



Kapitel 1

# KALKSANDSTEIN

Stand: 01/2018

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e. V.



## 1. Kalksandsteine nach DIN EN 771-2

Als am 5. Oktober 1880 ein Patent zur Erzeugung von Kalksandsteinen an Dr. Michaelis in Berlin erteilt wurde, konnte niemand ahnen, welcher Erfolg dieser Entwicklung beschieden sein würde. Die Formgebung durch Pressen und die Hochdruckdampfhärtung ermöglicht bereits seit mehr als 120 Jahren eine industrielle Kalksandstein-Produktion. Im Jahre 1900 wurden rund 300 Mio. Steine und 1905 bereits 1 Mrd. Kalksandsteine produziert. Durch die schnelle Marktverbreitung und das Vertrauen zu diesem Mauerstein erschien bereits 1927 die erste Ausgabe der deutschen Kalksandsteinnorm DIN 106. Im Jahr 2005 löste die europäisch harmonisierte Kalksandsteinnorm DIN EN 771-2 die nationale Produktnorm ab. Auf dieser Grundlage werden Kalksandsteine nunmehr mit einer Leistungserklärung versehen und mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet.

Kalksandsteine sind Mauersteine, die aus den natürlichen Rohstoffen Kalk, kieselsäurehaltigen 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.

### 1.1 Verwendung von Kalksandsteinen in Deutschland nach DIN 20000-402

Entsprechend der Bauproduktenverordnung erhalten Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 [1] eine Leistungserklärung und werden CE-gekennzeichnet. Die CE-Kennzeichnung regelt jedoch nur das „Inverkehrbringen“ harmonisierter Bauprodukte. Die



Bild 1 Die Rohstoffe: Kalk, Sand und Wasser

Regeln für die Verwendung in Deutschland auf Grundlage der Landesbauordnungen und der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB) sind für Kalksandsteine in der Norm DIN 20000-402 [2] festgelegt.

Dort sind alle wesentlichen Merkmale (Leistungen) aufgeführt, die für die Verwendung in Deutschland in der Leistungserklärung zu deklarieren sind. Gleichzeitig werden die deklarierten Leistungen für die Anwendung nach DIN EN 1996/NA (Eurocode 6) [3] klassifiziert, so dass Kalksandsteine auch nach DIN 20000-402 die traditionelle Bezeichnung erhalten und in die bekannten Steinarten, Druckfestigkeits- und Rohdichteklassen sowie Formate eingeordnet werden können. Ist eine Eingruppierung nach DIN 20000-402 nicht möglich, muss für die betreffenden Steine eine Bauartgenehmigung (früher Anwendungszulassung) vorliegen.

Kalksandsteine gehören damit zu den wenigen harmonisierten Bauprodukten, für die allein die Angaben in der Leistungserklärung ausreichen, um alle Anforderungen gemäß den Landesbauordnungen zu erfüllen. Die VV TB und DIN 20000-402 fordern keine zusätzlich einzuhaltenden Eigenschaften. Der Verwender kann bei Planung, Bemessung, Ausschreibung und Bestellung allein durch Bezugnahme auf DIN 20000-402 und die dort verwendeten Bezeichnungen sicherstellen, dass Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Deutschland auch verwendet werden dürfen. Diese Angaben reichen zudem aus, um Kalksandsteine nach DIN EN 1996/NA bemessen und ausführen zu können. Gleichzeitig erübrigt sich für den Verwender auch die aufwändige Überprüfung von Leistungserklärungen (Bild 2).

### INFO

Mit Angabe der Bezeichnung von Kalksandsteinen nach DIN 20000-402 auf dem Lieferschein bestätigt der Hersteller, dass die CE-gekennzeichneten Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 im Sinne der Landesbauordnungen und auf Grundlage der VV TB in Deutschland verwendet werden dürfen.

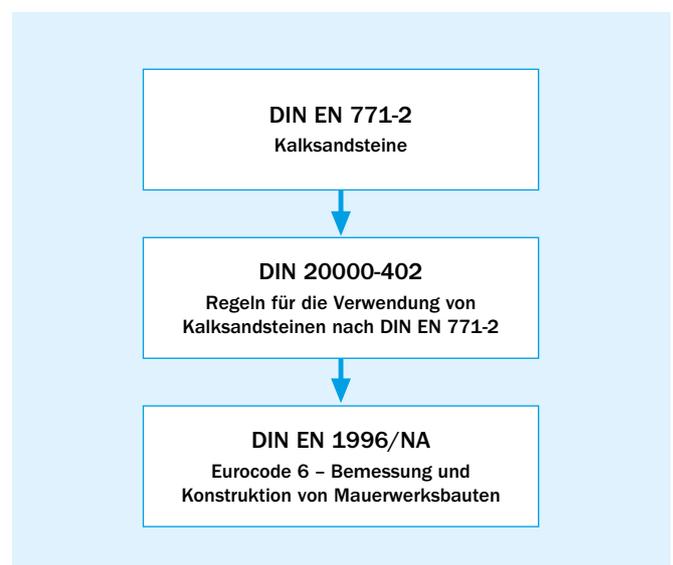


Bild 2 Verwendbarkeit von Kalksandsteinen

## 2. Herstellung

Die wesentlichen Stationen der Kalksandstein-Produktion sind (Bild 3):

- 1** Kalk und Sand aus den heimischen Abbaustätten werden im Werk in Silos gelagert. 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 Branntkalk 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 (Bild 4).
- 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 und diese fest miteinander verzahnen. Die beim Herstellungsprozess gebildeten Strukturen aus Kalk, Sand und Wasser sind dafür verantwortlich, dass der Kalksandstein ein festes Gefüge hat. Es entstehen keine Schadstoffe (Bild 5).

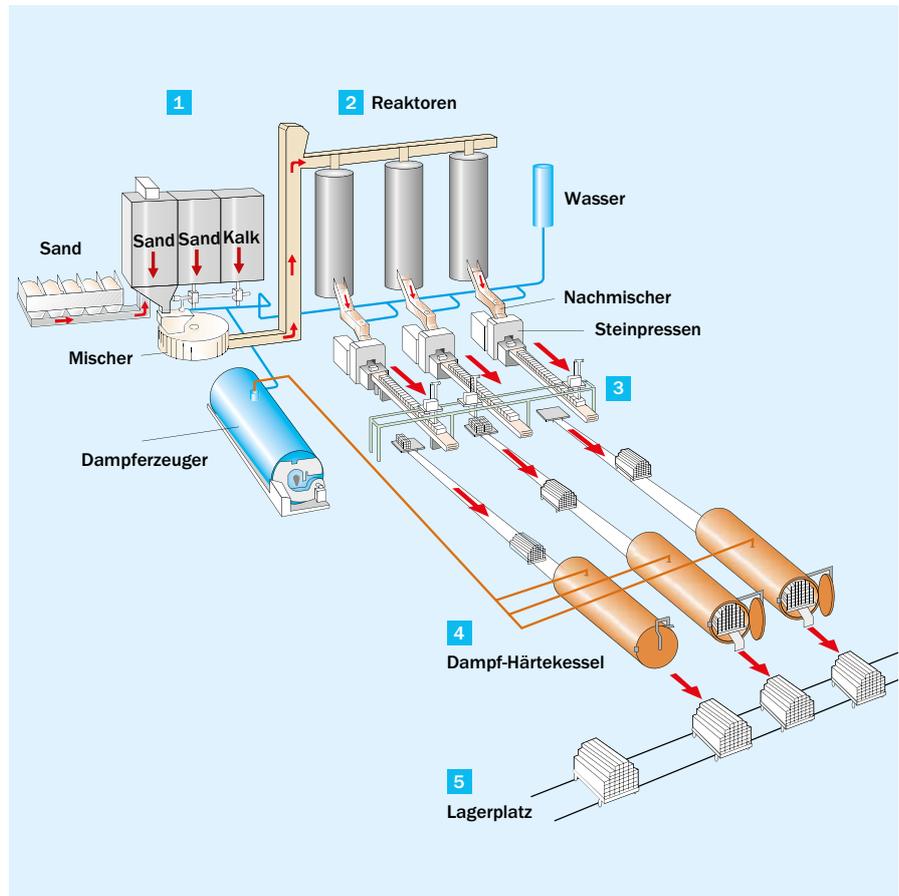


Bild 3 Herstellung von Kalksandstein

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



Bild 4 Nach dem Mischen werden die Rohlinge gepresst.



Bild 5 Das Härten der Rohlinge erfolgt in Dampf-Härtekesseln.

### 3. Kalksandsteinprodukte

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 Schlitz und Fräsen. Steine zur Erstellung von Sichtmauerwerk runden die Palette ab.

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 Bezeichnung

Die Bezeichnung der Kalksandsteine erfolgt nach DIN 20000-402. Sie setzt sich zusammen aus der Steinsorte, der DIN-Hauptnummer, der Steinart, der Steindruckfestigkeitsklasse, der Steinroh-dichte 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 6).

#### 3.2 Steinarten

Kalksandsteine werden in verschiedenen Eigenschaften für unterschiedliche Anwendungsbereiche angeboten. Bei der Unterscheidung der Steinarten sind nach DIN 20000-402 verschiedene in der Leistungserklärung deklarierte Merkmale zu beachten (Tafel 1, Bilder 7 bis 13).

Tafel 1 Wichtige Steinarten und -bezeichnungen nach DIN 20000-402

Bezeichnung	Kurzzeichen	Schicht-höhe [cm]	Eigenschaften und Anwendungsbereiche
<b>a) Kalksandsteine: Lochanteil ≤ 15 % der Lagerfläche</b>			
1 KS-Vollsteine	KS	≤ 12,5	Für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk in Normalmauermörtel versetzt
2 KS-R-Blocksteine	KS-R	> 12,5 ≤ 25	Wie Zeile 1, zusätzlich mit Nut-Feder-System an den Stirnseiten; Stoßfugenvermörtelung kann daher im Regelfall entfallen
3 KS-Plansteine KS-R-Plansteine	KS P KS-R P	≤ 25	Wie Zeile 2, aufgrund höherer Anforderungen an die Abmaßklasse (Toleranzen) zum Versetzen in Dünnbettmörtel geeignet
4 KS-Fasensteine	KS F	≤ 25	Wie Zeile 3, jedoch mit beidseitig umlaufender Fase an der Sichtseite von ca. 4 bis 7 mm
5 KS-XL-Raster-elemente <sup>1)</sup>	KS-XL-RE	≥ 50 ≤ 62,5	Wie Zeile 3; Lieferung von Regelementen der Länge 498 mm sowie Ergänzungselementen der Längen 373 mm und 248 mm
6 KS-XL-Plan-elemente <sup>1)</sup>	KS-XL-PE	≥ 50 ≤ 65	Wie Zeile 3; Lieferung von werkseitig vorkonfektionierten Wandbausätzen mit Regelementen der Länge 998 mm
7 KS-XL-E-Plan-elemente	KS-XL-E	= 50	Wie Zeile 5, jedoch mit durchgehenden Installationskanälen (KS-E-Steine)
<b>b) Kalksandsteine: Lochanteil &gt; 15 % der Lagerfläche</b>			
8 KS-Lochsteine	KS L	≤ 12,5	Für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk in Normalmauermörtel versetzt
9 KS-R-Hohlblocksteine	KS L-R	> 12,5 ≤ 25	Wie Zeile 8, zusätzlich mit Nut-Feder-System an den Stirnseiten; Stoßfugenvermörtelung kann daher im Regelfall entfallen
10 KS-Plansteine KS-R-Plansteine	KS L P KS L-R P	≤ 25	Wie Zeile 9, aufgrund höherer Anforderungen an die Abmaßklasse (Toleranzen) zum Versetzen in Dünnbettmörtel
<b>c) Frostwiderstandsfähige Kalksandsteine<sup>2)</sup></b>			
11 KS-Vormauersteine	KS Vm	≤ 25	Kalksandsteine mindestens der Druckfestigkeitsklasse 10, die frostwiderstandsfähig sind (mindestens Frostwiderstandsklasse F1)
12 KS-Verblender <sup>2)</sup>	KS Vb	≤ 25	Kalksandsteine mindestens der Druckfestigkeitsklasse 16 mit höheren Anforderungen an die Abmaßklasse (Toleranzen) als Zeile 11 und erhöhter Frostwiderstandsfähigkeit (mindestens Frostwiderstandsklasse F2)

<sup>1)</sup> Im Markt sind unterschiedliche Marken bekannt.  
<sup>2)</sup> KS-Verblender werden regional auch als bossierte Steine oder mit bruchrauer Oberfläche angeboten.  
 Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

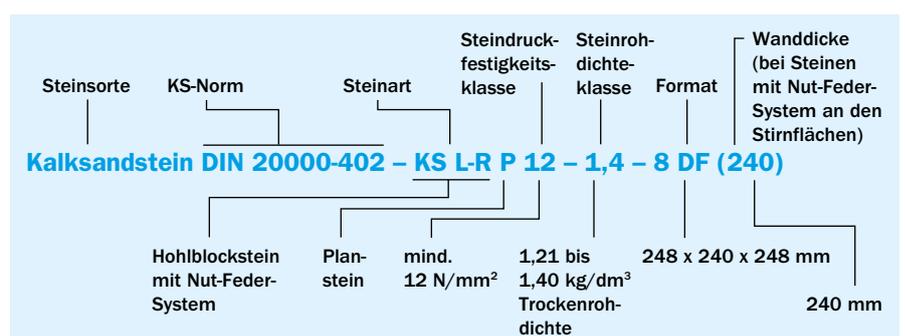


Bild 6 Bedeutung der Kurzzeichen (Beispiel)

### 3.2.1 Maße

Kalksandsteine halten die in DIN 20000-402 angegebenen Mindest- und Höchstmaße ein. Hierbei wird unterschieden in Sollmaße von Klein- und Mittelformaten (Voll-, Loch-, Block-, Hohlblock-, Plan- und Fasensteine) sowie Sollmaße von großformatigen Planelementen (KS XL). Für KS-Bauplatten gelten gesonderte Abmessungen.

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“. Sie werden in der Regel als Vielfaches vom Dünnformat (DF) angegeben (Ausnahme: NF = Normalformat).

#### INFO

Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.



### 3.2.2 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 2). Für KS-Verblender sind die Grenzabmaße der Klasse Tm in DIN 20000-402 angegeben.

### 3.2.3 Form und Ausbildung

Ein weiteres wichtiges Kriterium zur Einordnung von Kalksandsteinen in die verschiedenen Steinarten nach DIN 20000-402 ist die Unterscheidung hinsichtlich Form und Ausbildung. Hierzu gehören beispielsweise die folgenden Kriterien:

- 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)

### 3.3 Physikalische Eigenschaften von Kalksandstein

Die physikalischen Eigenschaften von Kalksandsteinen werden in DIN 20000-402 anhand der deklarierten wesentlichen Merkmale klassifiziert.

#### 3.3.1 Druckfestigkeitsklasse

Die Steindruckfestigkeit wird in N/mm<sup>2</sup> angegeben. Kalksandsteine sind in den Druckfestigkeitsklassen 4 bis 60 genormt. In der Praxis werden im Wesentlichen die Druckfestigkeitsklassen 12 und 20 hergestellt (Tafel 3).

Tafel 2 Grenzabmaße von Kalksandsteinen

Maße	KS und KS -R	KS -R P und KS XL	KS Vb <sup>1)</sup>
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 ±1,0 mm	Mittel ±2 mm
Ebenheit und Planparallelität	–	1,0 mm	–

<sup>1)</sup> 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.

Für die Zuordnung in die Druckfestigkeitsklassen nach DIN 20000-402 muss die nach DIN EN 772-1 geprüfte und in der Leistungserklärung deklarierte mittlere Druckfestigkeit noch auf die in Deutschland maßgebende Druckfestigkeit unter Berücksichtigung des Formfaktors und des Faktors für den lufttrockenen Zustand umgerechnet werden.

### 3.3.2 Rohdichteklasse

Die Steinrohddichte wird in  $\text{kg}/\text{dm}^3$  angegeben. Der in der Leistungserklärung deklarierte Wertebereich der Brutto-Trockenrohddichte wird nach DIN 20000-402 der zugehörigen Rohdichteklasse zugeordnet (Tafel 4).

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.

### 3.3.3 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

Tafel 3 Übliche Druckfestigkeitsklassen von Kalksandstein

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

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

Tafel 4 Übliche Rohdichteklassen von Kalksandstein

Rohdichteklasse	1,2 <sup>1)</sup>	1,4	1,6 <sup>1)</sup>	1,8	2,0	2,2
Klassengrenzen [kg/dm <sup>3</sup> ]	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

<sup>1)</sup> Nur auf Anfrage regional lieferbar

Frost-Tau-Wechseln, wobei die Temperatur im Verlauf der Prüfung zwischen  $-15\text{ °C}$  und  $+20\text{ °C}$  wechselt. Zudem müssen KS-Vm mindestens die Druckfestigkeitsklasse 10 und KS-Vb mindestens die Druckfestigkeitsklasse 16 aufweisen.

#### INFO

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

### 3.3.4 Brandverhalten

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



### 3.4 Kalksandsteine für die Verarbeitung mit Normalmauermörtel

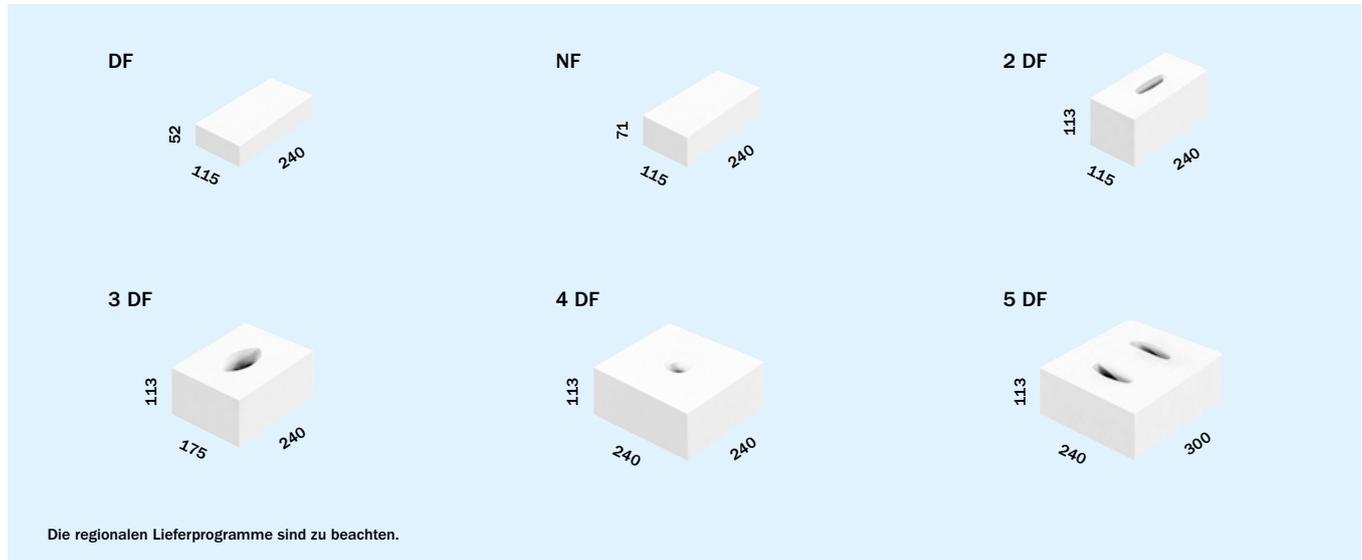


Bild 7 Beispiele von KS-Steinen zur Verarbeitung mit Normalmauermörtel

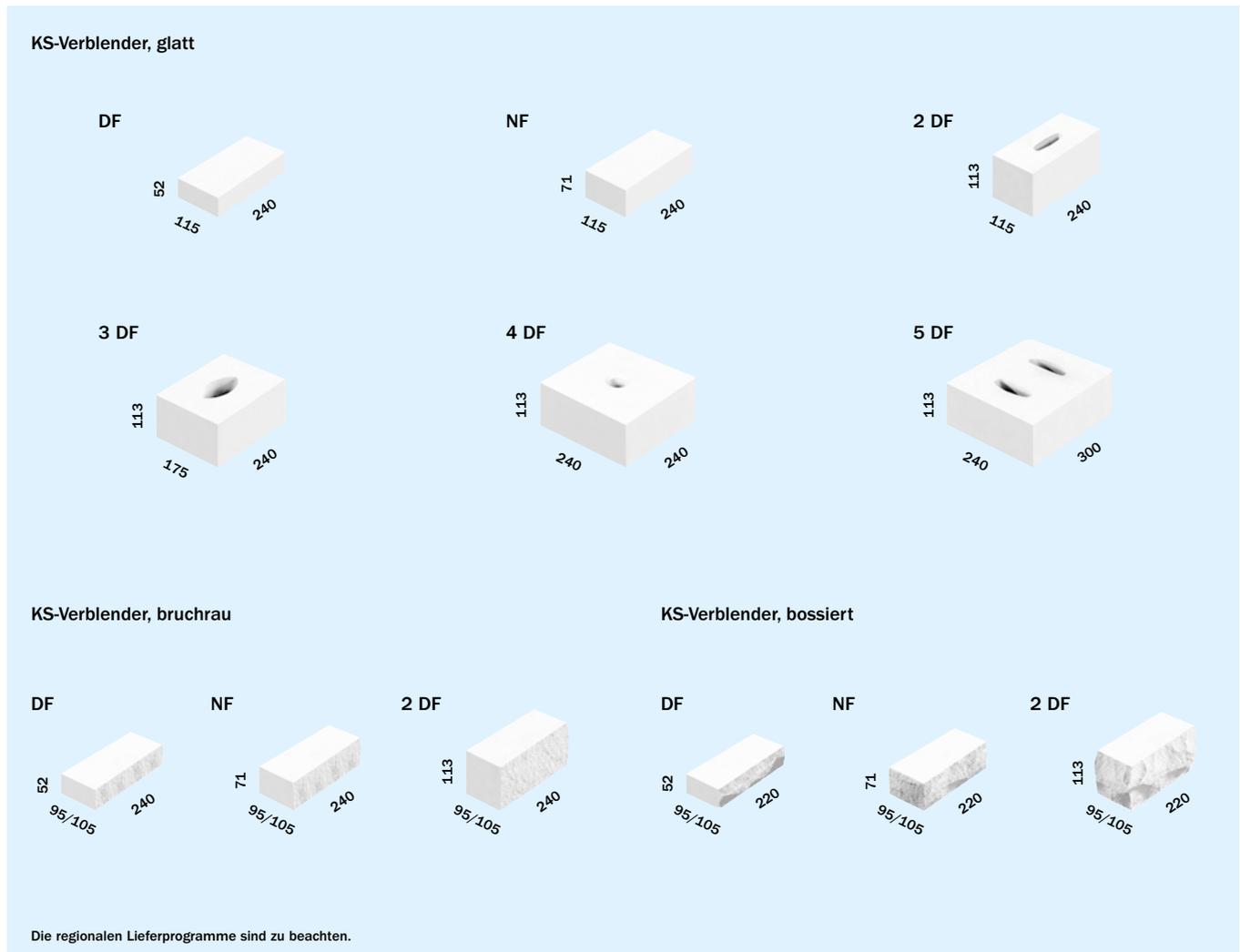


Bild 8 Beispiele von KS-Produkten für Sicht- und Verblendmauerwerk, zur Verarbeitung mit Normalmauermörtel

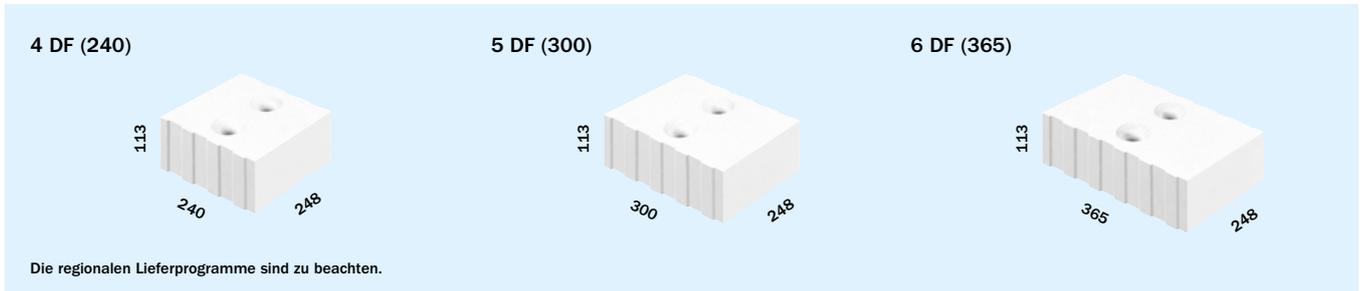


Bild 9 Beispiele von KS -R-Steinen ( $h = 113 \text{ mm}$ ), zur Verarbeitung mit Normalmauermörtel

### 3.5 Kalksandsteine für die Verarbeitung mit Dünnbettmörtel

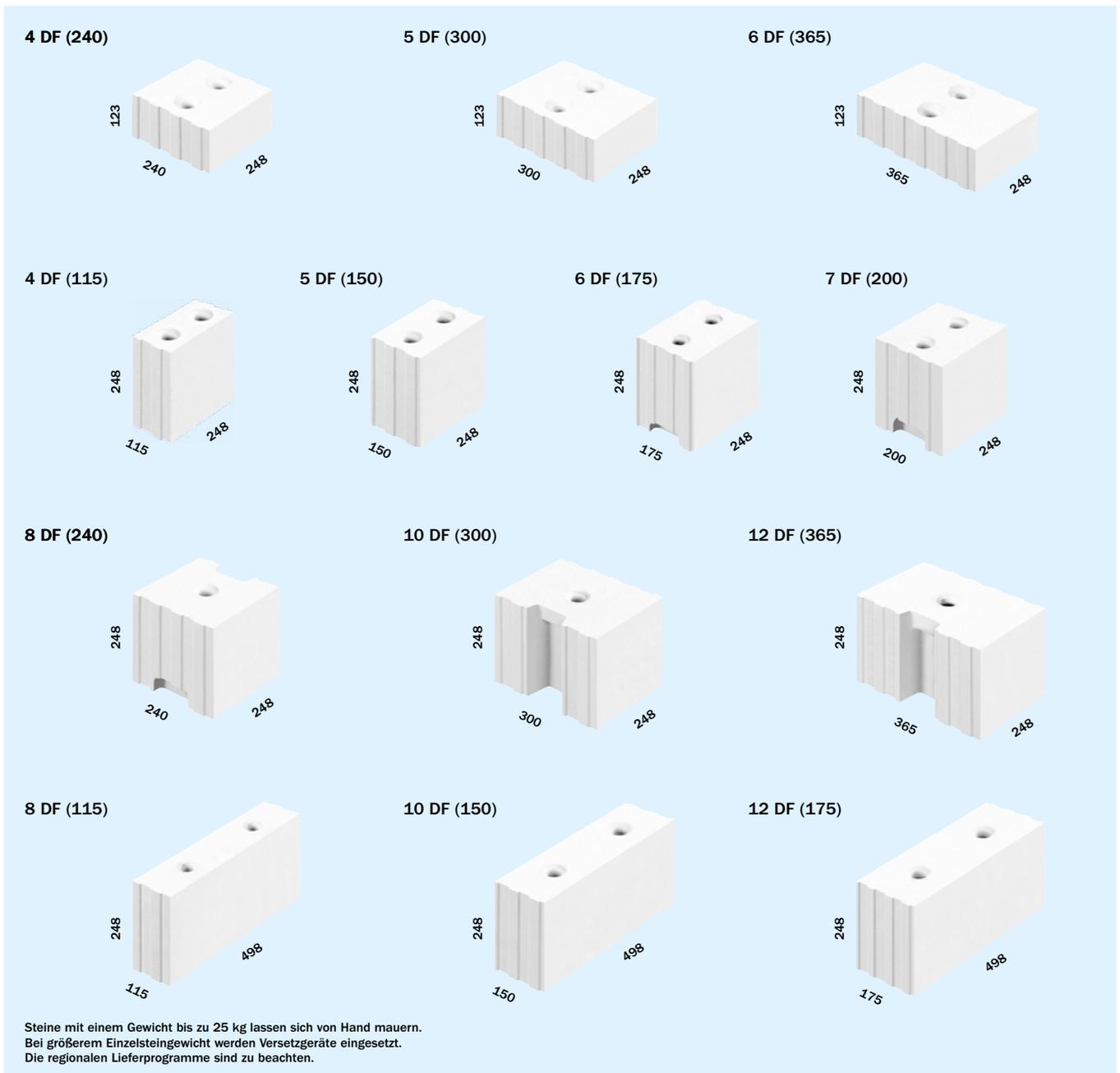


Bild 10 Beispiele von KS -R-Plansteinen ( $h = 123 \text{ mm}$  bzw.  $248 \text{ mm}$ ), zur Verarbeitung mit Dünnbettmörtel



Bild 11 Beispiele von KS-Fasensteinen, zur Verarbeitung mit Dünnbettmörtel

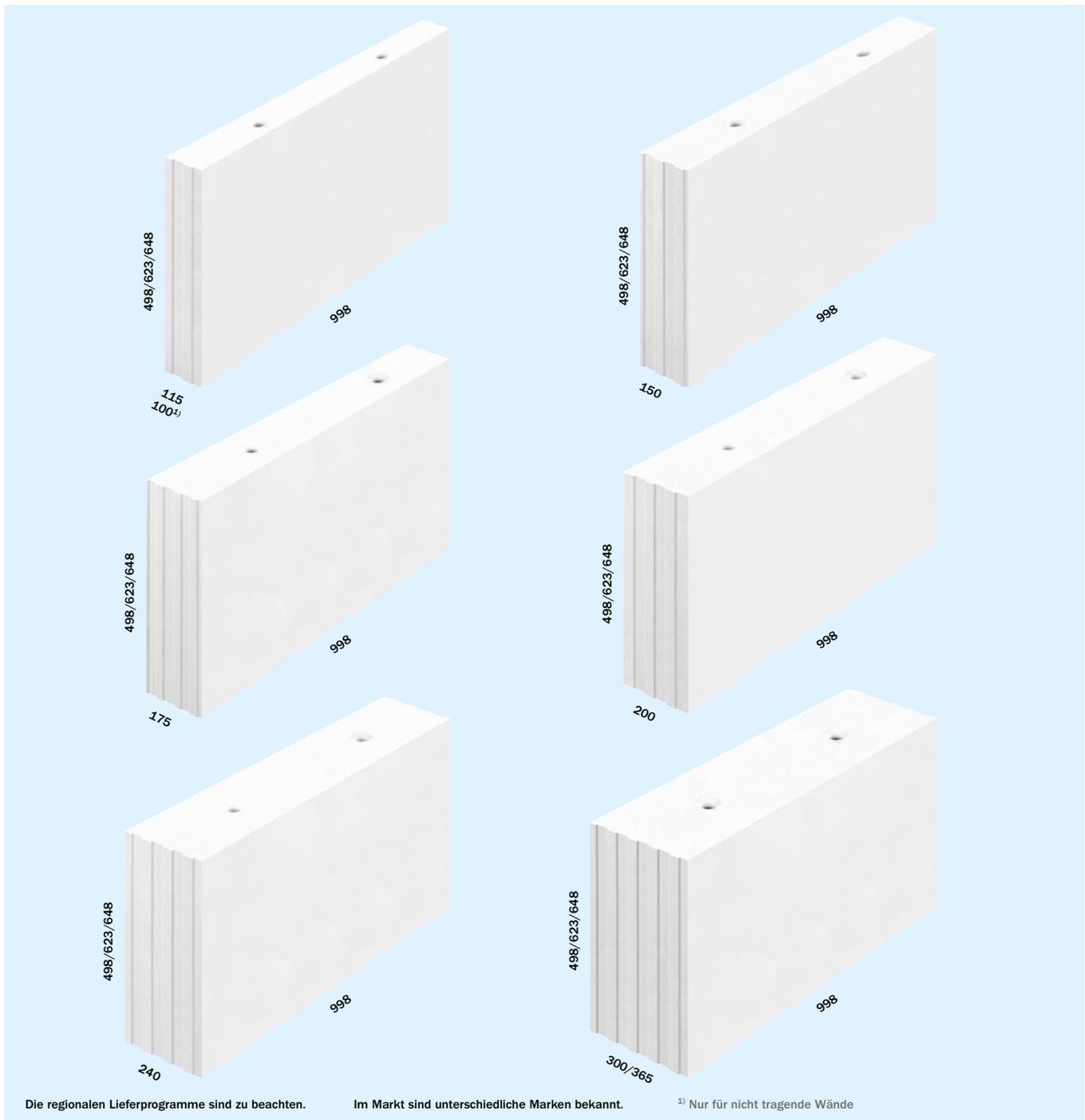


Bild 12 Beispiele von KS XL-Planelementen, zur Verarbeitung mit Dünnbettmörtel

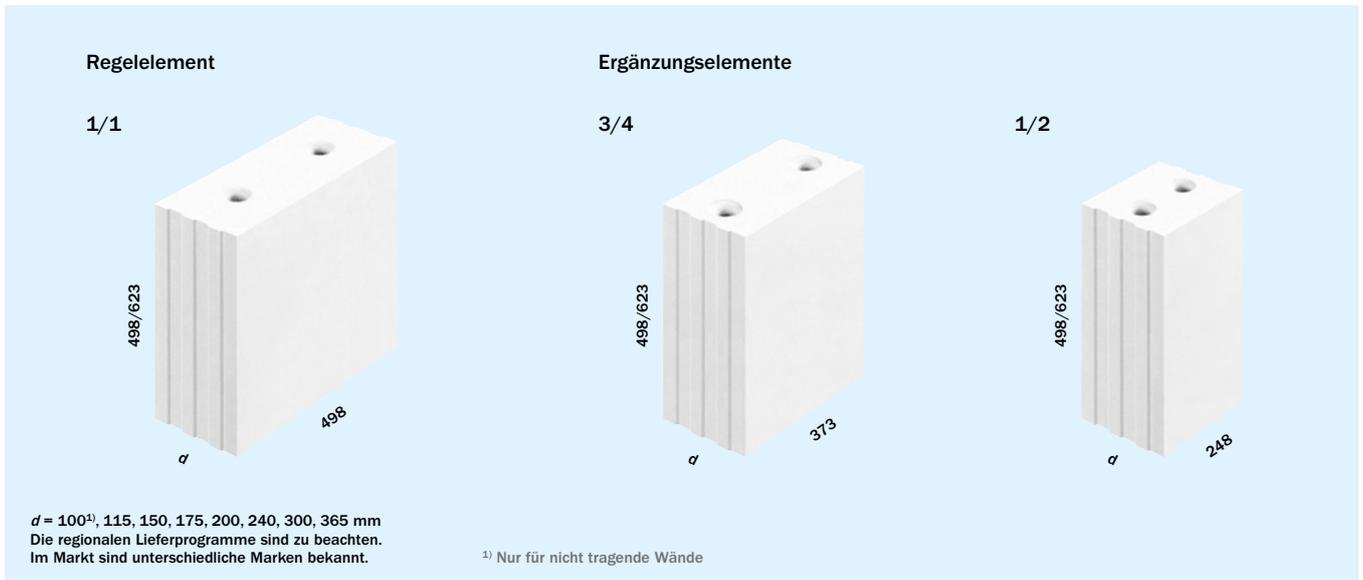


Bild 13 Beispiele von KS XL-Rasterelementen, zur Verarbeitung mit Dünnbettmörtel

### 3.6 Bauteile zur Systemergänzung

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

#### 3.6.1 KS-Kimmsteine

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 15).

#### 3.6.2 KS-Wärmedämmsteine

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 Druckfestigkeitsklasse  $\leq 20$  und einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda \leq 0,33 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  angeboten, regional auch mit anderen Steineigenschaften. Die verbesserten wärmeschutztechnischen Kennwerte werden laufend von unabhängigen Prüfstellen überwacht (Bild 15).

KS-Wärmedämmsteine werden an geometrisch bedingten Wärmebrücken wie z.B. Wandfußpunkten von Außen- und In-

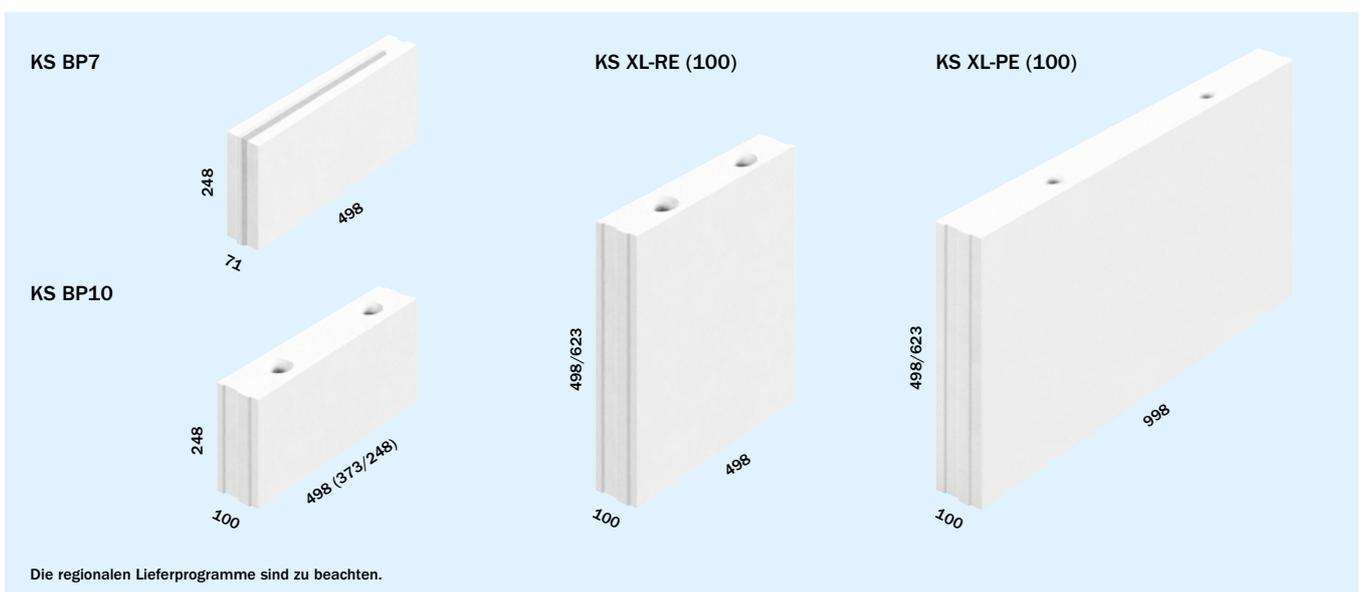


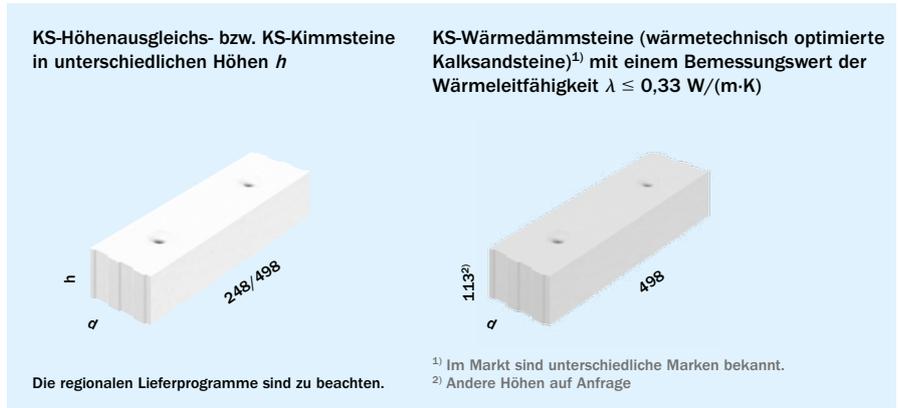
Bild 14 KS-Produkte für nicht tragende Wände nach DIN 4103

nenwänden über nicht beheizten Kellern, Fundamentplatten oder belüfteten Kriechkellern eingesetzt.

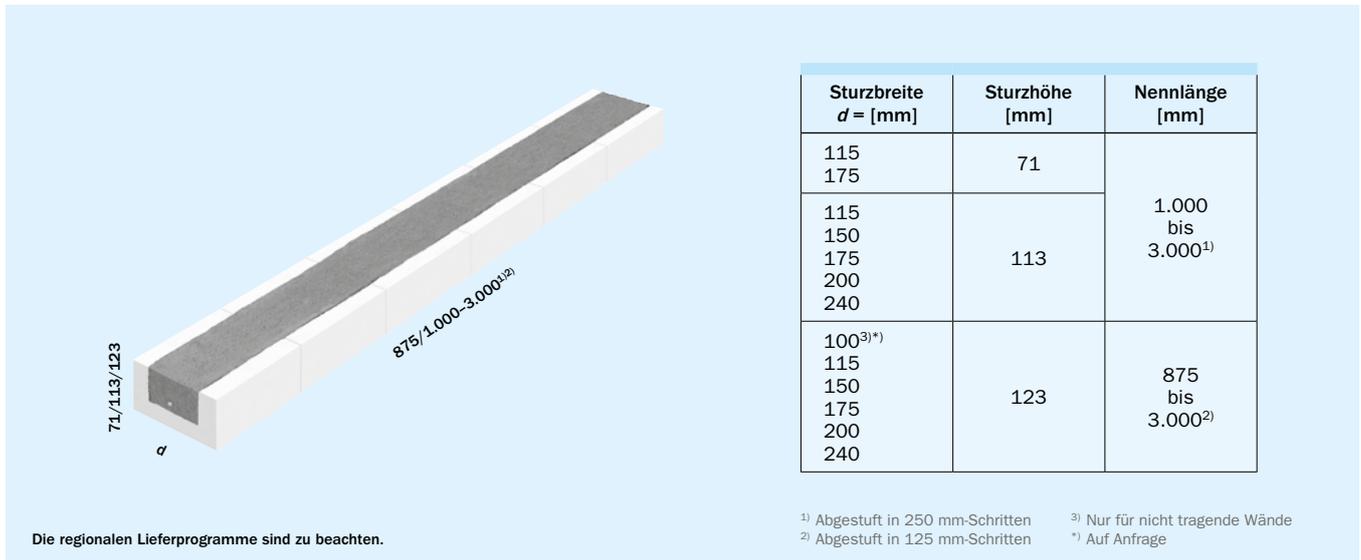
**3.6.3 KS-Stürze**

Als vorgefertigte Bauteile zur Öffnungsüberdeckung werden vorgefertigte KS-Stürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung angeboten (Bild 16).

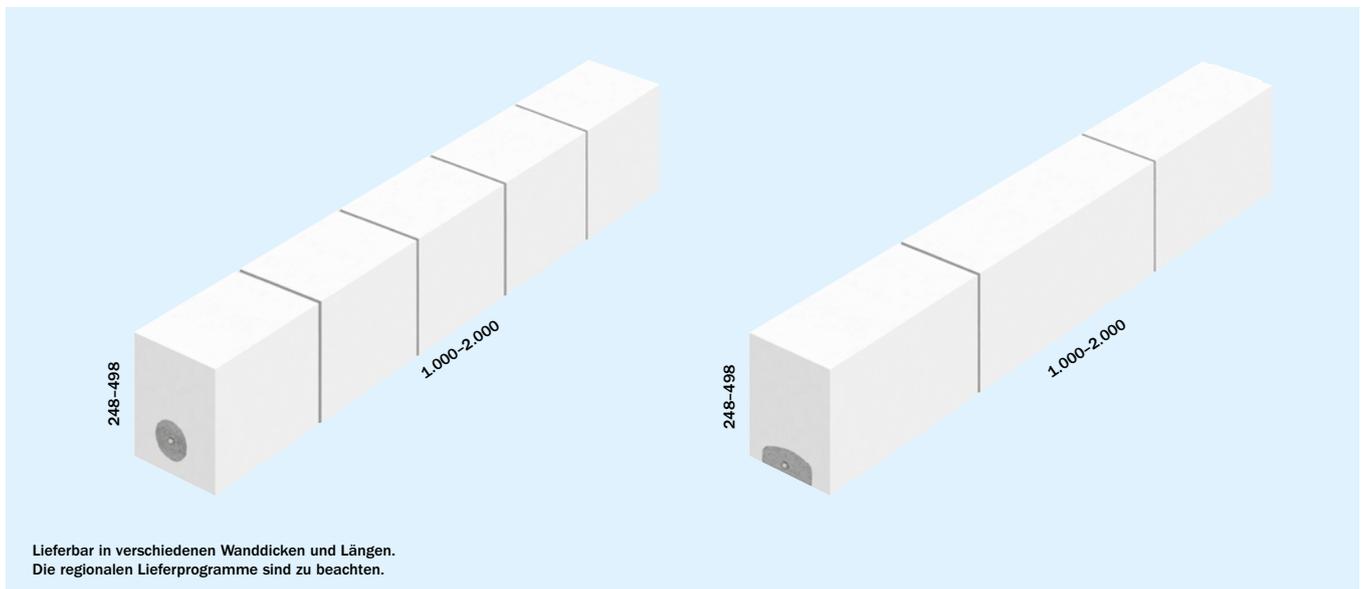
Es wird unterschieden zwischen *KS-Flachstürzen* ( $h \leq 12,5$  cm), deren Druckzone (Übermauerung) auf der Baustelle hergestellt wird, und *KS-Fertigteilstürzen* ( $h > 12,5$  cm) (Bild 17).



**Bild 15** KS-Kimmsteine und KS-Wärmedämmsteine



**Bild 16** KS-Flachstürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)



**Bild 17** KS-Fertigteilstürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)

### 3.6.4 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 Installationsschlitz im Mauerwerk verwendet. KS -U-Schalen werden als Ergänzung für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk sowie für Verblendmauerwerk angeboten (Bild 18).

### 3.6.5 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 19).

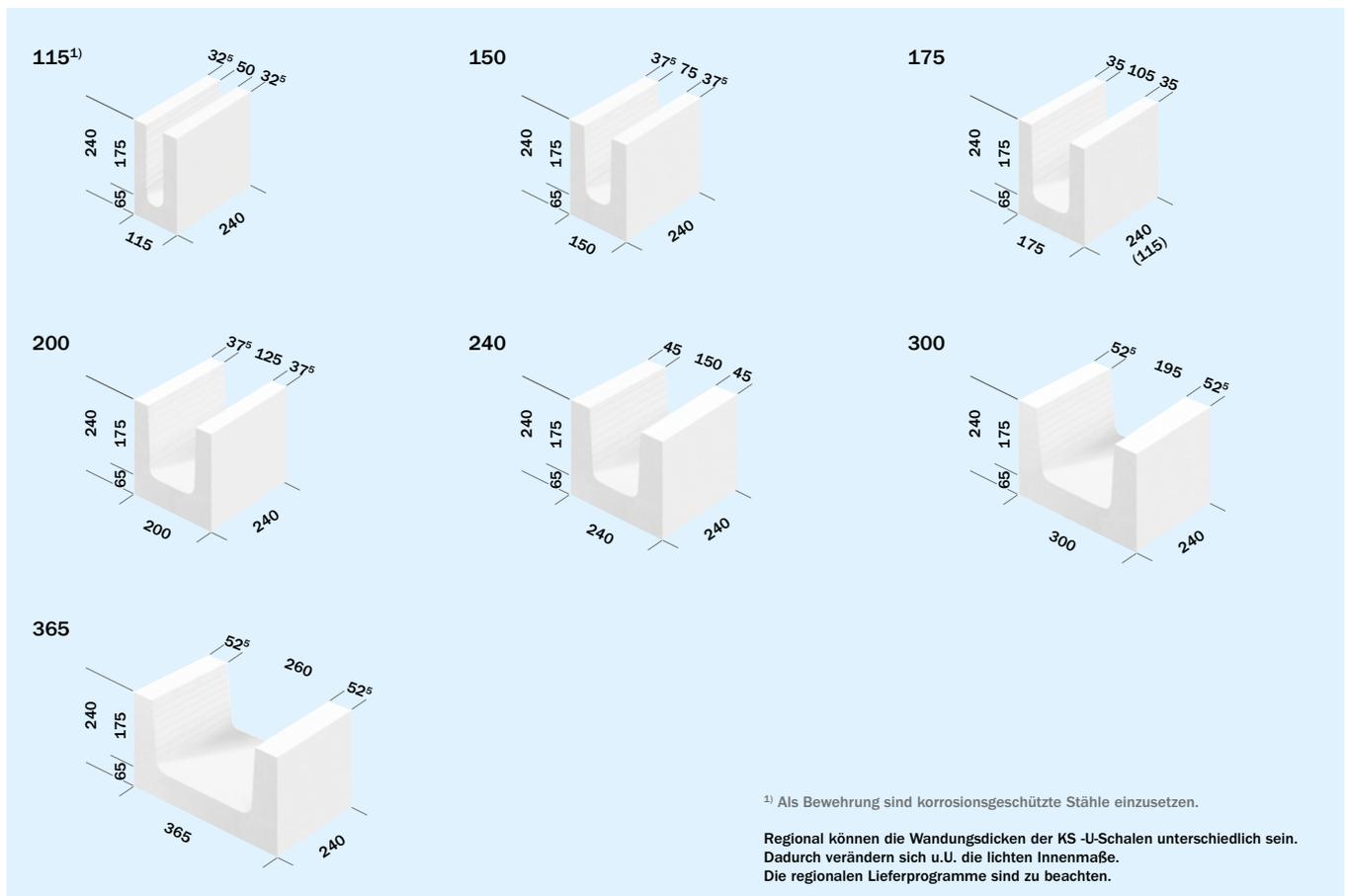


Bild 18 KS -U-Schalen

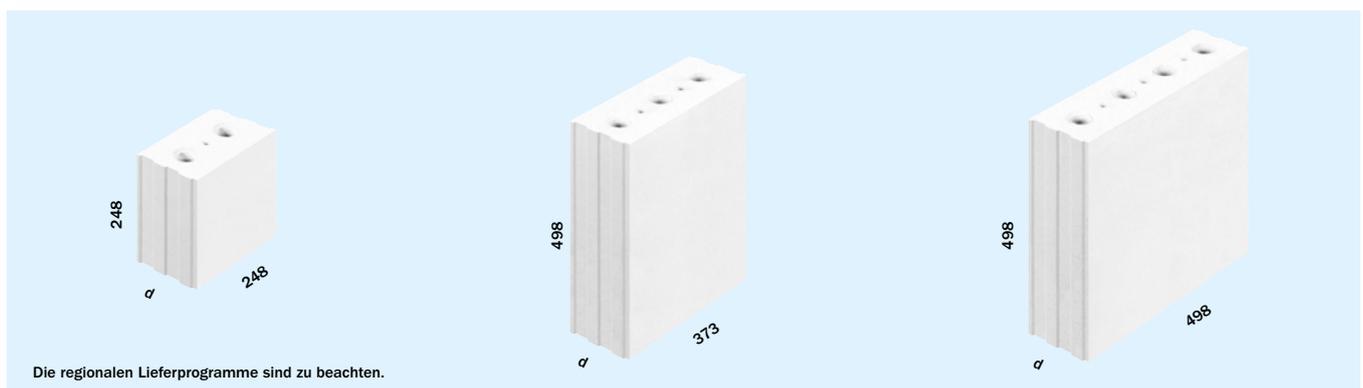


Bild 19 Beispiele von KS-Produkten mit durchgehenden Installationskanälen (KS -E-Steine)

## 4. Grundlagen für die Verwendung

Grundlage für das Inverkehrbringen von Kalksandsteinen ist die Bauproduktenverordnung (BauPVO) [4]. Diese gilt europaweit für alle Bauprodukte mit europäisch harmonisierter Norm. Die für Kalksandsteine geltende Norm DIN EN 771-2 wird in der jeweils aktuellen Fassung im Amtsblatt der Europäischen Kommission bekannt gemacht und gilt dann unmittelbar in allen Mitgliedsländern.

Auf dieser Grundlage erhalten alle Kalksandsteine eine Leistungserklärung und werden mit dem CE-Kennzeichen versehen.

CE-gekennzeichnete Bauprodukte dürfen zwar ohne zusätzliche Anforderungen im Markt bereit gestellt, aber nicht ohne weitere Verwendungsregeln in Bauwerken auch verwendet werden. Die Festlegung der Bauwerksanforderungen obliegt im Gegensatz zum Inverkehrbringen von harmonisierten Bauprodukten den einzelnen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union.

Grundlage der Anforderungen an Bauprodukte zur Verwendung in Bauwerken sind in Deutschland gemäß den Landesbauordnungen die bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen. Diese sind in der vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) herausgegebenen Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB) aufgelistet.

Gemäß VV TB ist die im Mauerwerksbau bei Bemessung und Anwendung einzuhaltende Technische Regel der Eurocode 6 (DIN EN 1996/NA) mit den verschiedenen Teilen und Nationalen Anhängen. Gleichzeitig sind nach VV TB die für Mauersteine geltenden Anwendungsnormen – für Kalksandsteine DIN 20000-402 – zu beachten.

Hintergrund ist, dass nicht alle nach DIN EN 771-2 herstellbaren Kalksandsteine auch die in Deutschland geltenden Bauwerksanforderungen erfüllen. Daher legt DIN 20000-402 fest, welche der in DIN EN 771-2 definierten wesentlichen Merkmale in der Leistungserklärung mindestens zu deklarieren sind und welchen Wert die deklarierten Leistungen erfüllen müssen. Für Produkte, die diese Anforderungen nicht erfüllen, muss gemäß den Landesbauordnungen eine Bauartgenehmigung (früher Anwendungszulassung) des Deutschen Instituts für Bautechnik vorliegen.

Kalksandsteine werden in DIN 20000-402 zudem für die Anwendung nach DIN EN 1996/NA klassifiziert. Sind alle Anforderungen an die wesentlichen Merkmale erfüllt und sind die Steine entsprechend klassifiziert, darf für die betreffenden Kalksandsteine die in Deutschland bekannte Bezeichnung verwendet werden (Bild 6).

## 5. Kennzeichnung

Wegen der umfangreichen Deklarationspflicht in der Leistungserklärung und im CE-Kennzeichen ist die Einordnung von Kalksandsteinen nach DIN 20000-402 aufwändig und für den Verwender ohne detaillierte Kenntnisse nur schwer zu leisten. Die deutsche Kalksandsteinindustrie nimmt die Einstufung ihrer Produkte nach der nationalen Anwendungsnorm daher bereits im Vorfeld selbst vor.

Die zusätzliche Bezeichnung nach DIN 20000-402 auf Lieferchein, Beipackzettel und/oder auf der Verpackung gibt dem Verwender in bekannter Form die notwendigen Hinweise für die Verwendung. Bei Kalksandsteinen, die diese Bezeichnung tragen, braucht der Verwender daher nicht mehr selbst zu überprüfen, ob CE-gekennzeichnete Kalksandsteine nach den Landesbauordnungen in Deutschland auch verwendbar sind. Die prägnante und bewährte Bezeichnung nach DIN 20000-402 vereinfacht zudem ganz wesentlich den Umgang mit Kalksandsteinen in der Baupraxis. Erst durch diese Bezeichnung ist die

Planung, Bemessung, Ausschreibung und Bestellung von Produkt und Qualität in der deutschen Baupraxis mit einem überschaubaren Aufwand möglich.

### INFO

**Die deutsche Kalksandsteinindustrie hält – zusätzlich zur CE-Kennzeichnung – an der bewährten und etablierten Kurzbezeichnung nach DIN 20000-402 fest.**

Neben den bauaufsichtlich relevanten Aspekten ist mit der Klassifizierung von Kalksandsteinen nach DIN 20000-402 durch den Hersteller damit sicher gestellt, dass Kalksandsteine auch in der Praxis einfach und für alle Beteiligten leicht überschaubar im Mauerwerksbau nach DIN EN 1996/NA (Eurocode 6) verwendet werden können.

## 6. Mauerwerks- und systemgerechte Planung

Die Steinlängen und die Steinhöhen der Kalksandsteine entsprechen der oktametrischen Maßordnung nach DIN 4172. Abweichende Wanddicken, z.B. 15 cm und 20 cm, aber auch die klassischen 30 cm dicken Wände durchbrechen dieses Raster. In DIN 4172 „Maßordnung im Hochbau“ sind Rohbau-Richtmaße festgelegt, die vom „Meter“ (m) und „Achtelmeter“ ( $a_m = 1/8 \text{ m} = 12,5 \text{ cm}$ ) abgeleitet sind. Es wird deshalb auch vom „oktametrischen Raster“ (12,5er-Raster) gesprochen. Diese Rohbau-Richtmaße gelten für alle Längen-, Breiten- und Höhenmaße im Bauwesen. Sie sind Vielfaches des Achtelmeters ( $n \cdot 12,5 \text{ cm}$ ) und als Planungsmaße für den Architekten von Bedeutung. Für Ausführungspläne werden Nennmaße benötigt, die abhängig von der Bauweise (mit oder ohne Fugen) differenziert werden (Bild 25).



Bild 20 KS -R-Blocksteine für Normalmauermörtel



Bild 21 KS -R-Plansteine für Dünnbettmörtel

### INFO

Kalksandsteine mit Nut-Feder-System entsprechen ebenso wie Kalksandsteine mit glatten Stirnseiten der Maßordnung der DIN 4172.

#### 6.1.1 KS -R-Steine

Wesentliche Kennzeichen der KS -R-Steine für die Verarbeitung mit Normalmauermörtel (Bild 20) sind die Stirnflächenausbildung mit Nut-Feder-System für das Mauern in der Regel ohne Stoßfugenvermörtelung und die ergonomisch gestalteten Griffhilfen für das Mauern der Steine von Hand.

KS -R-Steine mit  $h = 25 \text{ cm}$  Schichthöhe werden als KS-Blocksteine bezeichnet.

### 6.1 Planung

Neben den Randbedingungen, die sich aus den Rohbau-Richtmaßen ergeben, sollten bei heute üblichem Mauerwerk aus mittel- oder großformatigen Kalksandsteinen, die systembedingten Eigenschaften der jeweiligen KS-Produkte bereits in der Planung berücksichtigt werden, um das hohe Wirtschaftlichkeitspotenzial modernen KS-Mauerwerks auszuschöpfen. Deshalb werden diese Eigenschaften nachfolgend aufgezeigt, bevor allgemeine Empfehlungen zur mauerwerksgerechten Planung gegeben werden.

#### 6.1.2 KS -R-Plansteine

Die hohe Maßgenauigkeit (Höhentoleranz  $\pm 1,0 \text{ mm}$ ) von KS -R-Plansteinen (KS -R P) ermöglicht besonders ebenflächiges und sauberes Mauerwerk. Die einfache Verarbeitung und der geringe Mörtelbedarf sind Merkmale für das Versetzen in Dünnbettmörtel (Bild 21). Die charakteristische Mauerwerksdruckfestigkeit nach DIN EN 1996/NA für Mauerwerk mit Dünnbettmörtel ist gegenüber Mauerwerk in Normalmauermörtel erhöht.



Bild 22 Anlegen der Kimmerschicht



Bild 23 Vermauern von KS XL-Raster-elementen



Bild 24 Vermauern von KS XL-Plan-elementen

Beispiel Steindruckfestigkeitsklasse 20:

- $f_k = 8,1 \text{ N/mm}^2$  für Mauerwerk mit Normalmauermörtel MG IIa
- $f_k = 10,5 \text{ N/mm}^2$  für Mauerwerk mit Dünnbettmörtel

### 6.1.3 KS XL

KS XL sind großformatige Kalksandsteine, die mit Schichthöhen von 50 cm bzw. 62,5 cm geliefert werden. Die Länge der jeweiligen Regelemente beträgt je nach System 50 cm (KS XL-Rasterelemente = KS XL-RE) oder 100 cm (KS XL-Planelemente = KS XL-PE).

KS XL werden nur mit Dünnbettmörtel verarbeitet. Die charakteristische Mauerwerksdruckfestigkeit für KS XL ist gegenüber Plansteinen nochmals erhöht (Tafel 6). Das Versetzen erfolgt mit einem Minikran.

Die Wände werden aus Regelementen der Höhen 50 cm und/oder 62,5 cm und der Längen 50 cm (KS XL RE) bzw. 100 cm (KS XL-PE) hergestellt. Zum Längen- und Höhenausgleich kommen Passelemente und/oder Ausgleichselemente zum Einsatz.

Die Anwendung von KS XL ist seit Einführung von DIN EN 1996/NA normativ geregelt. Weitere bauaufsichtliche Nachweise oder Herstellererklärungen sind nicht erforderlich.

Auch bei KS XL mit Schichthöhen von 50 cm bzw. 62,5 cm soll das Überbindemaß von  $l_{ol} \geq 0,4 \cdot \text{Steinhöhe}$  der Regelfall sein. Da dies aber nicht an allen Stellen baupraktisch ausführbar ist, ist in DIN EN 1996/NA auch die Reduzierung des Überbindemaßes bis zu  $l_{ol} \geq 0,2 \cdot \text{Steinhöhe} \geq 12,5 \text{ cm}$  geregelt (Tafel 5, Bilder 23 und 24).

#### INFO

Eine Verringerung des Regelüberbindemaßes von KS XL ist in der statischen Bemessung der Wände zu berücksichtigen. Das Überbindemaß ist dann in den Ausführungsplänen anzugeben. Änderungen auf der Baustelle sind mit dem Statiker abzustimmen.

Beim Einsatz der Versetzgeräte ist insbesondere der Bauzustand zu beachten. Gegebenenfalls sind Montagestützen zur Abstützung der Decke nach Anweisung des Statikers zu setzen, da während des Bauzustandes höhere Verkehrslasten auftreten können als im Nutzungszustand (Bild 26). Bei der Lagerung von Steinpaketen auf den Zwischendecken ist ebenfalls zu prüfen, ob hierdurch ungünstige Lastfallkombinationen entstehen.

Die Verfahrbarkeit der Versetzgeräte ist sicherzustellen. Um dies zu gewährleisten, wird von der Bauleitung vor Beginn des Mauerns ein Ablaufplan für die Baustelle erstellt, in dem die Reihenfolge der

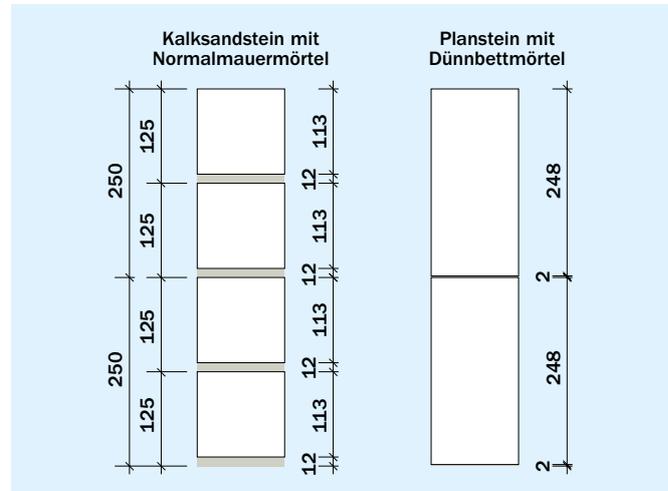


Bild 25 Schichtmaß

Tafel 5 Mindestüberbindemaße

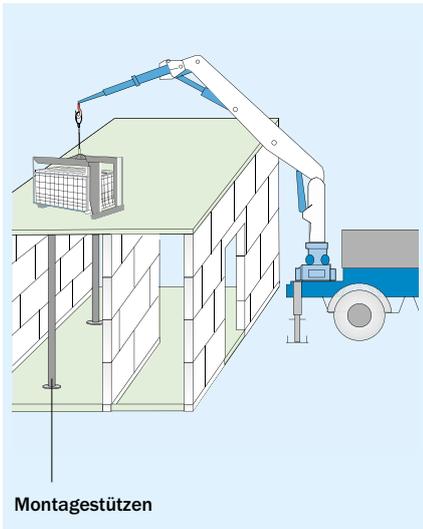
Überbindemaß $l_{ol}$ in Abhängigkeit von der Steinhöhe		
Steinhöhe $h_u$ [cm]	Regelfall $l_{ol} = 0,4 \cdot \text{Steinhöhe}$ [cm]	Mindestüberbindemaß $l_{ol}$ [cm]
< 11,3	5	$\geq 4,5$
11,3/12,3	5	$\geq 0,4 \cdot \text{Steinhöhe} \hat{=} 5$
24,8	10	$\geq 0,4 \cdot \text{Steinhöhe} \hat{=} 10$
49,8	20	$\geq 0,25 \cdot \text{Steinhöhe} \hat{=} 12,5$
62,3	25	$\geq 0,2 \cdot \text{Steinhöhe} \hat{=} 12,5$

Tafel 6 Charakteristische Druckfestigkeit  $f_k$  [N/mm<sup>2</sup>] von Einsteinmauerwerk aus Kalksand-Plansteinen und Kalksand-Planelementen mit Dünnbettmörtel

Dünnbettmörtel DM Steindruckfestigkeitsklasse	Planelemente		Plansteine	
	KS XL	KS XL-E KS XL-N	KS P KS-R P	KS L-P KS L-R P
10	-	-	-	5,0
12	9,4	7,0	7,0	5,6
16	11,2	8,8	8,8	6,6
20	12,9	10,5	10,5	-
28	16,0	-	13,8	-

KS XL: KS-Planelement, ohne Lochung  
 KS XL-E: KS-Planelement mit einem Lochanteil  $\leq 15 \%$   
 KS P: KS-Planstein mit einem Lochanteil  $\leq 15 \%$   
 KS L-P: KS-Planstein mit einem Lochanteil  $> 15 \%$



**Bild 26** Erforderliche Montagestützen sind in Abstimmung mit dem Statiker zu setzen.



**Bild 27** Vorgefertigte KS-Flachstürze zur schnellen und rationellen Öffnungsüberdeckung



**Bild 28** KS-Fertigteilstürze für großformatiges Mauerwerk

zu erstellenden Wände festgelegt wird. Zusätzlich ist im Ablaufplan das Umsetzen des Versetzgerätes zu berücksichtigen.

#### KS XL-Planelemente (KS XL-PE)

Kennzeichnend für KS XL-PE (siehe Bild 24) ist die Anlieferung als kompletter Wandbausatz mit objektbezogenem Versetzplan, der aus dem Grundriss entwickelt ist.

Die optimierten Versetzpläne werden vom Hersteller erstellt, nachdem die Planungsunterlagen vorliegen. Die Pass- und Ausgleichselemente werden bereits werkseitig passgenau zugeschnitten. Ein Sägen auf der Baustelle ist daher nicht erforderlich. Lediglich das Ablängen der Kimmsteine erfolgt bauseits.

Es besteht dadurch keine Bindung an ein bestimmtes Raster. Der gesamte Bausatz – inklusive der erforderlichen Elemente zum Höhen- und Längenausgleich sowie ggf. passgenaue Giebelelemente – wird zusammen mit dem Versetzplan auf die Baustelle geliefert.

#### KS XL-Rasterelemente (KS XL-RE)

Voraussetzung für eine optimale Anwendung von KS XL-RE (Bild 23) ist die konsequente Planung im oktametrischen (12,5 cm) Raster.

Die üblichen Wandlängen im beliebig Vielfachen von 12,5 cm sind möglich. Die Beschränkung auf Regelelemente (1/1) mit 50 cm Länge und zwei Ergänzungselemente (3/4) mit 37,5 cm Länge und (1/2) mit 25 cm Länge erleichtern Lagerhaltung und Disposition.

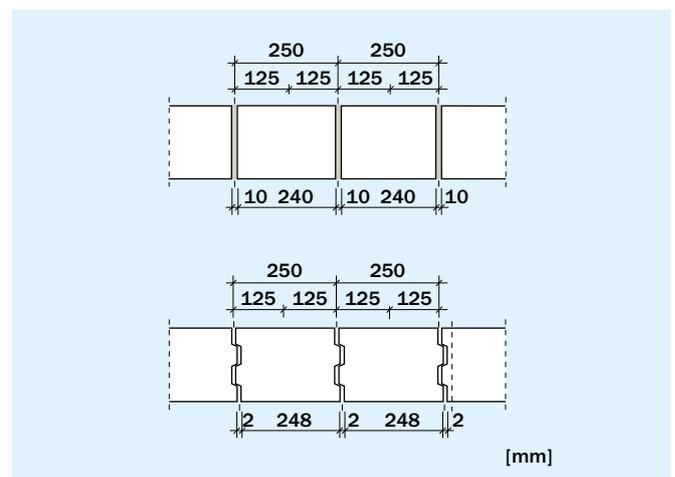
Planänderungen können kurzfristig auf der Baustelle umgesetzt werden. Erforderliche Elemente zum Höhen- und Längenausgleich können auf der Baustelle hergestellt werden. Dadurch ergibt sich eine kurze Vorlaufzeit bis zum Baubeginn.

#### 6.1.4 KS-Bauplatten (KS BP)

Für nicht tragende innere Trennwände nach DIN 4103-1 [5] können KS BP eingesetzt werden. KS-Bauplatten sind Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 und DIN 20000-402 mit Regelhöhen von 248 mm und einer Dicke < 115 mm, die bei einer Dicke von 70 mm mit einem umlaufenden Nut-Feder-System ausgebildet sind. Die Stoßfugen der KS-Bauplatten werden in der Regel vermörtelt.

#### 6.2 Bauweise ohne Stoßfugenvermörtelung

In der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts wurde ausschließlich Mauerwerk mit Normalmauermörtel und Stoßfugenvermörtelung ausgeführt. Die standardmäßig angesetzte Fugendicke betrug daher 1 cm. Die Steinlänge glatter Steine entspricht daher dem Baurichtmaß abzüglich der Fugendicke (z.B.: 24 cm) (Bild 29).



**Bild 29** Baurichtmaße von Mauerwerk mit und ohne Stoßfugenvermörtelung

Heute werden im Mauerwerksbau in der Regel Steine mit Nut-Feder-System ohne Stoßfugenvermörtelung angewandt. Die Ausführung des Mauerwerks ohne Stoßfugenvermörtelung ist in DIN EN 1996/NA geregelt. Die Steine werden knirsch aneinander gereiht.

Sinnvollerweise erfolgt daher die Planung für die Wandlängen im Baurichtmaß (12,5 cm-Raster). Hinsichtlich der Höhenmaße ergeben Steinhöhe und Lagerfugendicke das Schichtmaß, das stets ein Vielfaches von 12,5 cm und somit das Rohbau-Richtmaß darstellt.

### 6.3 Vertikale Wandausbildung, Höhenausgleich

Bei Planstein-Mauerwerk erfolgt der Toleranz- und Höhenausgleich in der Regel am Wandfuß. Das Aufmauern der Wände beginnt mit einer Höhenausgleichsschicht aus Normalmauermörtel der Mörtelgruppe III, Dicke  $d = 1$  bis 3 cm, und KS-Kimm- oder KS-Wärmedämmsteinen. Die Mörtelschicht dient neben dem Höhenausgleich der Wand zur Herstellung eines planebenen Niveaus in Längs- und Querrichtung und dem Ausgleich von Unebenheiten in der Betondecke (Bild 22).

## 7. Rationelle Verarbeitung

Aus der zuvor beschriebenen, breiten Produktpalette der Kalksandsteinindustrie kann für jeden Anwendungszweck das passende Produkt gewählt werden. Eine gute Arbeitsvorbereitung, moderne Arbeitstechnologien sowie systemgerechte KS-Ergänzungsbauteile ermöglichen eine rationelle Verarbeitung und einen schnellen Baufortschritt (Bild 30).

### 7.1 Arbeitsvorbereitung

Der Arbeitsplanung und Arbeitsvorbereitung kommt bei der Rationalisierung besondere Bedeutung zu.

Auf den Baustellen, in den Betrieben und in den Planungsbüros geht es darum, die Kontinuität der Arbeitsabläufe zu sichern. Dazu einige Regeln:

- Objektunterteilung in Ausführungsabschnitte
- Materialbedarfslisten, unterteilt nach Ausführungsabschnitten, die Baustoffhändler und Polier erhalten, so dass der Abwurf direkt erfolgen kann
- Rechtzeitig die richtigen Mengen abrufen, die Kontinuität und Produktivität sichern durch aktiven Einsatz von Kurbelböcken, Arbeitsbühnen oder Rollgerüsten. Ein Maurer leistet

### 6.4 Querschnittsabdichtung von Kalksandsteinwänden

Als Querschnittsabdichtung für Kalksandsteinwände im Keller (Erddruckbeanspruchung) werden die in DIN 18533-3 genormten, mineralischen Dichtungsschlämme (MDS) empfohlen. Die nach DIN EN 1996/NA ebenfalls zulässigen Bitumendachbahnen mit Rohfilzeinlage (R 500) sind für eine Dünnbettfuge nicht geeignet. Bei Verwendung der R 500 ist die Abdichtung nur in der Dickbettfuge unterhalb der Kalksandsteinwand möglich. Andere Mauersperrbahnen benötigen ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis.

### 6.5 Fenster und Türöffnungen in Kalksandstein-Mauerwerk

Fenster- und Türöffnungen werden rationell durch Stürze (KS-Flachstürze u.a. für Sichtmauerwerk oder KS-Fertigteilstürze) überdeckt. In der Druckzone über Flachstürzen sind die Stoßfugen unabhängig von Mörtelart und Stirnseitenausbildung grundsätzlich zu vermörteln. Fenster- und Türöffnungen lassen sich auch mit deckengleichen Unterzügen überspannen. Geschosshohe Öffnungen können mit entsprechenden, darauf abgestimmten Tür- und Fensterelementen ausgeführt werden (Bilder 27 und 28).

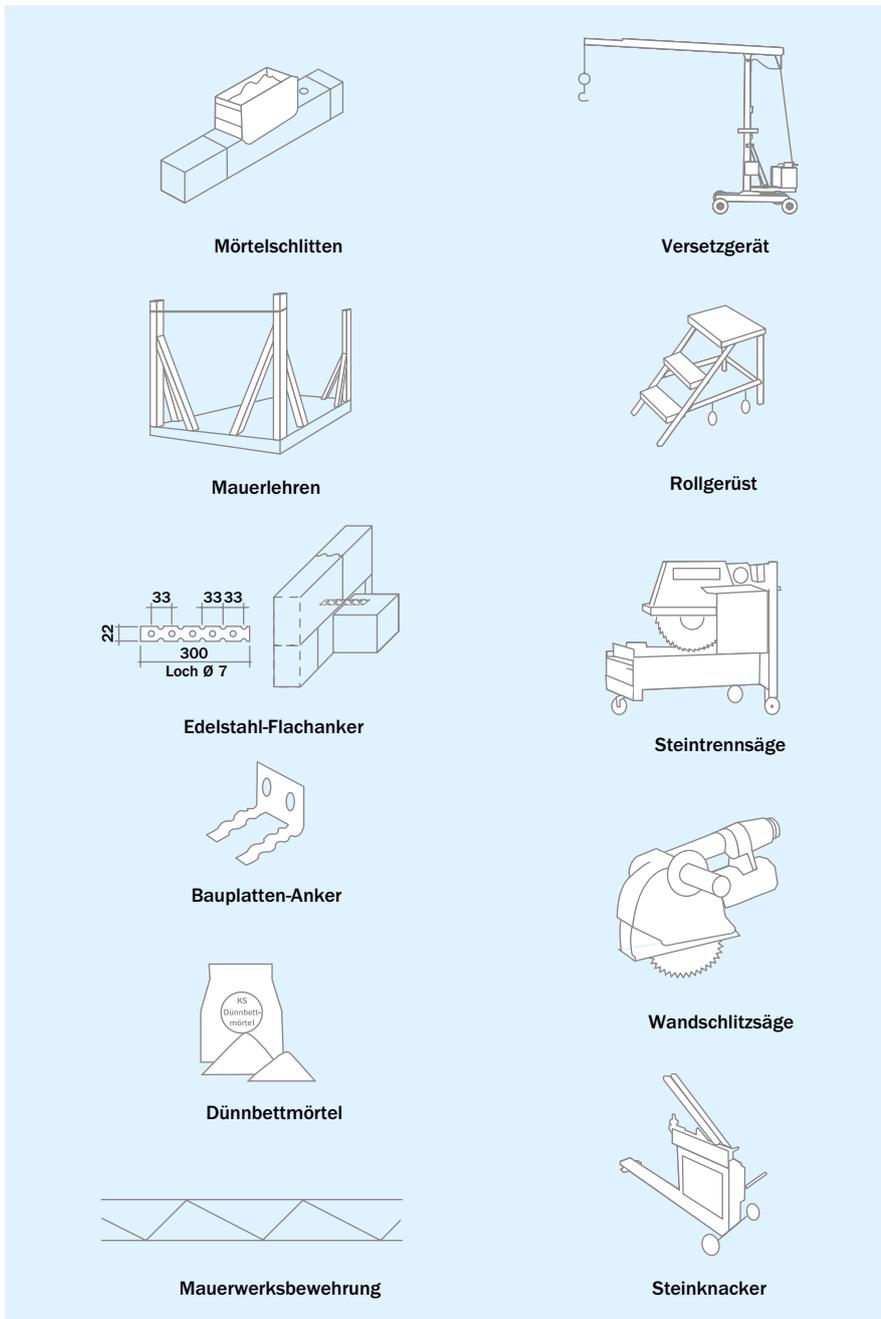
bei der Vermauerung mit Hand mit geringster Anstrengung die größte Menge, wenn die Arbeitshöhe zwischen 60 und 90 cm über Tritthöhe ist.

- Richtiges, überlegtes Abstellen der Mauersteine und Mörtelkübel an der Arbeitsstelle
- Kübel 40 cm hoch über Trittläche aufbocken, um unnötige Bewegungen und Ermüdung zu vermeiden
- Mauerlehren für das Anlegen von Ecken und Öffnungen einsetzen, um die ständige Unterbrechung des Arbeitsrhythmus durch das Benutzen der Wasserwaage zu vermeiden
- Wahl der jeweiligen Mauertechnik und der Steinformate in Abhängigkeit von Gebäudeart und -größe, Platzangebot für Versetzgeräte und Wandzuschnitt

### 7.2 Arbeitstechniken

#### 7.2.1 Mauern von Hand

In einem Merkblatt [6] der Bauberufsgenossenschaft über das Handhaben von Mauersteinen sind Gewichtsobergrenzen für Einhand- und Zweihandsteine für das Vermauern von Hand festgelegt.



**Bild 30** Geräte und Zubehör für die Rationalisierung auf der Baustelle

Die maximal zulässigen Verarbeitungsgewichte von Einhandsteinen, einschließlich der baupraktischen Feuchte, sind in Abhängigkeit von der Greifspanne

- max. 6 kg bei einer Greifspanne von 75 bis 115 mm und
- max. 7,5 kg bei einer Greifspanne von 40 bis 75 mm.

Die maximal zulässigen Verarbeitungsgewichte von Zweihandsteinen sind auf max. 25 kg beschränkt. Die Gewichtsobergrenze von 25 kg hat Konsequenzen auf die Steinformate.

- Die Länge der KS-R-Steine beträgt vorzugsweise 25 cm.
- Bei hohen Rohdichteklassen, z.B. 2,0 für Wände mit hohen Anforderungen an den Schallschutz, werden zum Baustand passende KS-R-Steine mit Schichthöhe  $h = 12,5$  cm angeboten.

Steine, die mehr als 25 kg Verarbeitungsgewicht aufweisen, müssen mit Versetzgerät verarbeitet werden.

### 7.2.2 Mauern mit Versetzgerät

Das Mauern mit einem auf den Geschosdecken verfahrbaren Versetzgerät humanisiert und rationalisiert die Baustelle. Mit dem Versetzgerät werden großformatige KS XL mit einer Greifzange versetzt. Mit zwei Hüben entsteht so eine Wandfläche bis zu 1 m<sup>2</sup> oder 1,25 m<sup>2</sup>, je nach System. Bei hoher Leistung ist die körperliche Belastung der Maurer trotzdem gering und die Kontinuität des Arbeitsablaufes sichergestellt (Bild 32).

Zunächst wird der Dünnbettmörtel mit einem geeigneten Mörtelschlitten aufgezogen, dann werden die Steine versetzt und ausgerichtet. Der Materialnachschub für Steine, Pass- und Ergänzungssteine, Mörtel und Anker muss gewährleistet sein.

Wichtig ist in jedem Fall eine gute Arbeitsvorbereitung, da nur optimale Ergebnisse erreicht werden, wenn einige Grundvoraussetzungen erfüllt sind. Dazu gehört die lückenlose Transportkette von der Produktion bis zur Verwendungsstelle.

Die kürzesten Taktzeiten werden erzielt, wenn die Steinpakete zwischen Versetzgerät und Mauer abgestellt werden (Bild 31). Die Steine werden systemgerecht angeliefert. Das Absetzen erfolgt auf vorbereitetem, ebenem Untergrund, das Umsetzen auf der Baustelle mit einem Steinkorb. Gegebenenfalls ist eine zusätzliche Abstützung der Rohbaudecke zur Aufnahme der Lasten aus Versetzgerät und Steinapfel erforderlich.

### 7.2.3 KS-Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung

Beim Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung werden KS-R-Steine und KS XL knirsch auf der mit Mörtel vorher aufgezo- genen Lagerfuge aneinander gereiht. Das an den Stirnflächen der Steine vorhandene Nut- Feder-System erleichtert es dem Maurer, ebene Wandflächen zu erstellen. Ein Verkanten der Steine wird vermieden und das Mauerwerk ist bereits in der

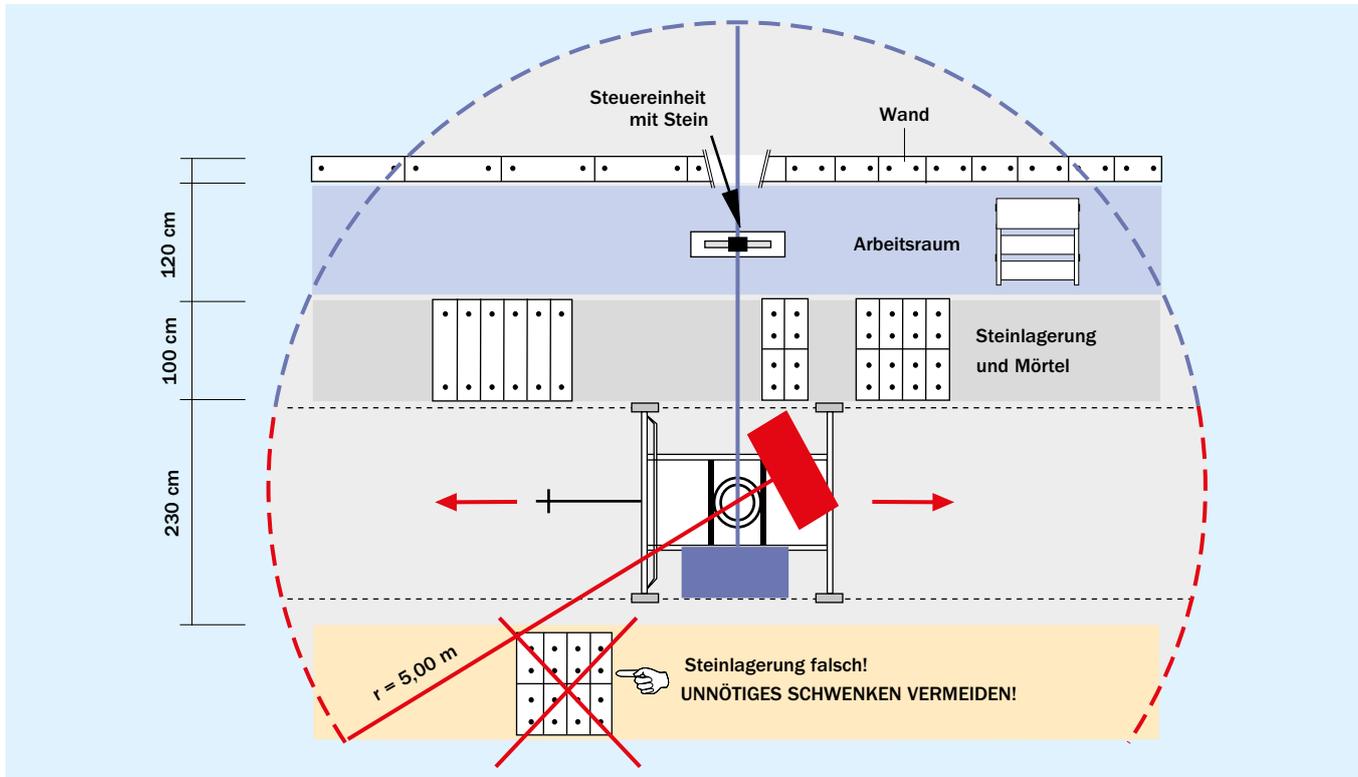


Bild 31 Optimale Baustelleneinrichtung mit kurzen Wegen



Bild 32 Versetzgerät

Rohbauphase optisch dicht. Bei Steinen mit Nut-Feder-System lassen sich so ebene Wandflächen erzielen.

In Ausnahmefällen kann es erforderlich sein, die Stoßfugen zu vermörteln, u.a. bei

- Druckzone von Flachstürzen,
- ggf. bei Kelleraußenwänden, in Abhängigkeit von der Lastabtragung,
- einschaligem Mauerwerk ohne Putz, bei dem Anforderungen an die Wanddichtigkeit oder den Schallschutz bestehen,
- ggf. bei nicht tragenden inneren Trennwänden.

#### 7.2.4 Ausgleichsschicht bzw. Kimmschicht

Das Aufmauern der Wände beginnt mit einer Anlegeschicht aus Normalmauermörtel der NM III, Dicke  $d = 1$  bis 3 cm, und KS-Kimm- und/oder KS-Wärmedämmsteinen. Die Mörtelschicht dient neben dem Höhenausgleich der Wand, zur Herstellung eines planebenen Niveaus in Längs- und Querrichtung und zum Ausgleich von Unebenheiten in der Betondecke (Bilder 33 bis 36).

Das genaue Anlegen der Ausgleichsschicht ist insbesondere bei Mauerwerk mit Dünnbettmörtel wichtig. Die Ausgleichsschicht muss vor dem Weitermauern ausreichend erhärtet sein. Im fachgerechten, exakten Anlegen der Ausgleichsschicht liegen erhebliche Rationalisierungspotenziale beim Aufmauern der Wand.



Bild 33 Mörtel auf die Betonsohle auftragen



Bild 34 Kimmsteine ins Mörtelbett verlegen



Bild 35 Kimmsteine in Querrichtung ausrichten



Bild 36 Kimmsteine in Längsrichtung ausrichten

### 7.2.5 Mörtelauftrag

Der Mörtel wird zweckmäßigerweise mit dem Mörtelschlitten aufgetragen, das Mauerwerk ist ggf. vorzunässen. Mörtelschlitten lassen sich für Normal- und Dünnbettmörtel in der gewünschten Fugendicke genau einstellen und reduzieren Mörtelverluste. Für Dünnbettmörtel ist die vom Mörtelhersteller empfohlene Zahnschiene zu verwenden. Die Breite des Auftragswerkzeugs muss der Wanddicke entsprechen (Bild 39).

Die Lagerfuge wird in Abhängigkeit von der Witterung etwa 2 m vorgezogen und die Steine werden in Reihenverlegetechnik knirsch aneinander gereiht. Gegebenenfalls werden die Steine anschließend mit einem Gummihammer ausgerichtet.

Der gleichmäßige, vollflächige Mörtelauftrag bei Einsatz von Mörtelschlitten ermöglicht ein lückenloses Versetzen der Steine. Bei zweischaligen Haustrennwänden hat das fachgerechte Aufziehen des Dünnbettmörtels den Vorteil, dass kein Mörtel in die Trennfuge fällt und die Schalldämmung somit erhalten bleibt.

### 7.2.6 Pass- und Ergänzungssteine

Für Mauerwerk werden Pass- und Ergänzungssteine zu Beginn der Mauerarbeiten jeweils für eine Wand aus Standardsteinen hergestellt:

- mit einem Steinspaltgerät, vorzugsweise bei Mauerwerk mit Normalmörtel, oder
- mit einer Steinsäge, vorzugsweise bei Mauerwerk mit Dünnbettmörtel (wegen der exakten Schnittkante, z.B. im Bereich der Stoßfuge).

Bei KS XL-PE werden Ausgleichselemente und/oder geschnittene Passelemente systemgerecht vom Hersteller mitgeliefert.

### 7.2.7 Stumpfstoßtechnik

Die liegende Verzahnung bedeutet in vielen Fällen eine Behinderung beim Aufmauern der Wände, bei der Bereitstellung der Materialien und beim Aufstellen der Gerüste. Stumpf gestoßene Wände vermeiden diese Nachteile.

Bei der Bauausführung ist zu beachten, dass die Stoßfuge zwischen Längswand und stumpf gestoßener Querwand voll





**Bild 37** Anreißen der zu erstellenden Wand



**Bild 38** Mörtel für Anschlussfuge auftragen



**Bild 39** Auftragen des Mörtels für die Lagerfuge



**Bild 40** Versetzen eines XL-Elements



**Bild 41** Vollfugiger Stumpfstoßanschluss mit Dünnbettmörtel vor dem Abstreichen



**Bild 42** Versetzen der folgenden Elemente

mit Normalmauer- oder Dünnbettmörtel vermörtelt wird. Die Vermörtelung ist ggf. auch aus statischen und schalltechnischen Gründen wichtig. Aus baupraktischen Gründen wird empfohlen, den stumpfen Wandanschluss durch Einlegen von Edelstahl-Flachankern in die Mörtelfuge zu sichern. Es wird jedoch empfohlen, die Außenecken von Kelleraußenwänden – auch unter Annahme zweiseitiger Halterung – aus konstruktiven Gründen immer miteinander zu verzahnen (Bilder 37 und 41).

### 7.2.8 Mauerlehren

Bei Verwendung von Eck- und Öffnungslehren kann auf das Vorziehen der Ecken und auf Abtreppungen verzichtet werden. Die Schnur lässt sich jederzeit einfach und exakt verstellen.

Innerhalb kürzester Zeit ist das Mauerlehrensystem aufgestellt. Der Maurer setzt die Steine gegen die Öffnungslehren, dabei entfällt das zeitaufwändige schichtweise Einloten der Laibungen. Die Öffnungsmaße werden exakt eingehalten und Abweichungen wie beim Arbeiten mit der Wasserwaage werden vermieden.

### 7.2.9 Arbeitsgerüste

Kurbelböcke, Arbeitsbühnen und Rollgerüste ermöglichen das Arbeiten in der je nach Körpergröße der Maurer günstigen Arbeitshöhe zwischen 60 und 90 cm über Tritthöhe und sind Voraussetzung für hohe Arbeitsleistung bei geringstmöglicher körperlicher Belastung und Ermüdung.

## 8. Wirtschaftliche KS-Wandkonstruktionen

Der Bedarf an Wohnraum ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich angestiegen. Insbesondere in den Ballungsgebieten fehlen hunderttausende neuer Wohnungen vor allem im Bereich des kostengünstigen Bauens. Knappes Bauland und hohe Grundstückspreise verteuern hingegen das Bauen. Die rationelle Nutzung der Grundflächen wird daher immer wichtiger. Schlanke KS-Wände vergrößern bei gleichen Gebäudeaußenmaßen die Wohn- und Nutzfläche gegenüber Gebäuden mit dickeren Wandkonstruktionen um bis zu 7 %. Alternativ kann bei gleich bleibender Wohn- und Nutzfläche das Gebäudevolumen reduziert werden. Dies führt zu einer erheblichen Verbesserung der Wirtschaftlichkeit.

Werden nicht tragende Wände durch hochbelastbare, tragende KS-Wände,  $d = 11,5$  cm, ersetzt, können ggf. auch die Decken durch die geringeren Stützweiten schlanker dimensioniert werden. Die Deckendurchbiegung wird somit reduziert und die Rissicherheit weiter erhöht. Tragende Wände, die nicht durch Querwände ausgesteift sind, sind als zweiseitig gehaltene Wände zu bemessen. DIN EN 1996/NA bietet dazu die Bemessungsgrundlagen und regelt neben der traditionellen Ausführung auch Mauerwerk mit Stumpfstoßtechnik, ohne Stoßfugenvermörtelung

und mit Dünnbettmörtel. Kalksandsteine mit hoher Steindruckfestigkeit und Steinrohichte sind damit bestens geeignet für schlanke, tragende Wände – auch bei Anforderungen an den Schallschutz. Kalksandstein-Außenwände tragen aufgrund des Konzepts der Funktionstrennung besonders auch bei steigenden Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz zu besonders wirtschaftlichen Gebäuden bei. Beispiele für wirtschaftliche KS-Wandkonstruktionen für verschiedene Anwendungsbereiche sind in den Tafeln 7 und 8 zusammengefasst.

Das bewährte KS-Bausystem rationalisiert und humanisiert den Mauerwerksbau bei hoher Qualität und berücksichtigt ökologische Aspekte.

Das KS-Bausystem umfasst wie zuvor beschrieben systemgerechte Mauersteine und Ergänzungsprodukte, berücksichtigt Arbeitsvorbereitung und Arbeitstechniken, ermöglicht die mauerwerksgerechte Planung und Wandoptimierung und die Bemessung von schlanken Wänden. Es bietet damit die Grundlage für die Planung und Errichtung technisch hochwertiger und gleichzeitig kostengünstiger Gebäude. Spezifische KS-Serviceleistungen und komplette Systemlösungen runden das KS-Bausystem ab.



## 9. Zusammenfassung

Tafel 7 Beispiele für KS-Wandkonstruktionen: Schalldämm-Maße  $R_w$  bzw.  $R_{w,2}$  und Wärmedurchgangskoeffizienten  $U$

Außenwände				
	20   17,5 37,5	20   17,5 37,5	11,5   14   17,5 44	11,5   14   17,5 44
U-Wert [W/(m²·K)]	0,15	0,15	0,15 <sup>1)</sup>	0,15 <sup>1)</sup>
Rohdichteklasse [-]	2,0	2,0	2,0	2,0
Direktschalldämm-Maß [dB]	$R_{s,w} = 56,0$	$R_{s,w} = 56,0$	$R_{s,w} = 63,0$ (Summe aus Vor- und Hintermauerschale)	$R_{s,w} = 63,0$ (Summe aus Vor- und Hintermauerschale)
$R_{Dd,w} = R_{s,w} + \Delta R_{Dd,w}$ [dB]	$\Delta R_{Dd,w} = \pm 4$	systemabhängig	$\Delta R_{Dd,w} = +5$ bis $8$ (bei mineralischem Faserdämmstoff)	$\Delta R_{Dd,w} = -2$ (bei Hartschaumdämmstoff)
gegen Außenlärm				
Schalllängsleitung [dB] horizontal und vertikal (nur Hintermauerschale)	$R_{w,1} = 56,0$	$R_{w,1} = 56,0$	$R_{w,1} = 56,0$	$R_{w,1} = 56,0$

Wohnungstrennwände				
	24	1   20   1	30	1   24   1
Rohdichteklasse [-]	1,8	2,0	2,0	2,2
Direktschalldämm-Maß <sup>2)</sup> [dB]	$R_w = 58,5$	$R_w = 58,2$	$R_w = 63,0$	$R_w = 61,8$

Nicht tragende Trennwände		
	7	10
Rohdichteklasse [-]	1,2	1,4
Direktschalldämm-Maß <sup>2)</sup> [dB]	–	–
Direktschalldämm-Maß <sup>2)</sup> [dB]	$R_w = 40,9$	$R_w = 43,1$
	$R_w = 41,9$	$R_w = 46,7$
	$R_w = 43,4$	$R_w = 48,2$

Zweischalige Haustrennwände		
	mit Unterkellerung 	ohne Unterkellerung (Bodenplatte getrennt) 
	15   4   15	20   4   20
Rohdichteklasse [-]	1,8	2,0
Direktschalldämm-Maß [dB]	$R_{w,2} \geq 67$	$R_{w,2} \geq 67$
Schalllängsleitung [dB] horizontal und vertikal	$R_{w,1} = 52,4$	$R_{w,1} = 57,7$

Kelleraußenwände		
	unbeheizt 	beheizt 
	36,5	16   36,5
U-Wert [W/(m²·K)]	2,04	0,19 <sup>3)</sup>
Rohdichteklasse [-]	1,8	1,4
Direktschalldämm-Maß <sup>2)</sup> [dB]	$R_w = 64,1$	$R_w = 60,5$

<sup>1)</sup> 14 cm Dämmstoff  $\lambda = 0,024$  W/(m·K)

<sup>2)</sup> Direktschalldämm-Maße gelten auch für die horizontale und vertikale Schalllängsleitung.

<sup>3)</sup> Perimeterdämmung  $\lambda = 0,036$  [W/(m²·K)] mit Zuschlag  $\Delta U$  nach abZ von 0,04 [W/(m²·K)]

- Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.
- Sofern nicht anders angegeben, wurden bei den Wandkonstruktionen Wärmedämmstoffe mit  $\lambda = 0,032$  W/(m·K) verwendet.
- Aus Gründen der Winddichtigkeit ist auf der Innenseite der Außenwände ein Putz aufzubringen.
- Sofern die Erhöhung des Wandflächengewichts durch beidseitigen Putz (2 x 10 mm ~ 20 kg/m²) erforderlich ist, ist dies in den Zeichnungen angegeben.

- Die Direktschalldämm-Maße  $R_w$  nach DIN 4109-2:2016-07 gelten nur in Verbindung mit beidseitigem Dünnlagenputz ( $d = \sim 5$  mm) oder einseitigem Putz ( $d = \sim 10$  mm) oder mit Stoßfugenvermörtelung.
- Die Direktschalldämm-Maße  $R_w$  beschreiben die Leistungsfähigkeit eines Bauteils ohne Berücksichtigung der Flankenübertragung. Für die vertikale und horizontale Schalllängsleitung im Inneren des Gebäudes ist mit  $R_{w,1}$  zu rechnen.

Kalksandstein hat sich seit mehr als 120 Jahren als Wandbaustoff für Wohn- und Nichtwohngebäude etabliert. Er wird ausschließlich aus den natürlichen Rohstoffen Sand, Kalk und Wasser hergestellt. Kalksandsteine sind vollständig normativ erfasst. Es bedarf deshalb keiner weiteren Dokumente wie Zulassungen, Herstellererklärungen oder Ähnlichem. Auf der Grundlage der europäisch harmonisierten Produktnorm DIN EN 771-2 und der nationalen Anwendungsnorm DIN 20000-402 sind sowohl die Deklaration als auch die Anwendung von Kalksandstein in Deutschland eindeutig geregelt.

Mit einer breiten Palette von Kalksandsteinen verschiedener Formate und unterschiedlicher Druckfestigkeiten und Rohdichteklassen bietet die Kalksandsteinindustrie für nahezu jede Bauaufgabe das passende Produkt.

Systemgerechte Mauersteine und Ergänzungsprodukte, rationelle Verarbeitungstechnologien sowie schlanke und hochleistungsfähige KS-Wandkonstruktionen bilden die Grundlage für qualitativ hochwertiges und gleichzeitig kostengünstiges Bauen.

Tafel 8 Anwendungsbereiche und Besonderheiten der einzelnen KS-Wanddicken

Mauerwerksdicke [cm]	Anwendungsbereich	Besonderheiten
7	Nicht tragende innere Trennwand nach DIN 4103-1	Wohnflächengewinn und Kostenersparnis Feuerwiderstandsklasse EI 60 (F 60-A)
10	Nicht tragende innere Trennwand nach DIN 4103-1	Feuerwiderstandsklasse EI 90 (F 90-A) (bei RDK $\geq 1,8$ unter Verwendung von Dünnbettmörtel oder RDK 1,2 mit 2 x 10 mm Putz), Wohnflächengewinn und Kostenersparnis
11,5	Tragende Innenwand nach DIN EN 1996/NA	Wohnflächengewinn und Kostenersparnis durch schlanke, tragende Innenwand Feuerwiderstandsklasse R 90 (F 90) (Wand beidseitig beflammt)
15	Tragende Innenschale einer zweischaligen Außenwand nach DIN EN 1996/NA	Wohnflächengewinn und Kostenersparnis durch schlanke, tragende Innenschale Die hohe Rohdichte wirkt sich günstig auf den vertikalen und horizontalen Schallschutz aus. Statischer Nachweis nach den vereinfachten Berechnungsmethoden nach DIN EN 1996-3/NA ist möglich.
	Außenwand mit WDVS	
	Zweischalige Haustrennwand (mit Unterkellerung)	2 x 15 cm und beidseitiger Dünnlagenputz bei RDK 1,8: $R'_{w,2} = 67$ dB (erhöhter Schallschutz nach Beibl. 2 DIN 4109), zweischalige Brandwand (REI-M 90) nach DIN 4102-4 bei RDK 2,0
17,5	Einschalige Brandwand	RDK $\geq 1,8$ und Verwendung von Dünnbettmörtel, bei KS XL zusätzlich mit aufliegender REI 90 (F 90)-Geschossdecke als konstruktive obere Halterung
	Außenwand mit WDVS	Standard-Außenwand bei mehrgeschossigen Gebäuden Statischer Nachweis nach den vereinfachten Berechnungsmethoden nach DIN EN 1996-3/NA ist möglich.
	Zweischalige Haustrennwand (mit Unterkellerung)	2 x 17,5 cm und beidseitiger Dünnlagenputz bei RDK 1,8: $R'_{w,2} \geq 67$ dB (erhöhter Schallschutz nach Beibl. 2 DIN 4109), zweischalige Brandwand (REI-M 90)
20	Wohnungstrennwand	Mit beidseitig 10 mm Putz bei RDK 2,0: <b>Direktschalldämm-Maß</b> $R_w = 58,2$ dB
	Einschalige Brandwand	Feuerwiderstandsklasse REI-M 90 RDK 2,0 und Verwendung von Dünnbettmörtel
	Zweischalige Haustrennwand (ohne Unterkellerung)	2 x 20 cm mit RDK 2,0 und mindestens 4 cm dicke Trennfuge mit Dämmschicht, Fundamentplatte getrennt auf gemeinsamen Fundament und beidseitigem Dünnlagenputz: $R'_{w,2} = 67$ dB
24	Wohnungstrennwand	Mit beidseitig 10 mm Putz bei RDK 2,2 hervorragender Schallschutz möglich: <b>Direktschalldämm-Maß</b> $R_w = 61,8$ dB
	Kelleraußenwand	Gut geeigneter Untergrund für das Aufbringen von Bitumen dickbeschichtung ohne zusätzliche Putzschicht und als sichtbar bleibendes Mauerwerk innen mit verschlammten Fugen
30/36,5	Kelleraußenwand	Gut geeigneter Untergrund für das Aufbringen von Bitumen dickbeschichtung ohne zusätzliche Putzschicht und als sichtbar bleibendes Mauerwerk innen mit verschlammten Fugen. 30 cm Wanddicke mit RDK 2,0 auch als Wohnungstrennwand bei hohen Schallschutzanforderungen; <b>Direktschalldämm-Maß</b> $R_w = 63,0$ dB

RDK = Steinrohrichteklasse

## Literatur

- [1] DIN EN 771-2:2015-11 Festlegungen für Mauersteine – Teil 2: Kalksandsteine; Deutsche Fassung EN 771-2:2011+A1:2015
- [2] DIN 20000-402:2017-01 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 402: Regeln für die Verwendung von Kalksandsteinen nach DIN EN 771-2:2015-11
- [3] DIN EN 1996/NA (Eurocode 6): Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
- [4] VERORDNUNG (EU) Nr. 305/2011 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates
- [5] DIN 4103-1:2015-06: Nichttragende innere Trennwände – Teil 1: Anforderungen und Nachweise
- [6] BGI 695 (bisher Z/H 1/610), Merkblatt Handhaben von Mauersteinen, Fachausschuss Bau, Oktober 1992

## Bildnachweise

Bild S. 12, Bild 1, Bild 4, Bild 5, Bild S. 16, Bild S. 17, Bild 7, Bild 8, Bild 9, Bild 10, Bild 11, Bild 12, Bild 13, Bild 14, Bild 15, Bild 16, Bild 17, Bild 18, Bild 19, Bild 20, Bild 21, Bild 22, Bild 23, Bild 24, Bild 27, Bild 28, Bild 32, Bild 33, Bild 34, Bild 35, Bild 36, Bild S. 31, Bild 37, Bild 38, Bild 39, Bild 40, Bild 41, Bild 42, Bild S. 33.  
Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.