

DAS MISCHUNGSVERHÄLTNIS
VON KALK ZU SAND
BEI KALKSANDSTEINEN IST

1:12

1. Einleitung

Kalksandsteine sind Mauersteine, die aus den natürlichen Rohstoffen Kalk, kiesel-säurehaltigen Zuschlägen (Sand) und Wasser hergestellt, nach intensivem Mischen verdichtet, geformt und unter Dampfdruck gehärtet werden (Bild 1). Für die Zuschläge sollen Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 verwendet werden. Die Verwendung von Gesteinskörnungen nach DIN EN 13055-1 ist, mit Ausnahme von Blähglas und Kesselsand, zulässig, soweit hierdurch

die Eigenschaften der Kalksandsteine nicht ungünstig beeinflusst werden.

Kalksandsteine werden für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk vorwiegend für die Erstellung von Außen- und Innenwänden verwendet. Für tragende und nicht tragende Außenwände sowie für tragende Innenwände gilt in Deutschland DIN EN 1996/NA, für nicht tragende Innenwände DIN 4103-1 [1].

2. Herstellung

Die wesentlichen Stationen der KS-Produktion sind (Bild 1):

1 Kalk und Sand aus den heimischen Abbaustätten werden im Werk in Silos ge-

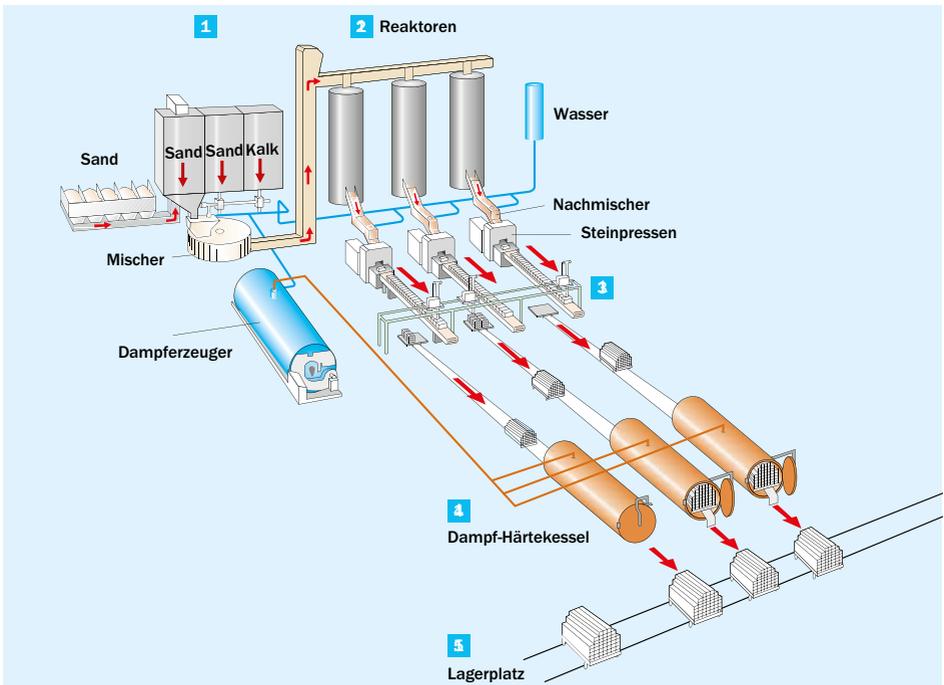


Bild 1 Die Herstellung von Kalksandstein

lagert. Die Rohstoffe werden im Mischungsverhältnis Kalk : Sand = 1 : 12 nach Gewicht dosiert, intensiv miteinander gemischt und über eine Förderanlage in Reaktoren geleitet.

2 Hier löscht der Brannkalk unter Zugabe von Wasser zu Kalkhydrat ab. Gegebenenfalls wird das Mischgut dann im Nachmischer auf Pressfeuchte gebracht.

3 Mit vollautomatisch arbeitenden Pressen werden die Steinrohlinge geformt und auf Härtewagen gestapelt.

4 Es folgt dann das Härten der Rohlinge unter geringem Energieaufwand bei Temperaturen von ca. 200 °C unter Wasserdampf-Sättigungsdruck, je nach Steinformat etwa vier bis zwölf Stunden. Der Vorgang ist von der Natur abgeschaut. Beim Härtevorgang wird durch die heiße Wasserdampf-atmosphäre Kieselsäure von der Oberfläche der Quarzsandkörner angelöst. Die Kieselsäure bildet mit dem Bindemittel Kalkhydrat kristalline Bindemittelphasen – die CSH-Phasen –, die auf die Sandkörner aufwachsen

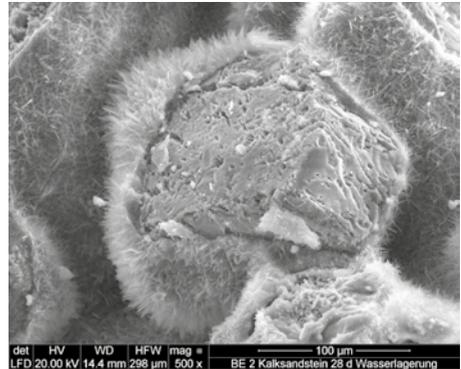
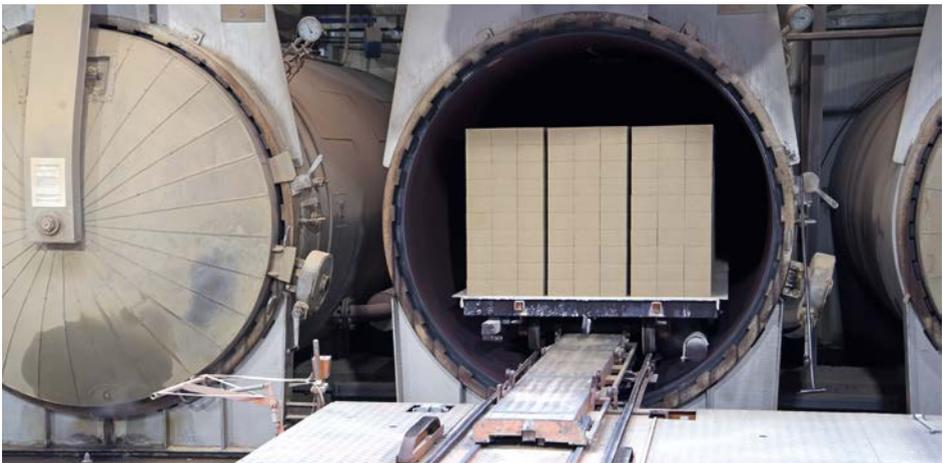


Bild 2 Raster-Elektronen-Mikroskopaufnahme (REM) von Kalksandsteinen: Sandkorn mit CSH-Phasen

und diese fest miteinander verzahnen (Bild 2). Die beim Herstellungsprozess gebildeten Strukturen aus Kalk, Sand und Wasser sind dafür verantwortlich, dass der Kalksandstein ein festes Gefüge hat. Es entstehen keine Schadstoffe.

5 Nach dem Härten und Abkühlen sind die Kalksandsteine gebrauchsfertig, eine werkseitige Vorlagerung ist nicht erforderlich.



3. Mauersteine

Von der Kalksandsteinindustrie wird eine Vielzahl an Formaten für die Handvermauerung und für das Mauern mit Versetzgerät angeboten. Das KS-Bausystem umfasst neben den Steinformaten für die Erstellung von Mauerwerk nach DIN EN 1996/NA auch Bauteile zur Systemergänzung sowie Sonderprodukte.

Die KS-Palette zur Herstellung von tragenden und nicht tragenden Wänden reicht von traditionellen, kleinformatischen Kalksandsteinen zur Handvermauerung über mittelformatige Voll- und Lochsteine bis zu großformatigen Elementen mit Nut-Feder-System zum maschinellen Versetzen.

Mit KS-Bauplatten werden schlanke nicht tragende Wände hergestellt. Besonders wirtschaftlich sind zudem KS-Plansteine und KS-Planelemente, die mit Dünnbettmörtel verarbeitet werden. KS-E-Steine ermöglichen – auch nachträglich – die Verlegung von Elektroinstallation ohne Schlitzen und Fräsen. Steine zur Erstellung von Sichtmauerwerk runden die Palette ab.

INFO

Das Steinformat wird in der Regel als Vielfaches vom Dünnformat (DF) angegeben. Bei KS-R P-Steinen ist zusätzlich die gewünschte Wanddicke hinter dem Formatkürzzeichen anzugeben.

Alle Kalksandsteine sind nach DIN EN 771-2 mit dem CE-Kennzeichen versehen. Anhand der in der Leistungserklärung deklarierten wesentlichen Merkmale werden die Steine nach DIN 20000-402 für die Verwendung in Deutschland eingestuft und bezeichnet.

3.1 Steinarten

Kalksandsteine werden in verschiedenen Eigenschaften für unterschiedliche Anwendungsbereiche angeboten. Bei der Unterscheidung der Steinarten sind verschiedene Kriterien zu unterscheiden:

- Lochanteil bezogen auf die Lagerfläche (Vollsteine/Lochsteine)
- Stegdickensumme (Lochsteine)
- Anordnung und Ausbildung von Griffhilfen, Grifflöchern und Hantierlöchern
- Anordnung und Ausgestaltung von Lochbildern (Lochreihenanzahl, Stegdicken, Lochdurchmesser)
- Stoßfugenausbildung (Nut-Feder-System)
- Kantenausbildung (Fasensteine)

Tafel 1 Übliche Steindruckfestigkeitsklassen (SFK) von Kalksandstein

Steindruckfestigkeitsklasse ¹⁾	10 ²⁾	12	16 ²⁾	20	28 ²⁾
Mittlere Mindestdruckfestigkeit f_{st} [N/mm ²]	12,5	15,0	20,0	25,0	35,0

¹⁾ Entspricht auch dem kleinsten zulässigen Einzelwert bei einer Prüfung ²⁾ Nur auf Anfrage regional lieferbar

Tafel 2 Wichtige Steinarten und -bezeichnungen nach DIN 20000-402

		Schicht- höhe [cm]	
a) Kalksandsteine: Lochanteil $\leq 15\%$ der Lagerfläche			
KS -R-Block- steine	$> 12,5$ ≤ 25		Für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk in Normalmauermörtel versetzt
			Wie Zeile 1, zusätzlich mit Nut-Feder-System an den Stirnseiten; Stoßfugenvermörtelung kann daher im Regelfall entfallen
KS-Plansteine KS -R-Plan- steine			Wie Zeile 2, aufgrund höherer Anforderungen an die Abmaßklasse (Toleranzen) zum Versetzen in Dünnbettmörtel geeignet
			Wie Zeile 3, jedoch mit beidseitig umlaufender Fase an der Sichtseite von ca. 4 bis 7 mm
KS XL-Raster- elemente ¹⁾	≥ 50 $\leq 62,5$		Wie Zeile 3; Lieferung von Regelementen der Länge 498 mm sowie Ergänzungselementen der Längen 373 mm und 248 mm
KS XL-Plan- elemente ¹⁾	≥ 50 ≤ 65		Wie Zeile 3; Lieferung von werkseitig vorkonfektionierten Wandbausätzen mit Regelementen der Länge 998 mm
KS XL-E-Plan- elemente			Wie Zeile 5, jedoch mit durchgehenden Installationskanälen (KS -E-Steine)
b) Kalksandsteine: Lochanteil $> 15\%$ der Lagerfläche			
KS -R-Hohl- blocksteine	$\leq 12,5$ $> 12,5$ ≤ 25		Für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk in Normalmauermörtel versetzt
			Wie Zeile 8, zusätzlich mit Nut-Feder-System an den Stirnseiten; Stoßfugenvermörtelung kann daher im Regelfall entfallen
KS-Plansteine KS -R-Plan- steine	≤ 25		Wie Zeile 9, aufgrund höherer Anforderungen an die Abmaßklasse (Toleranzen) zum Versetzen in Dünnbettmörtel
c) Frostwiderstandsfähige Kalksandsteine²⁾			
KS-Vormauer- steine	≤ 25 ≤ 25		Kalksandsteine mindestens der Steindruckfestigkeitsklasse 10, die frostwiderstandsfähig sind (mindestens Frostwiderstandklasse F1)
			Kalksandsteine mindestens der Steindruckfestigkeitsklasse 16 mit höheren Anforderungen an die Abmaßklasse (Toleranzen) als Zeile 11 und erhöhter Frostwiderstandsfähigkeit (mindestens Frostwiderstandklasse F2)
¹⁾ Im Markt sind unterschiedliche Marken bekannt.			
²⁾ KS-Verblender werden regional auch als bossierte Steine oder mit bruchrauer Oberfläche angeboten. Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.			

3.2 Steindruckfestigkeitsklassen (SFK)

Die Steindruckfestigkeit wird in N/mm^2 angegeben. Kalksandsteine sind in den Steindruckfestigkeitsklassen 4 bis 60 genormt. In der Praxis werden im Wesentlichen die Steindruckfestigkeitsklassen 12 und 20 hergestellt.

Zu berücksichtigen sind die Anforderungen an die Steindruckfestigkeit der Kalksandsteine bei Steinen nach DIN EN 772-1 in Verbindung mit DIN 20000-402:

- KS-Vormauersteine: ≥ 10
- KS-Verblender: ≥ 16

INFO

Nach DIN EN 772-1 in Verbindung mit DIN 20000-402 wird zwischen KS-Vormauersteinen und KS-Verblendern unterschieden. Aus Gründen der Vereinfachung wird in diesem Buch nur der Begriff „KS-Verblender“ verwendet.

Bei der Prüfung und Güteüberwachung müssen die Steine für die Zuordnung in eine Steindruckfestigkeitsklasse zwei Anforderungen erfüllen: die Anforderung an den Mittelwert und die Anforderung an den Einzelwert (Tafel 1). Die Prüfung erfolgt an sechs Probekörpern.

3.3 Steinrohdichteklassen (RDK)

Die Steinrohdichte wird in kg/dm^3 angegeben. Das Steinvolumen wird einschließlich etwaiger Lochungen und Grifföffnungen ermittelt. Die Steinrohdichte wird auf den bis zur Massenkonzanz bei 105 °C getrockneten Stein bezogen.

Voll- und Blocksteine sind dabei den Rohdichteklassen $\geq 1,6$ zuzuordnen, Loch- und Hohlblocksteinen den Rohdichteklassen $\leq 1,6$. Ob Steine der Rohdichteklasse 1,6 zu den Voll- oder Lochsteinen zu zählen sind, ist abhängig vom prozentualen Lochanteil der Steine. In der Praxis werden im Wesentlichen die Rohdichteklassen 1,4 bis 2,2 hergestellt.

3.4 Formate

Die Kalksandsteinindustrie bietet für jeden Anwendungsfall das richtige Steinformat an. Alle Steinformate entsprechen den Anforderungen in DIN 20000-402 sowie DIN 4172 „Maßordnung im Hochbau“ [2]. Sie werden in der Regel als Vielfaches vom Dünnformat (DF) angegeben (Ausnahme: NF = Normalformat).

INFO

Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Tafel 3 Übliche Rohdichteklassen (RDK) von Kalksandstein

Rohdichteklasse	1,2 ¹⁾	1,4	1,6 ¹⁾	1,8	2,0	2,2
Klassengrenzen [kg/dm^3]	1,01 bis 1,20	1,21 bis 1,40	1,41 bis 1,60	1,61 bis 1,80	1,81 bis 2,00	2,01 bis 2,20
¹⁾ Nur auf Anfrage regional lieferbar						

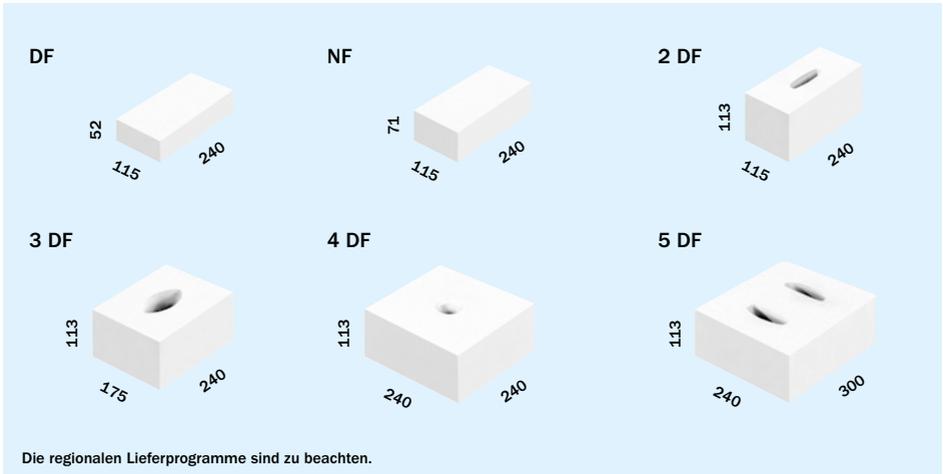


Bild 3 Beispiele von KS-Steinen zur Verarbeitung mit Normalmauermörtel

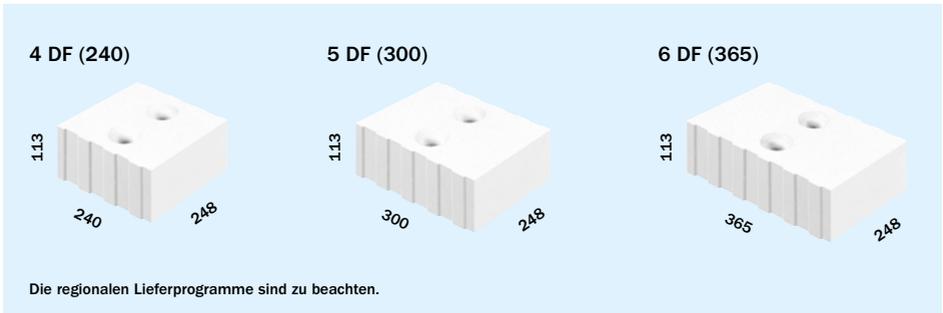


Bild 4 Beispiele von KS-R-Steinen ($h = 113$ mm), zur Verarbeitung mit Normalmauermörtel

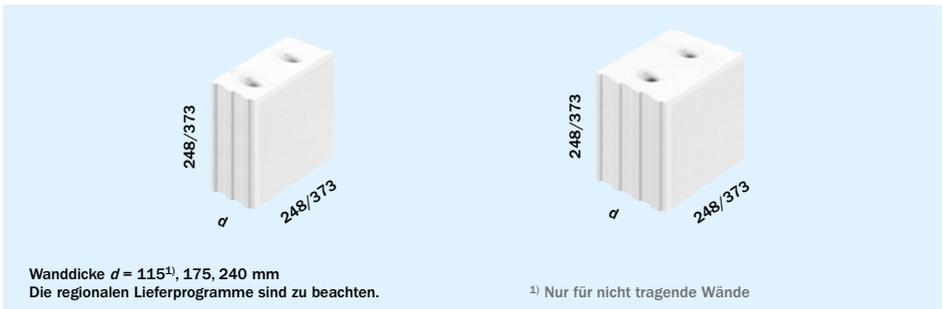


Bild 5 Beispiele von KS-Fasensteinen, zur Verarbeitung mit Dünnbettmörtel

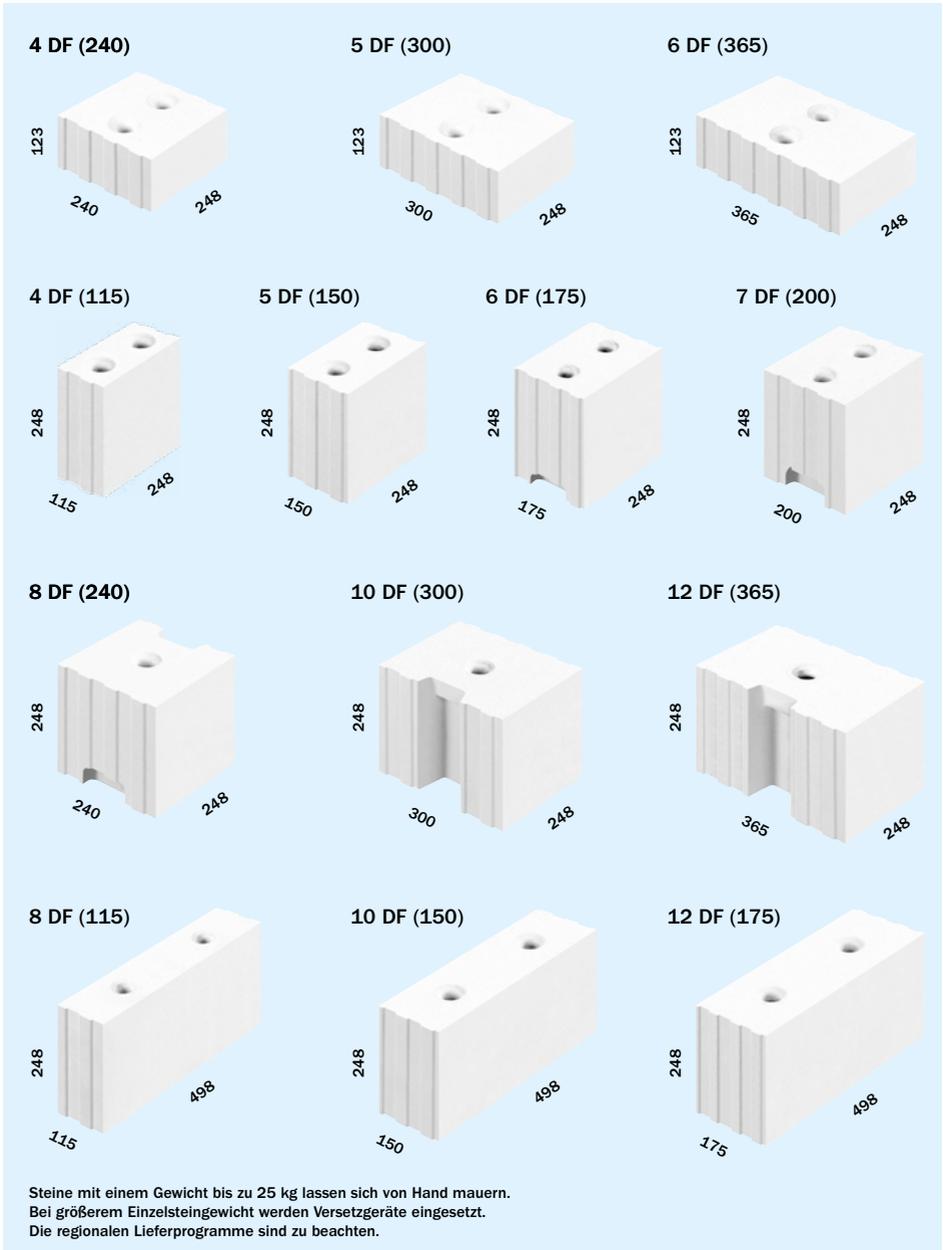
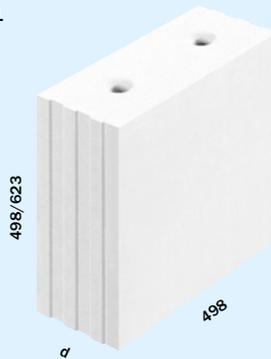


Bild 6 Beispiele von KS -R-Plansteinen ($h = 123$ mm bzw. 248 mm), zur Verarbeitung mit Dünnett Mörtel

Regelement

1/1



Ergänzungselemente

3/4



1/2



$d = 100^{1)}$, 115, 150, 175, 200, 240, 300, 365 mm
Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.
Im Markt sind unterschiedliche Marken bekannt.

¹⁾ Nur für nicht tragende Wände

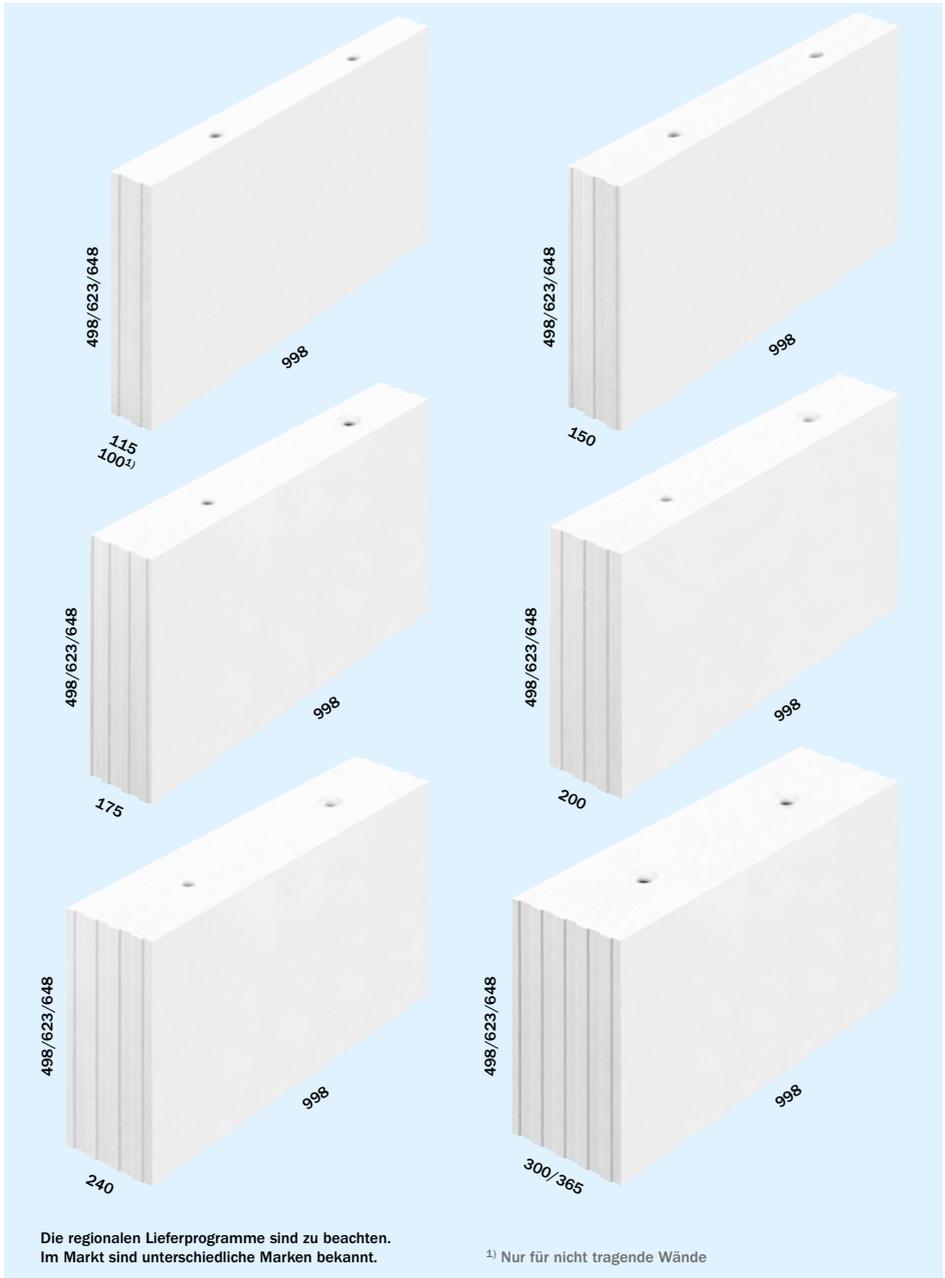


Bild 8 Beispiele von KS XL-Planelementen, zur Verarbeitung mit Dünnbettmörtel

Tafel 4 Grenzabmaße von Kalksandsteinen

Maße	KS und KS -R	KS -R P und KS XL	KS Vb ¹⁾
Abmaßklasse	T1	T3	Tm
Steinlänge und -breite			
Mittelwerte	Soll ± 2 mm	Soll ± 2 mm	Soll ± 1 mm
Einzelwerte	Mittel ± 2 mm	Soll ± 3 mm	Mittel ± 1 mm
Steinhöhe			
Mittelwerte	Soll ± 2 mm	Soll –	Soll ± 2 mm
Einzelwerte	Mittel ± 2 mm	Soll $\pm 1,0$ mm	Mittel ± 2 mm
Ebenheit und Planparallelität	–	1,0 mm	–

¹⁾ KS-Verblender mit strukturierter Oberfläche haben eine oder zwei bossierte bzw. bruchraue Sichtflächen. Die Anforderungen an die Grenzabmaße gelten nicht für die Richtung senkrecht zur strukturierten Oberfläche.

3.5 Grenzabmaße (Toleranzen)

Kalksandsteine sind durch das Herstellverfahren sehr maßgenau. Die in der Leistungserklärung deklarierte Abmaßklasse nach DIN EN 771-2 muss gemäß DIN 20000-402 für die Verwendung mit Dünnbettmörtel mindestens T3 und für die Verwendung mit Normal- oder Leichtmauermörtel mindestens T1 entsprechen (Tafel 4). Für KS-Verblender sind die Grenzabmaße der Klasse Tm in DIN 20000-402 angegeben.

3.6 Frostwiderstand

Kalksandsteine für ungeschütztes Mauerwerk, die der Witterung ausgesetzt sind (z.B. in der Verblendschale von zweischaligem Mauerwerk), müssen frostwiderstandsfähig sein. Die Einstufung in Vormauersteine und Verblender erfolgt nach DIN 20000-402. Bei KS-Vormauersteinen (Vm) muss mindestens die Frostwiderstandsklasse F1 und bei KS-Verblendern

(Vb) mindestens die Frostwiderstandsklasse F2 deklariert sein. Dies entspricht einer extremen Beanspruchung von 25 bzw. 50 Frost-Tau-Wechseln, wobei die Temperatur im Verlauf der Prüfung zwischen -15 °C und $+20$ °C wechselt. Zudem müssen KS-Vm mindestens die Steindruckfestigkeitsklasse 10 und KS-Vb mindestens die Steindruckfestigkeitsklasse 16 aufweisen.

INFO

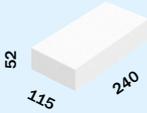
Die Frostwiderstandsklasse wird in der Leistungserklärung gemäß DIN EN 771-2 nur bei Kalksandsteinen für ungeschütztes Mauerwerk deklariert.

3.7 Brandverhalten

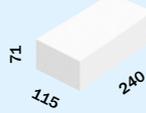
Kalksandsteine nach DIN 20000-402 entsprechen der Brandverhaltensklasse A1 (nichtbrennbar) und werden entsprechend deklariert.

KS-Verblender, glatt

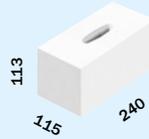
DF



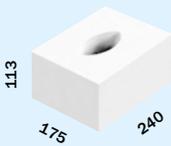
NF



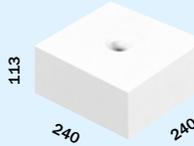
2 DF



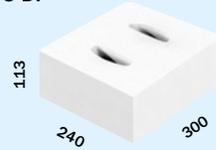
3 DF



4 DF

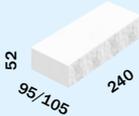


5 DF

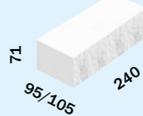


KS-Verblender, bruchrau

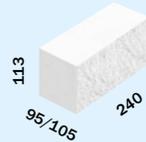
DF



NF

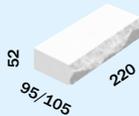


2 DF

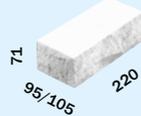


KS-Verblender, bossiert

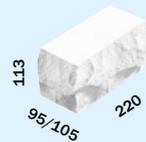
DF



NF



2 DF



Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Bild 9 Beispiele von KS-Produkten für Sicht- und Verblendmauerwerk, zur Verarbeitung mit Normalmauermörtel

4. KS-Produkte ausschließlich für nicht tragende Wände

Für nicht tragende innere Trennwände nach DIN 4103-1 [1] können neben KS XL auch KS-Bauplatten eingesetzt werden. KS-Bauplatten sind Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 und DIN 20000-402 mit einer Dicke

≤ 100 mm, die mit einem umlaufenden Nut-Feder-System ausgebildet sein können. Die Stoßfugen der KS XL-RE und KS XL-PE der Dicke 100 mm sowie die der KS-Bauplatten werden in der Regel vermörtelt.

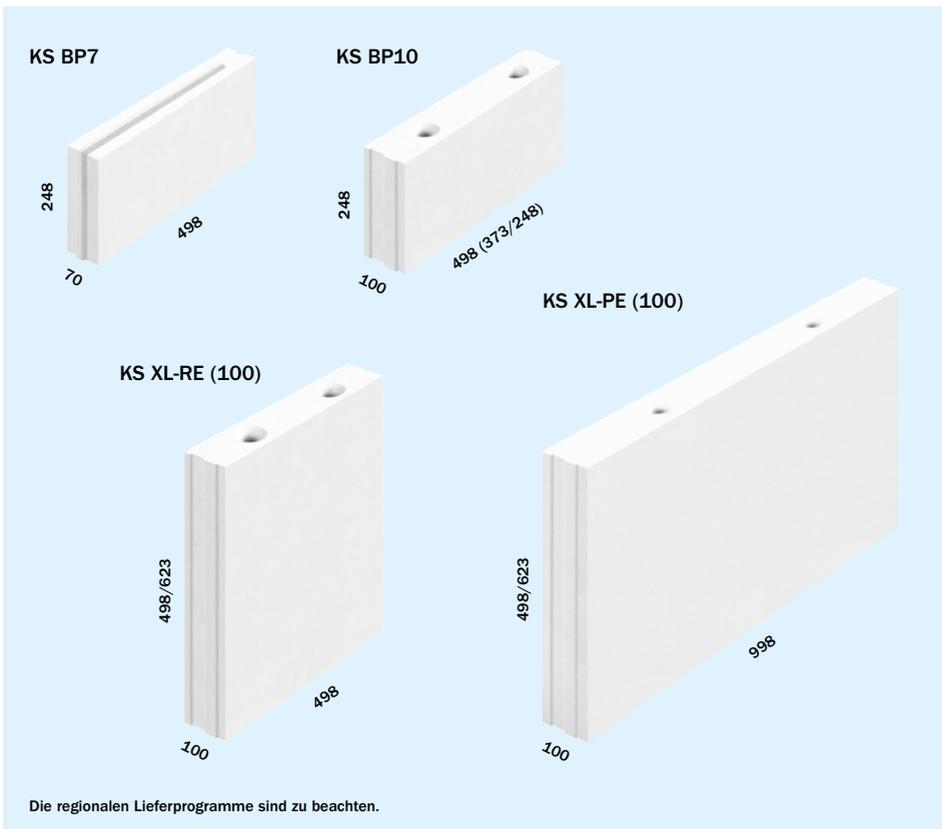


Bild 10 KS-Produkte für nicht tragende Wände nach DIN 4103

5. Bauteile zur Systemergänzung

Die Bauteile zur Systemergänzung runden das Lieferprogramm ab und ermöglichen somit die Erstellung von Wänden aus einem Baustoff.

5.1 KS-Kimmsteine/ KS-Wärmedämmsteine

KS-Kimmsteine sind Ergänzungssteine nach DIN EN 771-2 und DIN 20000-402, die in unterschiedlichen Höhen zum Höhenausgleich am Wandfuß bzw. am Wandkopf eingesetzt werden (Bild 11).

KS-Wärmedämmsteine sind wärmetechnisch optimierte Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 und DIN 20000-402, die unter Verwendung eines natürlichen Leichtzuschlags hergestellt werden. Sie werden in der Regel als Vollstein in der Steindruckfestigkeitsklasse ≤ 20 und einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 0,33$ W/(m·K) angeboten, regional auch mit anderen Steineigenschaften. Die verbes-

serten wärmeschutztechnischen Kennwerte werden laufend von unabhängigen Prüfstellen überwacht (Bild 11).

KS-Wärmedämmsteine werden an geometrisch bedingten Wärmebrücken wie z.B. Wandfußpunkten von Außen- und Innenwänden über nicht beheizten Kellern, Fundamentplatten oder belüfteten Kriechkellern eingesetzt.

5.2 KS-Stürze

Als vorgefertigte Bauteile zur Öffnungsüberdeckung werden vorgefertigte KS-Stürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung angeboten (Bild 12).

Es wird unterschieden zwischen *KS-Flachstürzen* ($h \leq 12,5$ cm), deren Druckzone (Übermauerung) auf der Baustelle hergestellt wird, und *KS-Fertigteilstürzen* ($h > 12,5$ cm) (Bild 13).

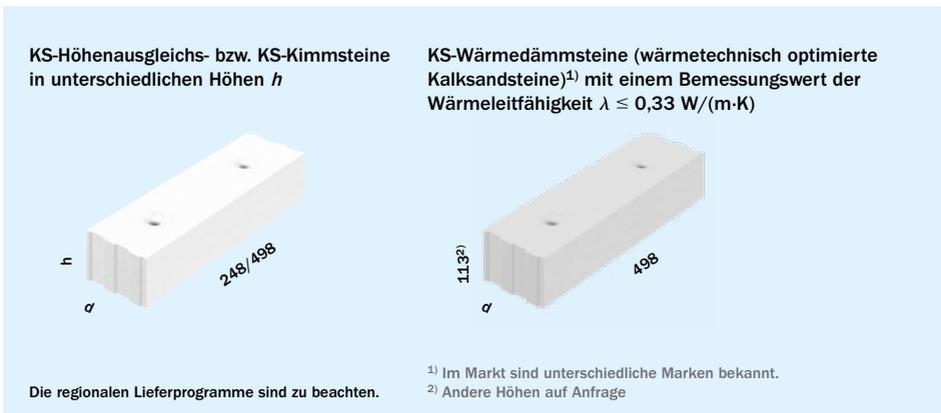
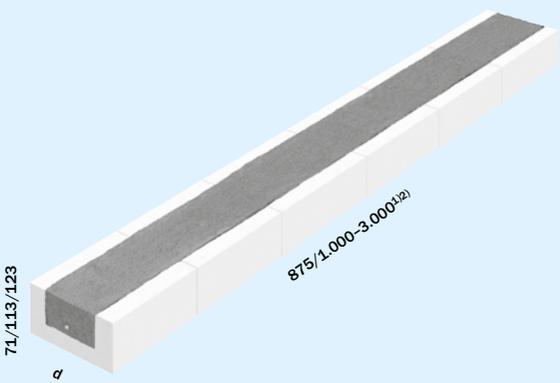


Bild 11 KS-Kimmsteine und KS-Wärmedämmsteine

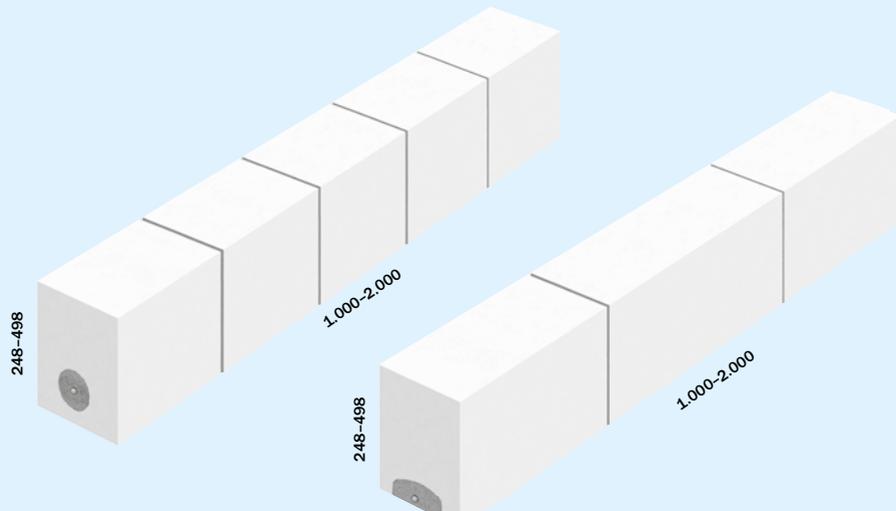


Sturzbreite <i>d</i> = [mm]	Sturzhöhe [mm]	Nennlänge [mm]
115 175	71	1.000 bis 3.000 ¹⁾
115 150 175 200 240	113	
100 ^{3)*)} 115 150 175 200 240	123	

Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

¹⁾ Abgestuft in 250 mm-Schritten
²⁾ Abgestuft in 125 mm-Schritten
³⁾ Nur für nicht tragende Wände
^{*)} Auf Anfrage

Bild 12 KS-Flachstürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)



Lieferbar in verschiedenen Wanddicken und Längen.
Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Bild 13 KS-Fertigteilstürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)

5.3 KS -U-Schalen

KS -U-Schalen sind Kalksand-Formsteine nach DIN EN 771-2 und DIN 20000-402, die aus anwendungstechnischen Gründen von der Form eines geschlossenen Mauersteins

abweichen. Sie werden z.B. für Ringbalken, Stürze, Stützen und Installationschlitzte im Mauerwerk verwendet. KS -U-Schalen werden als Ergänzung für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk sowie für Verblendmauerwerk angeboten (Bild 14).

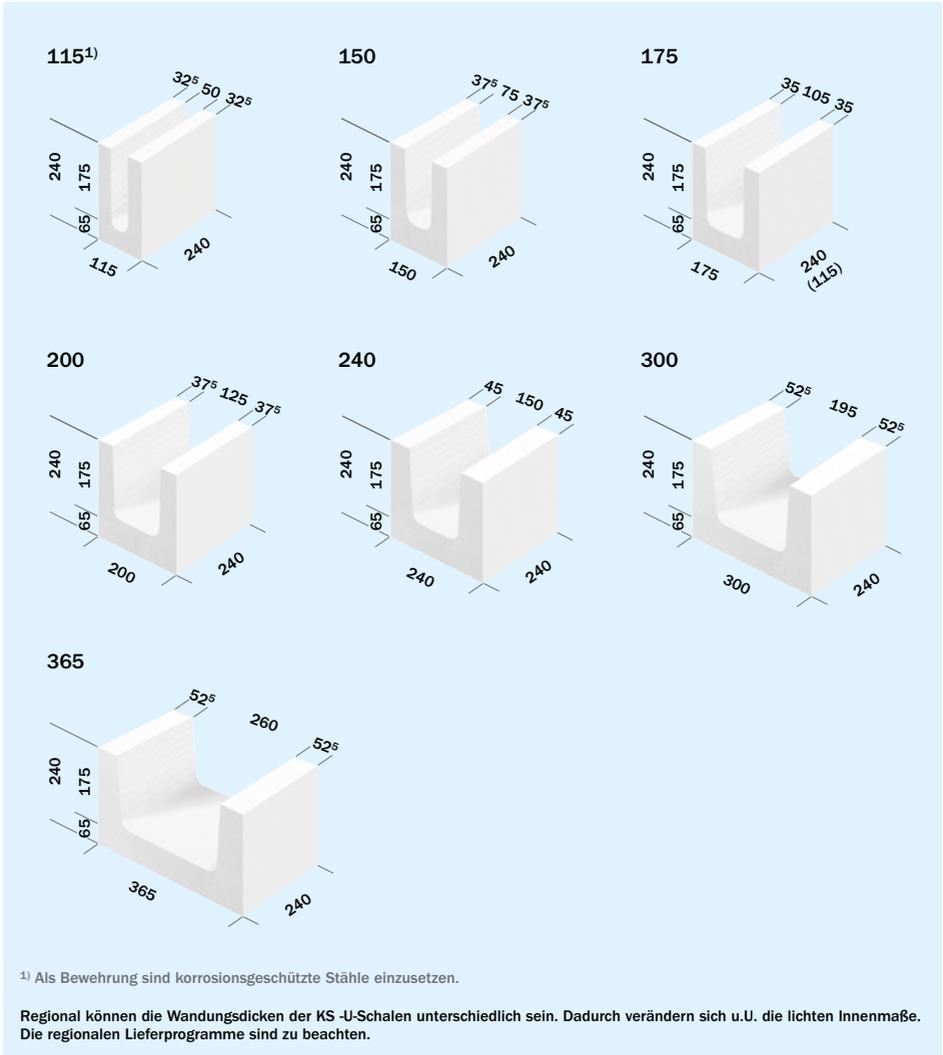


Bild 14 KS -U-Schalen

5.4 KS -E-Steine

KS-Produkte nach DIN EN 771-2 und DIN 20000-402 mit durchgehenden vertikalen Installationskanälen ($\varnothing \leq 60$ mm) im Abstand von 12,5 bzw. 25 cm werden als KS -E-Steine bezeichnet. Sie sind so im Verband zu mauern, dass über die gesamte Wandhöhe eines Geschosses durchgehende Kanäle entstehen. In diese Kanäle können nach Fertigstellung der Wände von der oberen Decke her Leerrohre für die Installation eingezogen werden. Der Vorteil dieser Bauweise ist, dass Installationsleitungen nicht eingefräst werden müssen, sondern geschützt in der Wand liegen (Bild 16).

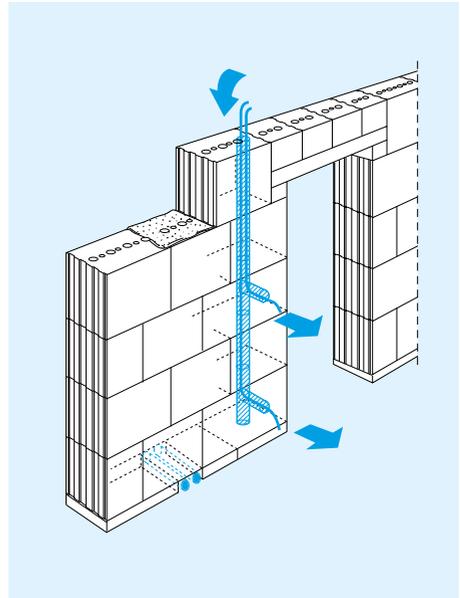


Bild 15 Die Leitungsführung kann innerhalb der Wand erfolgen. Voraussetzung: Steine mit durchgehenden Installationskanälen.

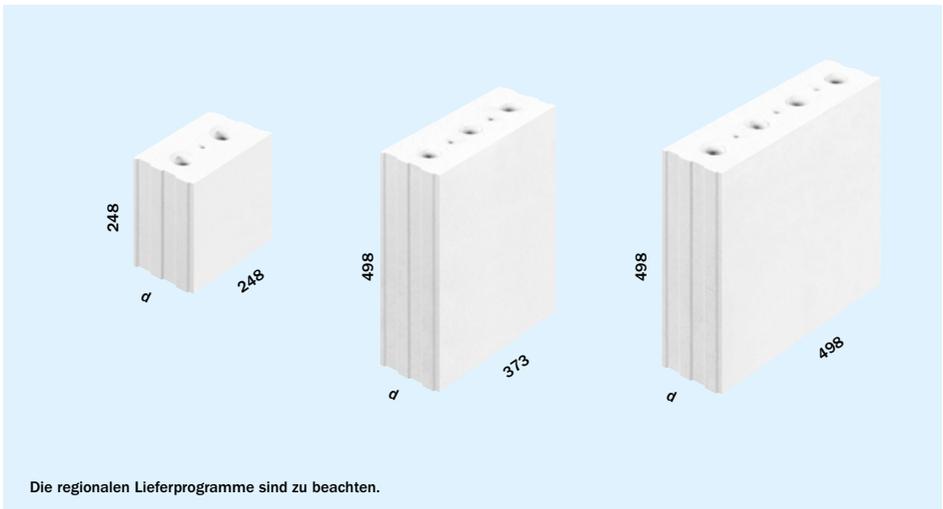


Bild 16 Beispiele von KS-Produkten mit durchgehenden Installationskanälen (KS -E-Steine)

6. Bezeichnungen

Die Bezeichnung der Kalksandsteine erfolgt nach DIN 20000-402. Sie setzt sich zusammen aus der Steinsorte, der DIN-Hauptnummer, der Steinart, der Steindruckfestigkeitsklasse, der Steinrohrichte Klasse und dem Format-Kurzzeichen. Ab dem Format 4 DF

ist zusätzlich die Wanddicke anzugeben. Anstelle des Format-Kurzzeichens dürfen auch die Maße in der Reihenfolge Länge/Breite/Höhe angegeben werden. Die Breite entspricht der Wanddicke (Bild 17).

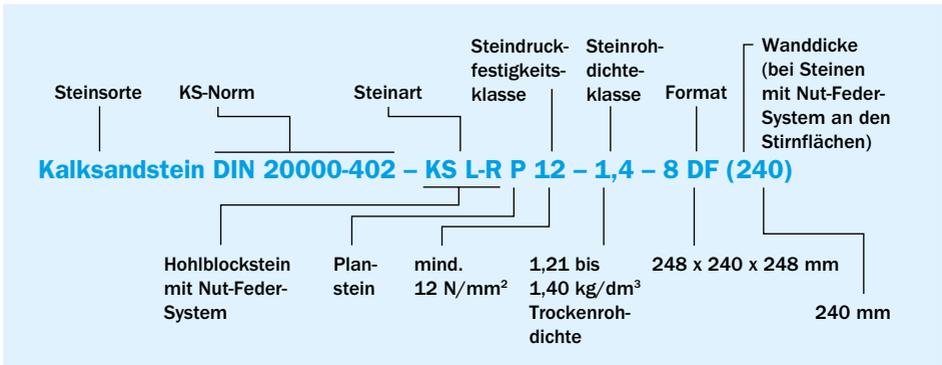


Bild 17 Bedeutung der Kurzzeichen (Beispiel)

Literatur

- [1] DIN 4103-1:2015-06 Nichttragende innere Trennwände – Teil 1; Anforderungen und Nachweise
- [2] DIN 4172:2015-09 Maßordnung im Hochbau

Bildnachweise

Bild 2: Prof. Bernhard Middendorf, Universität Kassel, Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie; **Bild 15:** KS-Quadro

Bild S. 25, 27; Bild 3 bis 14, 16: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.