung (siehe Abschnitt 8.6) sowie die zulässige Belastung des Baugrundes. Bei Schornsteinen aus Stahlbeton ist anzugeben, ob der Schaft in Gleitschalung oder Kletter-schalung oder aus Betonformstücken errichtet wird.
- b) Ausführungszeichnungen mit allen erforderlichen Angaben über die Baustoffe.

4 Personal und Ausstattung der Unternehmen und Baustellen

Für Personal und Ausstattung der Unternehmen und Baustellen für Schornsteine aus Stahlbeton und Formstücke gilt DIN 1045; für gemauerte Schornsteine gilt DIN 1045 sinngemäß.

5 Baustoffe

5.1 Allgemeines

Bei der Materialauswahl sind die chemischen, thermischen und mechanischen Beanspruchungen zu berücksichtigen.

5.2 Tragwerk

5.2.1 Stahlbeton

Stahlbeton muß DIN 1045 und Stahlleichtbeton DIN 4219 Teil 1 entsprechen.

Es wird empfohlen, für den Schaft Beton der Festigkeitsklasse B 25 nach DIN 1045 zu verwenden.

5.2.2 Vergußbeton

Der Vergußbeton muß mindestens die gleiche Festigkeitsklasse wie der Beton des Formstückes haben, jedoch darf die nächsthöhere Festigkeitsklasse nicht überschritten werden. Er darf nicht steifer sein als der Konsistenzbereich K 3 nach DIN 1045, und das Größtkorn der Zuschläge darf nicht größer als 8 mm sein.

Es wird empfohlen, Fließbeton zu verwenden, der den „Richtlinien für die Herstellung und Verarbeitung von Fließbeton“ entsprechen muß.

5.2.3 Betonstahl

Betonstahl muß DIN 488 Teil 1 bis Teil 5 entsprechen.

5.2.4 Mauersteine

Es dürfen nur Steine der Formate DF, NF oder 2 DF nach DIN 105 Teil 1, Teil 3 oder Teil 4, DIN 106 Teil 2, DIN 398, Radialziegel nach DIN 1057 Teil 1 *) oder Formsteine aus Beton oder Leichtbeton nach DIN 4219 Teil 1 verwendet werden, sowie Ziegel des Formates 240 mm × 115 mm × 90 mm, die im übrigen DIN 105 Teil 1, Teil 3 oder Teil 4 entsprechen. Es gelten jedoch folgende Einschränkungen:

- a) Der Mittelwert der Druckfestigkeit muß mindestens 15 N/mm², der kleinste Einzelwert muß mindestens 12 N/mm² betragen.
- b) Die Rohdichteklasse muß mindestens 1,8 betragen; bei Leichtbeton muß die Rohdichte mindestens 1,4 kg/dm³ betragen.
- c) Die Steine müssen frostbeständig sein. Bei der Frostbeständigkeitsprüfung nach DIN 105 Teil 1 muß nach DIN 52 252 Teil 1 geprüft werden. Bei der Frostbeständigkeitsprüfung nach DIN 106 Teil 2 und DIN 398 dürfen nach der Befrostung keine optisch erkennbaren Schäden vorhanden sein.
- d) Es dürfen nur Vollsteine (Lochanteil ≤ 15 % der Lagerfläche) verwendet werden.
- e) Formsteine aus Leichtbeton müssen mindestens der Festigkeitsklasse LB 15 nach DIN 4219 Teil 1 oder der Festigkeitsklasse V 12 nach DIN 18 152 entsprechen.

5.2.5 Unbewehrte und bewehrte Formstücke

5.2.5.1 Allgemeines

Die Rohdichte muß mindestens 1,4 kg/dm³ betragen.

5.2.5.2 Unbewehrte Formstücke

Formstücke, die lediglich eine Transportbewehrung haben, gelten als unbewehrt.

5.2.5.3 Bewehrte Formstücke

Formstücke aus Stahlbeton sind nach DIN 1045, Formstücke aus Stahlleichtbeton nach DIN 4219 Teil 1 herzustellen. Sie sollen der Festigkeitsklasse B 25 nach DIN 1045 bzw. LB 25 nach DIN 4219 Teil 1 entsprechen.

5.2.6 Mörtel

5.2.6.1 Bestandteile

Zement muß DIN 1164 Teil 1, Baukalk DIN 1060 Teil 1 und Sand hinsichtlich seiner Zuschlagart DIN 4226 Teil 1 entsprechen.

*) Z. Z. Entwurf

5.2.6.2 Mörtelgruppe

Für den Schaft von Schornsteinen aus Mauersteinen, Formsteinen und unbewehrten Formstücken ist Mörtel der Mörtelgruppen II oder IIa nach DIN 1053 Teil 1 zu verwenden.

Der Mittelwert der Druckfestigkeit bei jeder Druckfestigkeitsprüfung sollte 8 N/mm² nicht überschreiten.

5.2.6.3 Mörtel für das Vermauern von bewehrten Formstücken

Der Mörtel für die horizontalen Fugen zwischen bewehrten Formstücken muß DIN 1045 entsprechen.

5.2.6.4 Mörtel für die Außenverfugung

Der Schaft ist außen mit Mörtel der Mörtelgruppe III nach DIN 1053 Teil 1 zu verfugen. In Bereichen erhöhter chemischer Beanspruchung, z.B. an der Mündung, ist die Verwendung geeigneter Kunstharz-Materialien zur Verfugung erforderlich.

Zusatzmittel, die die Haftung und Dichtheit verbessern, werden empfohlen.

5.3 Futter

5.3.1 Allgemeines

5.3.1.1 Anforderungen

Die Baustoffe für das Futter müssen für die chemischen, thermischen und mechanischen Beanspruchungen geeignet sein.

5.3.1.2 Mauersteine, Formsteine, Formstücke

Bei Abgastemperaturen im Betriebszustand bis 400 °C sind zulässig:

- Mauersteine nach Abschnitt 5.2.4, sofern der Mittelwert der Druckfestigkeit mindestens 25 N/mm² und ihre Rohdichte mindestens 1,9 kg/dm³ beträgt.
- Formsteine nach DIN 1057 Teil 2 *).
- Formstücke nach DIN 18 147 Teil 3, Ausgabe November 1982, Abschnitte 2 bis 13.
- Formstücke nach DIN 18 147 Teil 4, Ausgabe November 1982, Abschnitte 3 bis 12.
- Steine aus Moler- und Kieselgurerde dürfen nur verwendet werden, wenn sie eine Rohdichte von mindestens 0,8 kg/dm³, eine Druckfestigkeit von mindestens 8 N/mm² haben und wenn sich aus der Geschwindigkeit der Rauchgase und ihrem Staubgehalt keine Gefahr für den Abrieb ergibt.

Bei Abgastemperaturen im Betriebszustand über 400 °C ist die Eignung durch ein Prüfzeugnis einer unabhängigen Prüfstelle nachzuweisen.

5.3.1.3 Mörtel

Bei Mörtel für Futter soll kalksteinfreier Sand verwendet werden. Bei Temperaturen bis 300 °C sind zulässig:

- Mörtel der Mörtelgruppen II, IIa und III nach DIN 1053 Teil 1;
- Mörtel der Mörtelgruppe III nach DIN 1053 Teil 1 mit HS-Zement;
- Mörtel der Mörtelgruppe III nach DIN 1053 Teil 1 mit Tonerdeschmelzzement.

Die Widerstandsfähigkeit gegen Säureangriff nimmt im allgemeinen in der Reihenfolge der Aufzählungen a bis c zu.

Für Mörtel zum Vermauern von Futterformstücken aus Leichtbeton soll anstelle von Quarzsand der gleiche Zuschlagstoff wie für das Formstück, jedoch mit Korngrößen von 0 bis 2 mm verwendet werden.

Für Abgastemperaturen im Betriebszustand über 300 °C sind geeignete Mörtel, z. B. Tonerdeschmelzzement mit einem Zuschlagstoff auf Schamottebasis, oder geeignete Kitten zu verwenden.

5.3.1.4 Stahlbeton

Für das Futter aus Stahlbeton gilt Abschnitt 5.2.1.

5.3.1.5 Stahl

Für das Futter aus Stahl gilt DIN 4133.

5.3.1.6 Kitt

Es darf Wasserglaskitt und Kunstharzkitt verwendet werden.

Für säurebeständigen Wasserglaskitt gilt DIN 1057 Teil 3 *).

5.3.2 Baustoffe bei chemischer Beanspruchung

5.3.2.1 Bestimmung der chemischen Beanspruchung

Bei Gasen, die SO₃ enthalten, wird die chemische Beanspruchung nach Tabelle 1 als geringfügig, mittel, stark oder sehr stark, je nach Dauer der Säuretaupunktunterschreitung, eingestuft.

*) Z. Z. Entwurf

Tabelle 1. Chemische Beanspruchung für Abgase mit einem SO₃-Gehalt von 50 mg/m³

	1	2	3	4	5
	Ort der Säuretaupunktunterschreitung	Betriebsstunden je Jahr, in denen die maßgebende Temperatur unterhalb des Säuretaupunktes liegt			
		Chemische Beanspruchung			
		geringfügig	mittel	stark	sehr stark
1	Futteroberfläche	unter 20	20 bis 100	100 bis 2000	über 2000
2	Innerhalb des Futters oder innerhalb von Teilen des Schornsteins, die durch Futter geschützt sind	unter 50	50 bis 500	500 bis 2000	über 2000

Zeiten, in denen die Anlage außer Betrieb genommen wird, werden bei der Ermittlung der Betriebsstunden außer acht gelassen.

Bei anderen Werten der SO_3 -Konzentration ändern sich die in der Tabelle 1 angegebenen Betriebsstunden umgekehrt proportional dem SO_3 -Gehalt.

Falls der SO_3 -Gehalt nicht bekannt ist, ist mit einer 2%igen Umwandlung von SO_2 zu SO_3 zu rechnen.

Bei anderen Abgasen muß der Grad der chemischen Beanspruchung auf andere Weise bestimmt werden.

Im allgemeinen werden Baustoffe von trockenen Gasen chemisch nicht angegriffen, vielmehr nur beim Zusammentreffen von Feuchtigkeit und chemisch aggressiven Stoffen. Dies gilt jedoch nicht zum Beispiel für Fluorwasserstoff (HF) in Massenanteilen über 0,025 % oder ungefähr 300 mg/m³, ermittelt bei 20 °C und 1 bar, und für Chlorwasserstoff (HCl) in Massenanteilen über 0,1 % oder ungefähr 1200 mg/m³, ermittelt bei 20 °C und 1 bar. Bei diesen handelt es sich stets um starke oder sehr starke chemische Beanspruchung.

Chemische Angriffe können auch auftreten, wenn zum Beispiel trockene Abgase an der Schornsteinmündung durch atmosphärische Einflüsse feucht werden und innen oder außen auf den Schornstein einwirken, oder wenn sich die Abgase auf dem Weg zur Mündung oder beim Anfahren der Anlage so weit abkühlen, daß sich Kondensat bildet.

5.3.2.2 Geringfügige chemische Beanspruchung

Bei geringfügiger chemischer Beanspruchung nach Tabelle 1 sind Baustoffe zu verwenden, die mindestens den Anforderungen des Abschnittes 5.3.1 entsprechen.

5.3.2.3 Mittlere chemische Beanspruchung

Bei mittlerer chemischer Beanspruchung nach Tabelle 1 sind Baustoffe zu verwenden, die mindestens den Anforderungen nach DIN 1057 Teil 2 *), Steine des Typs S2, entsprechen.

Formstücke nach DIN 18 147 Teil 3 oder Teil 4 dürfen nicht verwendet werden, wenn die Abgase HCl in einer Konzentration von mehr als 500 mg/m³ oder wenn sie HF enthalten.

Bei mittlerer chemischer Beanspruchung dürfen nur Mörtel der Mörtelgruppe III nach DIN 1053 Teil 1 unter Verwendung von Hochofenzement, HS-Zement oder Traßzement nach DIN 1164 Teil 1 oder säurebeständige Wasserglaskitte nach DIN 1057 Teil 3 *) verwendet werden.

Es wird empfohlen, im Mündungsbereich bis zu einer Höhe des fünffachen Futterdurchmessers, von oben gemessen, HS-Zement nach DIN 1164 Teil 1 zu verwenden.

5.3.2.4 Starke und sehr starke chemische Beanspruchung

Bei starker und sehr starker chemischer Beanspruchung ist säurebeständiges Mauerwerk zu verwenden. Dabei sind bei starker chemischer Beanspruchung nach Tabelle 1 Steine aus einem Material entsprechend dem Typ S3,

bei sehr starker chemischer Beanspruchung jedoch Steine entsprechend dem Typ S4 nach DIN 1057 Teil 2 *) zu verwenden.

Je nach der Art der chemisch angreifenden Stoffe und der Abgastemperatur muß Wasserglaskitt oder Kunstharzkitt verwendet werden.

Bei der Auswahl der Kitte sind auch deren Dichtheit, Haftfestigkeit, Raumbeständigkeit und Fließen unter Druck und Temperatur zu berücksichtigen.

Die Auswahl der Wasserglasart (Natrium, Kalium) richtet sich nach der chemischen Beanspruchung.

5.4 Dämmstoffe

Die Dämmstoffe und deren Stütz- und Befestigungselemente müssen entsprechend der thermischen, statischen und chemischen Beanspruchung ausgewählt werden. Sie müssen strukturfest und nichtbrennbar (Baustoffklasse A1 nach DIN 4102 Teil 1) sein. Sie müssen unter dem Einfluß von Wärme, Kälte, Alterung und auch nach vorübergehender Durchfeuchtung genügend formbeständig und funktionsfähig bleiben. Die Dämmstoffe dürfen keine schädigenden Einflüsse auf andere Baustoffe ausüben. Die Wärmeleitfähigkeit der Dämmstoffe ist durch ein Prüfzeugnis einer unabhängigen Prüfstelle nachzuweisen.

5.5 Metalle

Stahl für Futterabstützungen, Bühnen, Ausrüstungsteile nach Abschnitt 10.9 und Blitzschutzanlagen muß DIN 17 100, DIN 17 200 oder DIN 17 440 entsprechen. Er muß nach DIN 50 976 feuerverzinkt werden, sofern kein weitergehender Schutz erforderlich ist.

Im äußeren Mündungsbereich, mindestens bis zur Höhe des fünffachen Außendurchmessers, sowie an Stellen, an denen ebenfalls stärkere Korrosion zu erwarten ist, sind nichtrostende Stähle nach DIN 17 440, durch Säureschutzüberzüge nach Abschnitt 5.6 geschützte Stähle oder andere geeignete Metalle zu verwenden. Für Verankerungselemente¹⁾ der Schornsteinausrüstungen sind nichtrostende Stähle nach DIN 17 440 zu verwenden.

Für Mündungsabdeckungen darf auch Gußeisen nach DIN 1691 oder nichtrostender Stahlguß nach DIN 17 445 eingesetzt werden.

5.6 Schutzschichten

5.6.1 Allgemeines

Schutzschichten müssen für den vorgesehenen Verwendungszweck chemisch und thermisch beständig, flüssigkeitsdicht, ausreichend diffusionsdicht und ausreichend alterungsbeständig sein.

Schutzschichten werden nach ihrer Dicke wie folgt unterschieden:

- a) Dünnbeschichtungen (Dicke $\leq 0,8$ mm),
- b) Dickbeschichtungen (Dicke $> 0,8$ mm).

Stoffe für Schutzschichten siehe VDI 2536.

5.6.2 Dünnbeschichtungen

Dünnbeschichtungen sollen als alleiniger Schutz nur da angewandt werden, wo sie überwacht und erneuert werden können.

*) Z. Z. Entwurf

1) Dübel bedürfen nach den bauaufsichtlichen Vorschriften eines Nachweises der Brauchbarkeit, z.B. einer bauaufsichtlichen Zulassung des Institutes für Bautechnik in Berlin.

5.6.3 Dickbeschichtungen

Dickbeschichtungen können aus bituminösen oder kautschukartigen Stoffen, Kunststoffen oder Metallen hergestellt werden.

6 Nachweis der Güte der Baustoffe

6.1 Allgemeines

Bei jeder Lieferung ist durch Augenschein zu prüfen, ob die Baustoffe und die Angaben auf der Verpackung oder auf dem Lieferschein mit den bautechnischen Unterlagen übereinstimmen. Weiterhin ist, falls erforderlich, zu prüfen, ob eine Überwachung stattgefunden hat.

6.2 Eignungs- und Güteprüfungen

6.2.1 Allgemeines

Durch Eignungsprüfungen ist vor Beginn der Bauarbeiten festzustellen, welche Zusammensetzung der Beton oder das Mauerwerk haben muß, damit die geforderten Eigenschaften sicher erreicht werden. Durch Güteprüfungen ist nachzuweisen, daß der für den Einbau verwendete Beton oder das Mauerwerk die geforderten Eigenschaften haben.

6.2.2 Beton

Für die Eignungs- und Güteprüfungen gilt DIN 1045. Abweichend davon muß für die Güteprüfung je 30 m Schornsteinhöhe eine Serie von 3 Probekörpern angefertigt werden.

6.2.3 Leichtbeton

Für die Eignungs- und Güteprüfungen von Leichtbeton gilt DIN 4219 Teil 1, Ausgabe Dezember 1979, Abschnitt 6, sinngemäß. Für die Eignungs- und Güteprüfungen von Formstücken aus Leichtbeton für das Futter gilt DIN 18 147 Teil 3.

6.2.4 Formstücke aus keramisch gebundenem Material

Es gilt DIN 18 147 Teil 4.

6.2.5 Mörtel

Für Eignungsprüfungen gilt DIN 1053 Teil 1.

Güteprüfungen sind nach DIN 1053 Teil 1 vorzunehmen. Abweichend hiervon sind je 50 m Schornsteinhöhe aus einer Mischung 3 Probekörper herzustellen. Für die Druckfestigkeit gilt das Mittel aus 6 Probenhälften.

7 Lastannahmen

7.1 Allgemeines

Bei der Berechnung von Schornsteinen sind folgende Einwirkungen zu berücksichtigen:

- Eigenlast
- Verkehrslast
- Windlast
- planmäßiger Unter- oder Überdruck
- Wärmeeinwirkungen
- Schiefstellung des Bauwerks
- Lasten aus Bauzuständen
- Erdbeben

7.2 Eigenlast

Eigenlasten für Tragwerk und Einbauten sind nach Tabelle 2 oder, falls dort keine Werte angegeben sind,

nach DIN 1055 Teil 1 oder Teil 2 zu ermitteln. Werden Baustoffe verwendet, die weder in Tabelle 2 noch in DIN 1055 Teil 1 oder Teil 2 enthalten sind, sind deren tatsächliche Wichten zu nehmen.

7.3 Verkehrslast

Die Verkehrslasten für die Bemessung der Bühnen sind mit 2 kN/m^2 anzunehmen, sofern sich aus den tatsächlichen Gegebenheiten nicht höhere Lasten ergeben.

Diese Verkehrslasten brauchen bei der Bemessung des Tragwerks nicht berücksichtigt zu werden.

7.4 Windlast

Die Windlast ist nach dem in Anhang A angegebenen Verfahren zu berechnen.

7.5 Planmäßiger Unter- und Überdruck

Der Unter- und Überdruck unter planmäßigen Betriebsbedingungen ist nachzuweisen. Dabei sind Auftrieb, Reibung, besondere Strömungswiderstände, Beschleunigungsverluste und Mischungsvorgänge zu berücksichtigen. Dies kann mit Hilfe von Bemessungstabellen oder nach DIN 4705 Teil 1 geschehen.

7.6 Wärmeeinwirkung

7.6.1 Allgemeines

Die Temperaturen im Futter, in den Wärmedämmschichten und im Schaft sind zu ermitteln.

Ist der Zwischenraum zwischen Schaft und Futter belüftet, muß die Wirksamkeit dieser Belüftung durch eine strömungs- und wärmetechnische Berechnung nachgewiesen werden.

Die Wärmebeanspruchung ist mit den maximalen Abgastemperaturen und einer Außentemperatur von -10°C zu ermitteln. Für den Nachweis der Wärmebeständigkeit der Baustoffe ist eine Außentemperatur von $+30^\circ\text{C}$ anzunehmen.

Der Temperaturabfall der Abgase bis zur Mündung ist zu berechnen, z. B. nach DIN 4705 Teil 1.

Temperaturdifferenzen infolge ungleichmäßiger Durchströmung des Futterrohres sind zu beachten, siehe Abschnitt 10.3.1.7, vorletzter Absatz.

Zur Berücksichtigung unterschiedlicher klimatischer Verhältnisse ist mindestens mit einem Temperaturgefälle innerhalb der Schaftwand von innen nach außen und umgekehrt von 15 K zu rechnen. Dieses Temperaturgefälle ist gleichmäßig über den Umfang verteilt anzunehmen.

Bei einem Verhältnis des Innendurchmessers zur Wanddicke von mehr als 10 dürfen die Temperaturen vereinfachend nach DIN 4108 Teil 5 wie bei ebenen Wänden berechnet werden.

Verformungen der Schornsteinachse aus Sonneneinstrahlung brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

Bei gemauertem Futter und schnellem Temperaturwechsel treten zusätzliche Spannungen aus instationärem Wärmefluß auf. Sie können zu Druck- und Zugspannungen auf der Außen- und auf der Innenseite des Futters führen.

7.6.2 Wärmeleitfähigkeit

Wenn kein genauer Nachweis geführt wird, sind die Werte nach Tabelle 2 und für dort nicht angegebene Baustoffe die Werte nach DIN 4705 Teil 1 einzusetzen.

Tabelle 2. Berechnungsgrößen für Baustoffe

	1	2	3	4	5
	Baustoffe	Rohdichte ρ kg/dm ³	Elastizitäts- modul E MN/m ²	Wärmeleit- fähigkeit λ W/(m · K)	Wärmedehn- koeffizient $10^6 \alpha_T$ 1/K
1	Beton, Stahlbeton	2,5	siehe DIN 1045	2,1	10
2	Betonformstein	2,4	nach Angabe des Herstellers	2,1	10
3	Ziegelmauerwerk in Mörtelgruppe II, IIa oder III	1,8 **) 2,0 **) 2,2 **)	1000 β_M	0,8 1,0 1,0	6
4	Kalksandsteinmauerwerk in Mörtelgruppe II oder IIa	1,8 **) 2,0 **) 2,2 **)	500 β_M	1,0 1,1 1,1	8
5	Hüttensteinmauerwerk in Mörtelgruppe II oder IIa	1,8 **) 2,0 **)	500 β_M	0,7 0,8	10
6	Säurebeständiges Mauerwerk in säurebeständigem Wasserglaskitt nach DIN 1057 Teil 3 *)	2,1	15 000	1,2	6
7	Formstück DIN 18 147 – IS (Schamotte)	1,9	12 000	0,9	6
8	Mauerwerk aus Kieselgursteinen	0,8	nach Angabe des Herstellers	0,2	3
9	Leichtbeton LB 15	1,8	10 000	0,9	7
10	Leichtbeton LB 25	2,0	17 000	1,2	8
11	Formstück DIN 18 147 – ILB 8 (Leichtbeton)	1,7	6 000	0,7	7
12	Formstück DIN 18 147 – ILB 12 (Leichtbeton)	1,7	8 000	0,9	7
β_M ist die Nennfestigkeit der zugehörigen Mauerwerksfestigkeitsklasse (siehe Tabelle 3). *) Z. Z. Entwurf **) Rohdichteklasse der Steine					

7.6.3 Wärmeübergangskoeffizienten

7.6.3.1 Wärmedurchgangsberechnung

Die Wärmedurchgangsberechnungen dürfen vereinfachend mit folgenden Wärmeübergangskoeffizienten durchgeführt werden:

a) Für die Futterinnenseite

$$\alpha_i = 8 + v \text{ in W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Dabei ist v die mittlere Abgasgeschwindigkeit in m/s.

b) Für die Schaftaußenflächen

$$\alpha_{aa} = 24 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

c) Für die Schaftinnenflächen und für die Futteraußenflächen bei belüftetem Zwischenraum

$$\alpha_{ai} = 8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

d) Für den nicht belüfteten Raum zwischen Futter und Schaft, einschließlich der Wärmeleitung der Luftschicht, bei Temperaturen an der Futteraußenfläche von über 80 °C

$$\alpha_z = 20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

bei Temperaturen bis zu 80 °C

$$\alpha_z = 12 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

7.6.3.2 Wärmebeständigkeit der Baustoffe

Soll die Wärmebeständigkeit der Baustoffe, insbesondere der Beschichtungsstoffe, nachgewiesen werden, ist mit einem Wert

$$\alpha_{aa} = 6 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

zu rechnen.