



BEI STEINGEWICHTEN  
**ÜBER 25 KG**  
SIND VERSETZGERÄTE  
EINZUSETZEN

## 1. Einleitung

Der Begriff des „Mauerns“ steht für solide, dauerhafte Arbeit, die allen gestellten Anforderungen gerecht wird. Dies wird auch in der Umgangssprache deutlich: Wenn beim Fußball die Mauer richtig steht, ist sie stark und unüberwindbar.

Das ist auch bei der Mauer aus Stein und Mörtel so. Mauersteine aus Kalksandstein der Steindruckfestigkeitsklasse (SFK) 12 weisen eine Druckfestigkeit auf, die einem Beton der Güte C12/15 entspricht. Kalksandsteine der SFK 20 weisen eine Druckfestigkeit auf, die einem Beton der Güte C20/25 entspricht.

Mauerwerk kann schnell und wirtschaftlich hergestellt werden. Im Gegensatz zu Fertigbauteilen lassen sich auf der Baustelle noch Planänderungen ohne großen Aufwand umsetzen.

Wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer Bauart haben die verwendeten Arbeitstechniken sowie die Arbeitsvorbereitung. Ein kontinuierlicher Materialfluss, ablaufgerechte Baustelleneinrichtung und die sinnvolle Anordnung der Lagerplätze der Baustoffe sorgen für höchste Leistungsfähigkeit. Auf diese Weise werden Transporte innerhalb der Baustelle auf ein Minimum begrenzt und Arbeitsunterbrechungen für die Umrüstung von Geräten und Gerüsten reduziert.

Das Mauern lässt sich nach verschiedenen Kriterien unterscheiden:

- **Verarbeitungsart:**  
In der Regel ist die Art der Verarbeitung abhängig vom Gewicht. Man unterscheidet das Mauern von Hand und das Mauern mit Versetzgerät.
- **Stoßfugenausbildung/Stoßfugenvermörtelung:**  
Von der Kalksandsteinindustrie werden neben den klassischen Kleinformaten mit glatten Stoßfugenausbildungen vor allem Steine mit Nut-Feder-System angeboten. Bei Steinen mit Nut-Feder-System (Kurzzeichen R für rationell) wird im Regelfall auf die Vermörtelung der Stoßfugen verzichtet.
- **Mörtelart:**  
Das Versetzen/Mauern der Kalksandsteine erfolgt bei Plansteinen und -elementen in Dünnbettmörtel sowie bei kleinformatischen Kalksandsteinen in Normalmauermörtel.
- **Bauweise mit Fuge/  
Bauweise ohne Fuge:**  
Die Unterscheidung nach DIN 4172 in „Bauweise mit Fuge“ – gemeint ist mit 1 cm Stoßfuge – und „Bauweise ohne Fuge“ hängt eng mit der Stoßfugenausbildung und der verwendeten Mörtelart zusammen.

Die Unterscheidung der Erstellung von Mauerwerk wird im Folgenden nach dem Kriterium Verarbeitungsart beschrieben.

Die Handvermauerung hat insbesondere bei Sichtmauerwerk (innen und außen), als auch bei nachträglich zu errichtenden Fassaden (z.B. Sanierungen) seine Berechtigung.

In der Ausbildung hat die Vermauerung von Hand auch heute noch eine große Bedeutung.

Das Vermitteln der Handwerkskunst lässt sich an der Handvermauerung optimal zeigen, wie z.B.:

- Anlegen der Mauerwerksverbände
- Einhalten der Überbindemaße
- Herstellen von Pass-Steinen

Das Mauern von Hand, als klassische Form des Mauerns, nimmt bei Neubauten immer weiter ab. Verstärkt werden dort großformatige Steine, z.B. KS XL, mit Versetzgerät verarbeitet.

Das Mauern mit großformatigen Steinen und Versetzgeräten hat den Arbeitsalltag und das Arbeitsbild des Maurers verändert. Die hohe Arbeitsleistung, die durch den Einsatz von maschinellen Versetzhilfen und Versetzgeräten erzielt werden kann, macht Mauerwerksbauten wirtschaftlich noch interessanter. Wie bei der Handvermauerung gelten auch hier die gleichen grundsätzlichen Handwerksregeln.

Für den Erfolg einer Baustelle sind arbeitsgerechte Lieferung, Baustellenvorbereitung und Arbeitsorganisation von wesentlicher Bedeutung.

## 2. Mauern von Hand

Die Handvermauerung findet vor allem Anwendung für:

- Innen- und Außensichtmauerwerk aus kleinformatigen Steinen
- Nachträgliches Erstellen von Innenwänden
- Sanierung und Umbau bestehender Gebäude
- Arbeiten geringen Umfangs

### 2.1 Steingewichte

Mauersteine mit einem Gewicht von bis zu 25 kg lassen sich über einen eingeschränkten Zeitraum noch von Hand vermauern. Bei Steingewichten über 25 kg sind Versetzgeräte einzusetzen. Um das theoretische Ver-

arbeitungsgewicht eines Kalksandsteins zu ermitteln, werden folgende Angaben benötigt:

- Format (Länge · Breite · Höhe)
- Steinrohddichte (angegeben in Rohdichteklassen)
- Einbaufeuchte (in Masseprozent, sofern gemessen)

Hierzu ein Beispiel:

- Format  
2 DF (240 mm · 115 mm · 113 mm)
- Steinrohddichteklasse RDK 1,8
- Einbaufeuchte 5 M.-%

Die Berechnung des Einzelsteingewichtes erfolgt näherungsweise wie folgt:

1. Volumen des Steins:  
 $240 \text{ mm} \cdot 115 \text{ mm} \cdot 113 \text{ mm} = 3.118.800 \text{ mm}^3 = 3.118 \text{ cm}^3 = 3,1 \text{ dm}^3$
2. Mittlere Steinrohddichte der Steinrohddichteklasse 1,8:  
 RDK 1,8 (1,61 kg/dm<sup>3</sup> bis 1,80 kg/dm<sup>3</sup>) = **1,7 kg/dm<sup>3</sup>**
3. Einbaufeuchte des Mauersteins: Eine übliche Lagerungsbedingung vorausgesetzt, beträgt der Feuchtegehalt von Kalksandstein: **5 M.-%**
4. Das anzusetzende Einzelsteingewicht beträgt also:  
 $3,1 \text{ dm}^3 \cdot 1,7 \text{ kg/dm}^3 \cdot 1,05 = 5,5 \text{ kg}$

### INFO

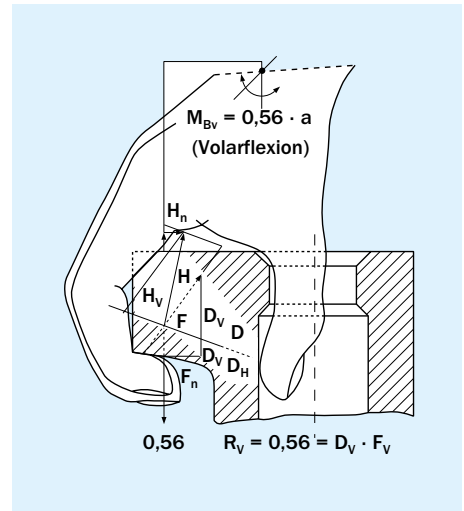
Das Merkblatt der Bau-Berufsgenossenschaften „Handhabungen von Mauersteinen“ [1] ist zu beachten.

## 2.2 Griffhilfen

Die Handhabung von Mauersteinen lässt sich nicht allein aufgrund des Einzelsteingewichtes beurteilen. Dies führt zu einer falschen Bewertung, wie Prof. Dr. Landau, TH Darmstadt, Institut für Arbeitswissenschaft, im Rahmen einer Untersuchung über die Verarbeitbarkeit von Steinen feststellte [2].

Auch Kalksandstein-Plansteine mit hohem Gewicht lassen sich ohne große körperliche Belastung vermauern. Voraussetzungen sind eine richtige ergonomische Gestaltung dieser Steine mit optimierten Griffhilfen und

die durchdachte Einrichtung des Arbeitsplatzes. Kalksandsteine für die Handvermuerung sind mit optimierten Griffhilfen versehen. Hierbei handelt es sich um ergonomisch angeformte Ober- und Untergriffe (Bild 1), die zu einer Arbeitserleichterung und körperlichen Entlastung des Maurers führen.



**Bild 1** Mittelformatiger Kalksandstein mit optimierter Griffhilfe

Neben der geringeren körperlichen Belastung des Maurers ergeben sich erhebliche Arbeitszeiteinsparungen gegenüber dem Vermauern von klein- und mittelformatigen Steinen ohne Griffhilfen. Das Merkblatt der Bau-Berufsgenossenschaften „Handhabungen von Mauersteinen“ [1] wird dabei eingehalten.

Weitere Erleichterungen und Arbeitszeiterparnisse bringen Hilfsmittel wie Mörtelschlitten und Versetzgeräte.

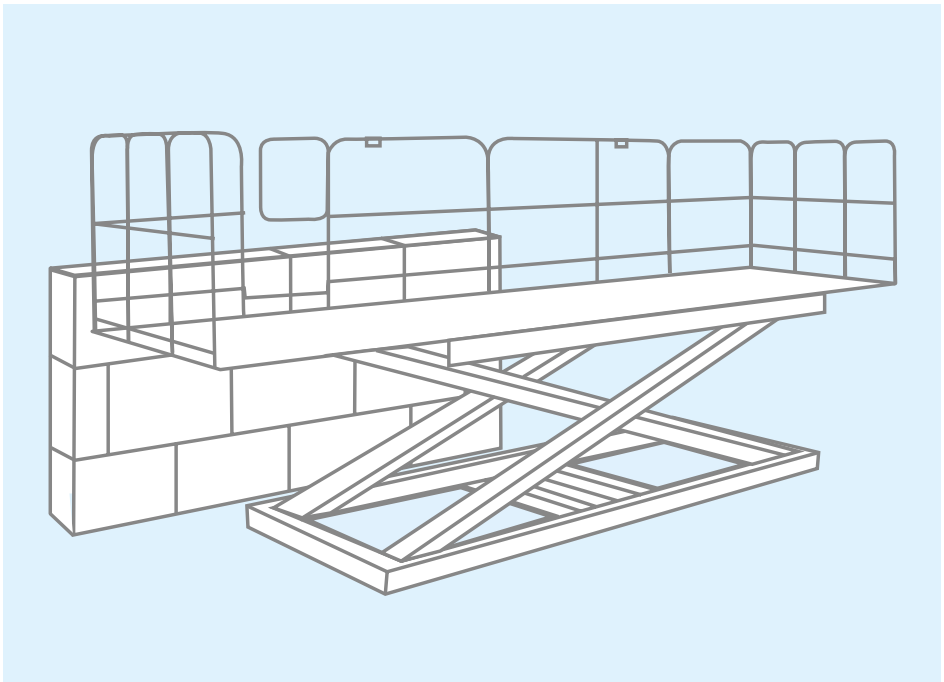
### 2.3 Optimale Arbeitshöhe

Ein Maurer verarbeitet bei der Handvermuerung die größte Menge an Mauersteinen

bei geringster Anstrengung, wenn die Arbeitshöhe zwischen 60 und 90 cm über Tritthöhe liegt. Durch den aktiven und rechtzeitigen Einsatz von Kurbelböcken, Arbeitsbühnen oder Rollgerüsten lässt sich die Arbeitshöhe flexibel anpassen.

Ermüdungsfreies Arbeiten bei geringstmöglicher körperlicher Belastung ist eine Voraussetzung für hohe Motivation. Durch die verringerte körperliche Belastung wird die Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft des Maurers erhalten.

Das richtige und überlegte Abstellen der Steinpakete und der Mörtelkübel ist entscheidend für die optimale Arbeitshaltung. Es empfiehlt sich, die Mörtelkübel



**Bild 2** Hydraulisch höhenverstellbare Arbeitsbühnen führen zu effektivem und belastungsarmem Mauern von Hand.

ca. 40 cm über Trittläche aufzubooken. Dadurch werden unnötige Hubbewegungen und somit vorzeitige Ermüdung vermieden.

Auch elektrische oder hydraulische Arbeitsbühnen sind flexibel auf jede Arbeitshöhe einstellbar.

## 2.4 Arbeitsorganisation

Der Arbeitsraum zwischen Materiallage- rung und zu errichtender Wand ist für die ungehinderte Bewegung des Maurers frei zu halten. Mörtelkübel und Stein- stapel stehen deshalb in einer Flucht. Bei zu kleinem Arbeitsraum werden die Drehbewegungen des Maurers behindert. Bei zu großem Arbeitsraum sind Zwischenschritte erforderlich, die zu längeren Taktzeiten führen. Die

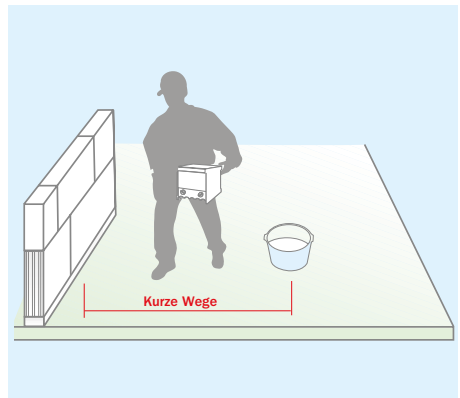
Belastung des Maurers steigt in beiden Fäl- len an, da die Zeit zum Versetzen des Steins verlängert wird und somit die Leistung ab- sinkt.

Unnötige Arbeitsunterbrechungen ent- stehen, wenn der Materialnachschieb nicht stimmt. Es ist deshalb wichtig, dass die je- weils benötigten Mengen rechtzeitig abge- rufen und am Arbeitsplatz zur Verfügung ge- stellt werden.

Die Mörtelkübel werden so angeordnet, dass die Füllung eines Mörtelschlittens bis zum nächsten Mörtelkübel reicht. Der Raum zwischen den Mörtelkübeln wird mit Mau- ersteinen aufgefüllt. Am zweckmäßigsten wird die Einrichtung des Arbeitsplatzes (die Standorte für Mörtelkübel und Steinpakete) im Vorfeld angezeichnet, Bild 3.



**Bild 3** Die Festlegung der Lagerflächen für die Kalksandsteine erfolgt rechtzeitig vor Anlieferung des Materials.



**Bild 4** Kurze Wege sind die Voraussetzung für eine hohe Mauerleistung.

### 3. Mauern mit Versetzgerät

Der Einsatz großformatiger Steine wurde durch Versetzgeräte erst möglich. Sie sind bei Steingewichten ab 25 kg zu verwenden.

#### 3.1 Versetzgerät

Verschiedene Baugerätehersteller bieten unterschiedliche Versetzgeräte an. Versetzgeräte, wie auch besonders Versetzzangen, sind nur in einwandfreiem technischem Zustand einzusetzen. Die Dornen der Zange greifen in die dafür vorgesehenen Dornlöcher der Plansteine und -elemente. Durch die Kinematik der Zange entsteht nach dem Aufnehmen ein Formschluss zwischen den Dornen und dem KS-Stein. Es ist zu gewährleisten, dass die Dorne ausreichend tief eintauchen. Die mindestens 70 mm tiefen Dornlöcher der Steine sind daher von eventuellen Verschmutzungen zu befreien. Die Kontaktflächen an den Dornen der Zange (z.B. Kegelspitze oder Schweißpunkt) sind regelmäßig vom Maurer zu überprüfen, damit ein sicheres Arbeiten mit Versetzgeräten gewährleistet ist (Bild 5).

Beim Einsatz von Versetzgeräten ist auf die Tragfähigkeit der Stahlbetondecken zu achten. Da während der Bauphase höhere Verkehrslasten auftreten können als im Nutzungszustand, z.B. durch ungünstige Lastfallkombinationen infolge Lagerung von Steinpaketen auf Zwischendecken, sind ggf. Montagestützen nach Anweisung des Statikers zu setzen. Um die Verfahrbarkeit der Versetzgeräte sicherzustellen, legt die Bauleitung vor Beginn des Mauerns in einem Ablaufplan die Reihenfolge der Wände und das Umsetzen des Versetzgerätes fest. Damit der Normalmauermörtel der Kimm-schichten ausreichend fest werden kann, werden diese mit ausreichendem Vorlauf zum Aufmauern der Wände angelegt. Ge-

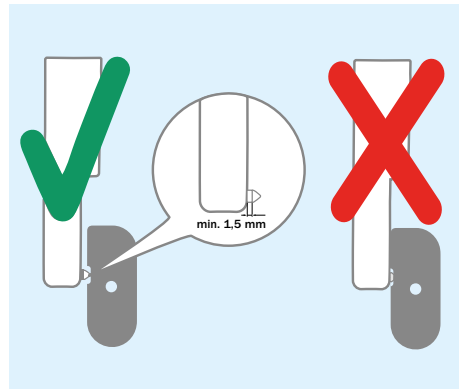


Bild 5 Korrektes Tragsystem der Versetzzange

gebenenfalls sind Fahrspuren in den Kimm-schichten freizuhalten, um das Verfahren der Versetzgeräte von einem Raum in den anderen zu ermöglichen.

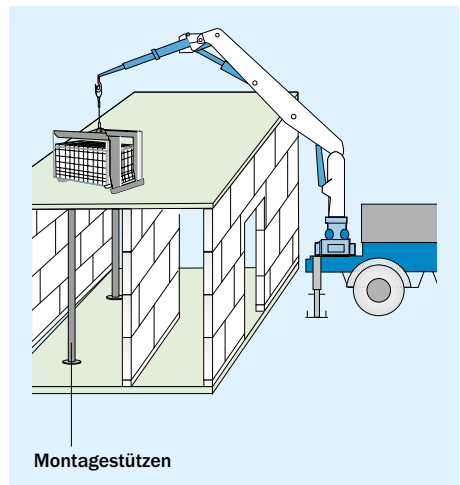


Bild 6 Eventuell erforderliche Montagestützen sind in Abstimmung mit dem Statiker zu setzen.

### 3.2 Pass- und Ergänzungssteine

Die Bereitstellung von Pass- und Ergänzungssteinen kann die wirtschaftliche Erstellung einer Mauerwerkswand wesentlich unterstützen. Die Verwendung vorgefertigter Pass- und Ergänzungssteine ist deshalb grundsätzlich zu empfehlen. Bereits in der Planungsphase werden hier die Weichen für wirtschaftliches und rationelles Mauern gestellt.

Je nachdem, welches Steinsystem gewählt wurde, werden Pass- und Ergänzungssteine bereits auf die Baustelle fertig angeliefert.

Wenn Pass- und Ergänzungssteine auf der Baustelle hergestellt werden, so werden diese zu Beginn der Mauerarbeiten jeweils für eine Wand aus Standardsteinen hergestellt. Dies geschieht bei Steinen für Dünnbettmörtel vorzugsweise mit einer Steinsäge – wegen der exakten Schnittkante, z.B. im Bereich der Stoßfuge.

Bei großformatigen Kalksandsteinen KS XL können Ergänzungs-elemente im 12,5 cm-Raster (Oktametermaß) und/oder geschnittene Passelemente systemgerecht vom Werk mitgeliefert werden.

### 3.3 Überbindemaß bei KS XL

Bei KS XL ist das Überbindemaß von  $l_{oi} \geq 0,4 \cdot \text{Steinhöhe}$  der Regelfall. Da dies aber nicht an allen Stellen baupraktisch ausführbar ist, sind nach DIN EN 1996/NA für Ausnahmefälle für die Anwendung von KS XL auch Reduzierungen des Überbindemaßes zulässig. Das Mindestüberbindemaß beträgt immer 12,5 cm.

Die Verringerung des Überbindemaßes ist in der Bemessung der Wände zu berücksichtigen. Änderungen auf der Baustelle sind daher unbedingt mit der Bauleitung bzw. dem Statiker abzustimmen.

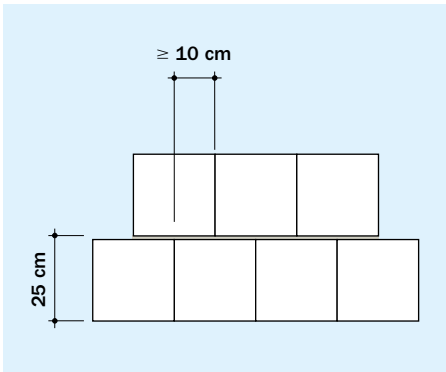


Bild 7 Mindestüberbindemaß  $l_{oi}$  für KS-Plansteine

Tafel 1 Überbindemaß  $l_{oi}$  in Abhängigkeit von der Steinhöhe

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



**INFO**

Für die Lastverteilung im Mauerwerk ist die **halbsteinerige Überbindung ideal** ( $I_{of} = 0,5 \cdot \text{Steinlänge}$ ). Das lässt sich nicht immer realisieren. Das Überbindemaß sollte aber dennoch so groß wie möglich sein.

**3.4 Stoßfugenvermörtelung**

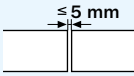
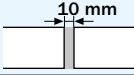
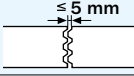
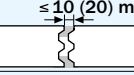

Kalksandsteine mit Nut-Feder-System werden in der Regel ohne Stoßfugenvermörtelung knirsch versetzt. Die in DIN EN 1996/NA maximal zulässige Stoßfugenbreite von 5 mm kann mit KS-Plansteinmauerwerk problemlos eingehalten werden. Stoßfugen > 5 mm sind im Steinrandbereich beidseitig mit Mörtel (DM oder NM) zu schließen. Die Fugenbreite bei vermörtelten Stoßfugen soll in Einzelfällen 20 mm nicht überschreiten.

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 Rohbauphase optisch dicht.

In Ausnahmefällen kann es erforderlich sein, die Stoßfugen zu vermörteln, z.B. bei:

- der Druckzone von Flachstürzen,
- Kelleraußenwänden, in Abhängigkeit von der Lastabtragung,
- einschaligem Mauerwerk ohne Putz, bei dem Winddichtigkeit gefordert ist, sowie
- bei nicht tragenden inneren Trennwänden, dreiseitig gehalten mit oberem freien Rand.

**Tafel 2 Stoßfugenausbildung von KS-Mauerwerkswänden**

Stoßfugenausbildung – Anforderungen	Schemaskizze (Aufsicht auf Steinlage)
1 Ebene Stoßfugenausbildung <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Steine knirsch verlegt</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gesamte Stoßfuge vollflächig vermörtelt Stoßfugenbreite: 10 mm</li> </ul>	
2 Stoßfugenausbildung mit Nut-Feder-System <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Steine knirsch verlegt</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Steinrandbereiche vermörtelt</li> </ul>	
3 Stoßfugenausbildung eines geschnittenen Steins an Nut-Feder-System (knirsch gestoßen) <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Empfehlung: Steinrandbereiche vermörteln</li> </ul>	

Im statischen Sinn als vermörtelt gilt eine Stoßfuge, wenn mindestens die halbe Steinbreite über die gesamte Steinhöhe vermörtelt ist. Die erforderlichen Maßnahmen zur Erfüllung weiterer bauphysikalischer Anforderungen sind gesondert zu betrachten.

**INFO**

Im statischen Sinn als vermörtelt gilt eine Stoßfuge, wenn mindestens die halbe Steinbreite über die gesamte Steinhöhe vermörtelt ist.

**3.5 Wandhöhen/Höhenausgleich**

Jede Wandhöhe lässt sich durch die richtige Auswahl der Steinformate herstellen. Die Wandhöhe ergibt sich aus:

1. Höhe des Anlege-, Kimmschichtmörtels (1 bis 3 cm)
2. Höhe der KS-Kimmsteine (Höhenausgleichssteine)
3. Höhe und Anzahl der Regelschichten (Vielfaches von 50 cm bzw. 62,5 cm)

Das Versetzen der ersten Steinschicht (Kimmschicht) erfolgt in Normalmauermörtel NM III (zügig abbindender Zement-

mörtel), Dicke  $d = 1$  bis 3 cm. Diese Ausgleichsschicht dient dem Höhenausgleich der Wand, der Herstellung eines planebenen Niveaus in Längs- und Querrichtung und dem Ausgleich von Unebenheiten in der Betondecke. Das ist für das Versetzen der folgenden Steinschichten in Dünnbettmörtel besonders wichtig. Putzmörtel ist als Anlegemörtel ungeeignet.

Zum Höhenausgleich werden in der Regel spezielle KS-Kimmsteine oder zur Reduzierung von Wärmebrücken wärmetechnisch optimierte KS-Wärmedämmsteine eingesetzt. Die Kimm- und Wärmedämmsteine werden in verschiedenen Steinhöhen angeboten.

Höhenausgleichssteine müssen die gleiche Druckfestigkeit aufweisen wie die Regelsteine. Das Überbindemaß ist einzuhalten.

**INFO**

Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

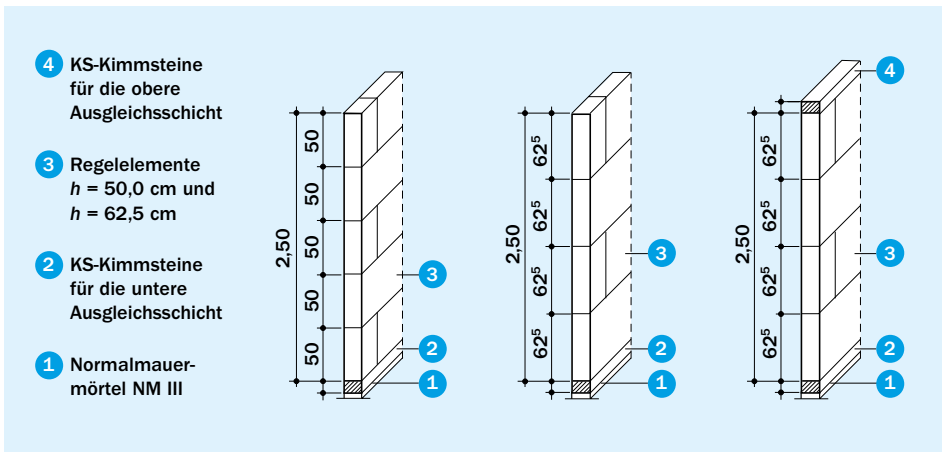
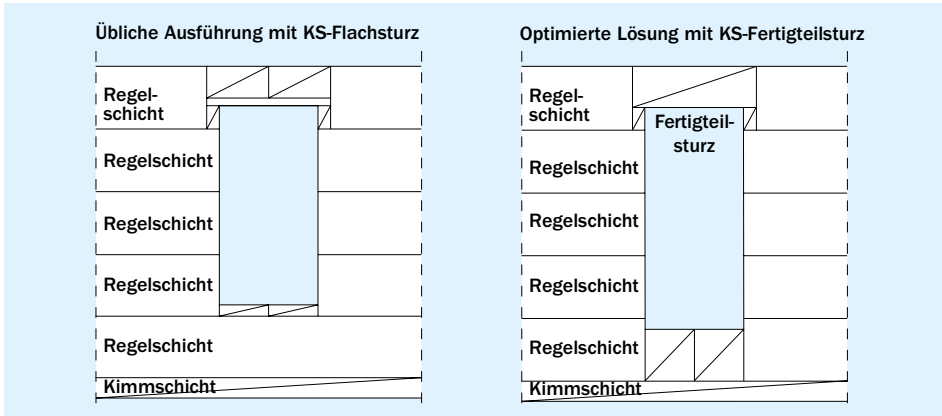


Bild 8 Jede Wandhöhe kann hergestellt werden.



**Bild 9** Bei der Festlegung der Kimmhochhöhen sollten Brüstungshöhe und Sturzaufleger berücksichtigt werden.

Der Einsatz von Steinen zum Höhenausgleich ist sowohl am Wandfuß als auch am Wandkopf möglich. Bei der Festlegung der Kimmhochhöhen empfiehlt es sich, den Höhen-

ausgleich nach Möglichkeit am Wandfuß so zu wählen, dass die Restwandhöhe durch die Regelelementhöhe teilbar ist.

## 4. Öffnungsüberdeckung

Die Überdeckung von Öffnungen erfolgt in der Regel mit vorgefertigten Stürzen, die schnell und rationell versetzt werden können. Für optisch anspruchsvolles Sichtmauerwerk kommen vorgefertigte Mauerstürze, aber auch vor Ort erstellte Stürze oder Bögen zum Einsatz.

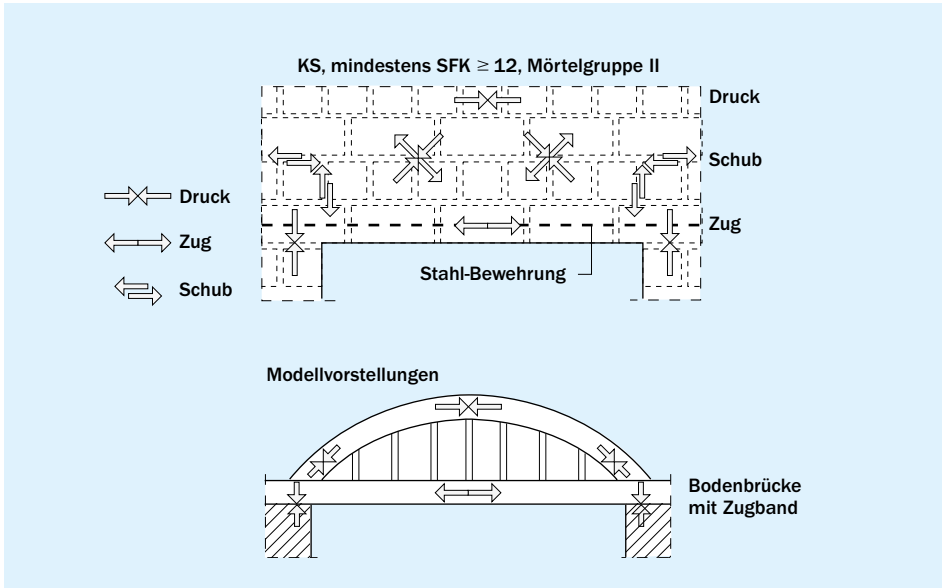
Stürze und Bögen haben die Aufgabe, die darüber liegenden Lasten über die Sturzaufleger in die Wände abzuleiten. Bei der Ableitung dieser Lasten entstehen Horizontalkräfte, die im Sturz und in den Auflagern aufgenommen werden müssen.

Stürze werden auf Biegung beansprucht. Die Unterseite will sich aufgrund der darü-

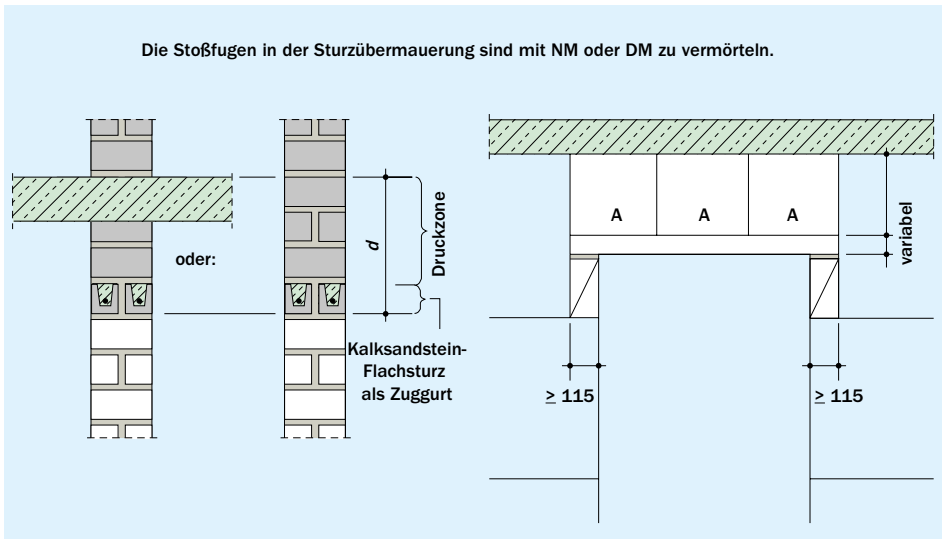
ber liegenden Last verlängern, die Oberseite verkürzen. Auf der Unterseite entstehen somit Zugspannungen, auf der Oberseite Druckspannungen.

Mauerwerk kann sehr gut Druckkräfte aufnehmen. Es ist aber nur sehr begrenzt in der Lage, Biegezugspannungen aufzunehmen.

Aus diesem Grund bestehen Mauerwerkstürze aus einem oben liegenden Druckgurt und einem unten liegenden Zuggurt (Bild 10). Dabei wird der Zuggurt aus der Stahlbewehrung des Sturzes und der Druckgurt aus der Übermauerung (mit vermörtelten Stoßfugen) gebildet.



**Bild 10** Zur Lastableitung über Öffnungen muss ein Zuggurt (unten) und ein Druckgurt (oben) ausgebildet werden.



**Bild 11** Die Druckzone oberhalb des KS-Sturzes kann aus Mauerwerk, Beton oder einer Kombination davon bestehen.

#### 4.1 KS-Stürze

Vorgefertigte Stürze sind Bauteile, die als Fertigteile auf die Baustelle angeliefert werden. Lieferbar sind:

- KS-Flachstürze, mit Schichthöhen bis zu 12,5 cm (auch für Sichtmauerwerk)
- KS-Fertigteilstürze, mit Schichthöhen bis zu 50 cm

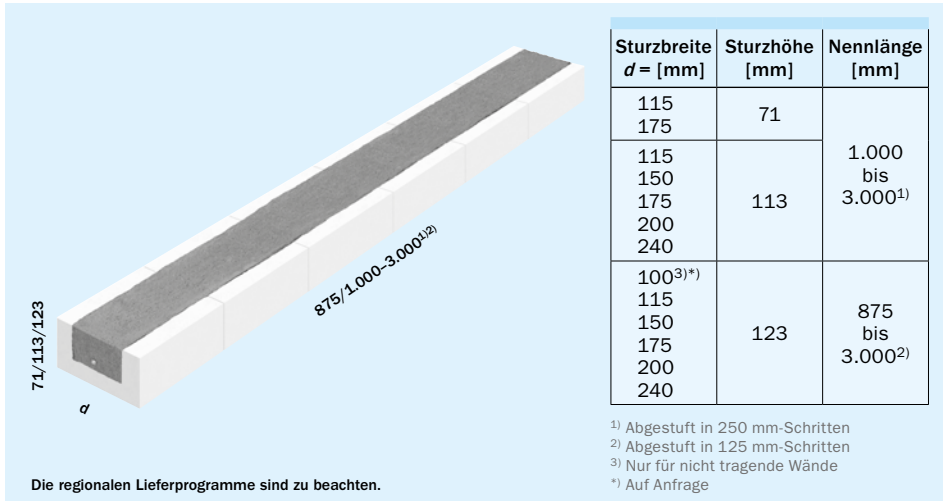


Bild 12 KS-Flachstürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)

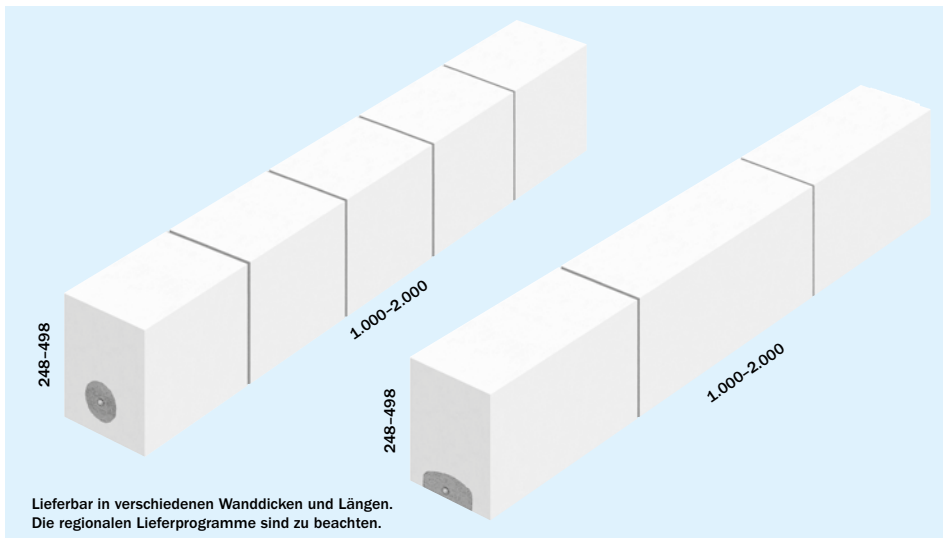


Bild 13 KS-Fertigteilstürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)

Während Flachstürze erst durch die Übermauerung ihre volle Tragfähigkeit und Funktion erhalten, sind Fertigteilstürze direkt nach dem Versetzen voll belastbar.

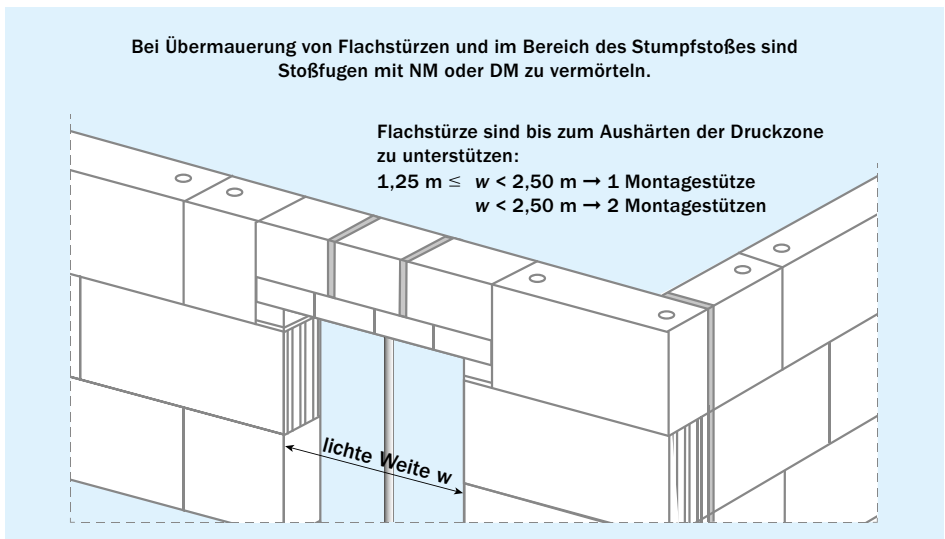
Die Ausführung eines vor Ort geschalteten Betonsturzes ist wesentlich aufwändiger und damit kostenintensiver als der Einsatz eines vorgefertigten KS-Sturzes. KS-Stürze bieten zusätzlich den Vorteil eines einheitlichen Putzgrundes mit dem angrenzenden Mauerwerk.

Die Bemessung von KS-Flachstürzen und KS-Fertigteilstürzen erfolgt nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ). KS-Stürze dürfen nicht durch Einzellasten belastet werden. Die Hersteller von KS-Flachstürzen und KS-Fertigteilstürzen haben sich zur Werbegemeinschaft KS-Sturz zusammengeschlossen und bieten in ihrem Internet-Auftritt ([www.ks-sturz.de](http://www.ks-sturz.de)) einfache Bemessungstabellen.

Die Tragfähigkeit des Sturzsystems ist abhängig von der Höhe der Übermauerung. In der Druckzone stellt sich eine Gewölbewirkung ein.

Vor dem Aufmauern bzw. dem Aufbetonieren muss die Oberseite der KS-Stürze sorgfältig gereinigt und vorgemischt werden. Die vorgefertigten KS-Stürze werden von Hand oder mit Versetzhilfe satt im Mörtel (NM III oder DM) verlegt. Die Auflagerlänge beträgt mindestens 11,5 cm. Für das Auflager ist zu beachten, dass tragende Querschnitte (z.B. Pfeiler und Wandenden) nach DIN EN 1996-1-1 eine Mindestfläche von 400 cm<sup>2</sup> aufweisen müssen.

KS-Flachstürze sind bis zur Aushärtung der Druckzone (Übermauerung oder Betondecke) abzustützen, Bild 14. Als Anhaltswert kann hierbei von sieben Tagen ausgegangen werden.



**Bild 14** Bei der Übermauerung von Flachstürzen und im Bereich des Stumpfstoßes sind die Stoßfugen grundsätzlich mit Normalmauer- oder Dünnbettmörtel zu vermörteln.

Bei der Herstellung der Druckzone sind die Stoßfugen vollflächig zu vermörteln, unabhängig von deren Ausbildungen (glatt oder Nut-Feder). Für die Übermauerung müssen Steine mindestens der Steindruckfestigkeitsklasse 12 und Normalmauermörtel der Gruppen II, IIa, III oder Dünnbettmörtel verwendet werden. Trockene Steine sind vorzunässen – sie sollten jedoch beim Vermauern oberflächlich wieder abgetrocknet sein.

Bei KS-Fertigteilstürzen ist die Druckzone fester Bestandteil des gelieferten Sturzes. Eine Montageunterstützung ist daher nicht erforderlich.

#### INFO

**Beschädigte Stürze dürfen nicht verwendet werden.**

## 4.2 Gemauerte Stürze

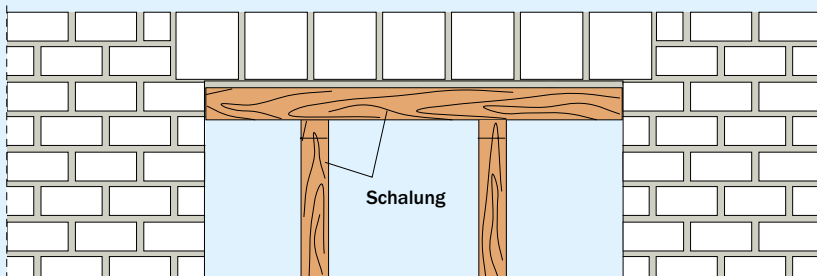
Bei anspruchsvollem KS-Sichtmauerwerk werden Öffnungen mit KS-U-Schalen übermauert. Sie lassen sich architektonisch in den Mauerwerksverband eingliedern.

Gemauerte Stürze aus KS-U-Schalen werden mit vermörtelter Stoßfuge auf vorgefertigter Schalung versetzt, bewehrt und mit Beton verfüllt.

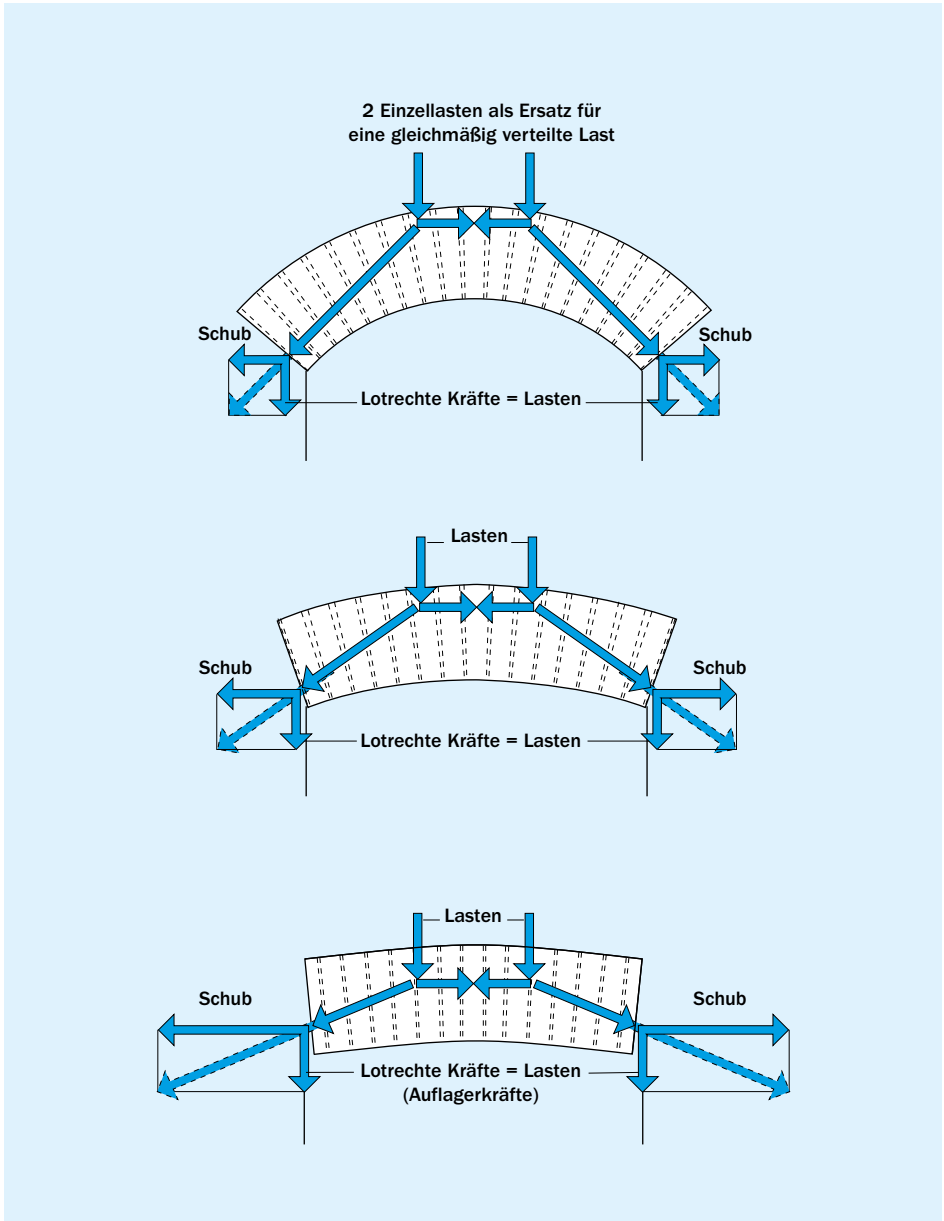
Bei außen liegendem Sicht- und Verblendmauerwerk sind bei der Verwendung von 11,5 cm dicken KS-U-Schalen korrosionsgeschützte Bewehrungsstäbe zu verwenden. Die Mindestbetonüberdeckungen sind einzuhalten.

#### INFO

**Produktionsbedingt können geringe Farbunterschiede zwischen KS-U-Schalen oder KS-Stürzen und dem übrigen Mauerwerk auftreten.**



**Bild 15** Ein aus KS-U-Schalen gemauerter Sturz ist bis zum Aushärten des Betons abzustützen.



**Bild 16** Je kleiner die Überhöhung (der Stich) eines Bogens ist, desto größer ist der Horizontal-schub in den Widerlagern.

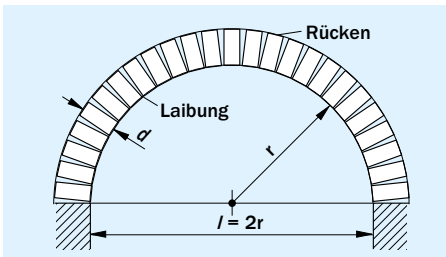


### 4.3 Gemauerte Bögen

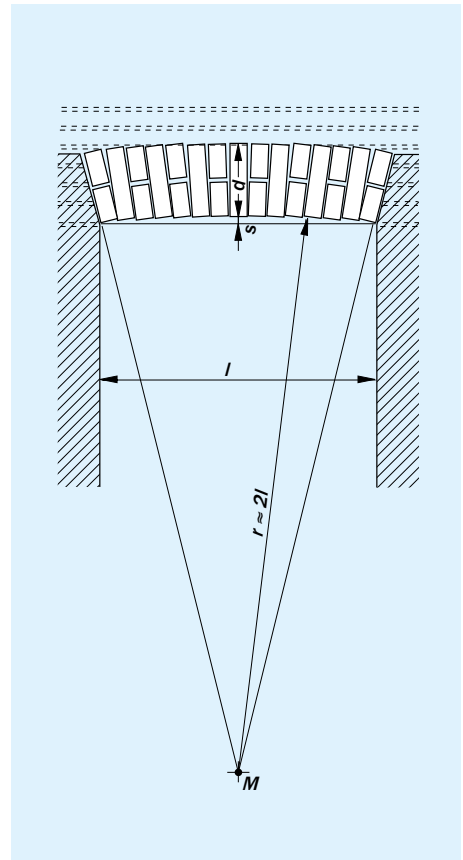
Die Herstellung von gemauerten Bögen setzt grundlegende Kenntnisse der Tragwirkung von Bögen voraus. In gemauerten Bögen herrschen theoretisch nur Druckspannungen. Tatsächlich müssen die Vertikallasten, die auf den Bogen einwirken, in die seitlichen Widerlager eingeleitet werden. Deshalb wird die Last schräg abgelei-

tet. Daraus resultiert das „Schieben“ in den Widerlagern (Bild 16).

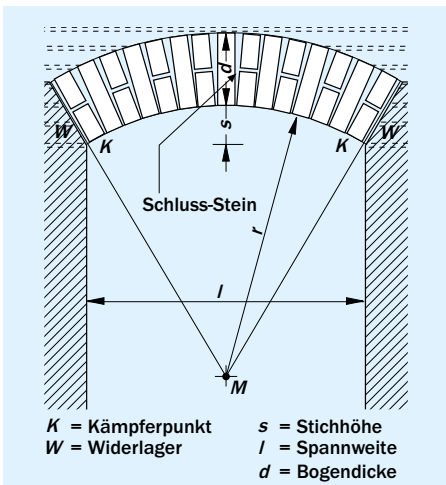
Die Horizontallasten müssen von den seitlichen Widerlagern aufgenommen werden. Dabei ist bei größerem Bogenstich die Horizontallast (das „Schieben“) im Vergleich zur Vertikallast geringer. Aus diesem Grund wurden im Mittelalter Bögen nur als gotische Bögen (Spitzbögen) oder romanische Bögen (Rundbögen) verwendet.



**Bild 17** Beim Rundbogen beträgt der Bogenstich exakt die Hälfte des Durchmessers.



**Bild 19** Beim scheinrechten Bogen muss der Bogenstich (Überhöhung) mindestens 2 cm betragen.



**Bild 18** Beim Segmentbogen wird der Bogenstich in Abhängigkeit von der Spannweite gewählt.

$K$  = Kämpferpunkt  
 $W$  = Widerlager  
 $s$  = Stichhöhe  
 $l$  = Spannweite  
 $d$  = Bogendicke

Heute übliche Formen für Bögen sind:

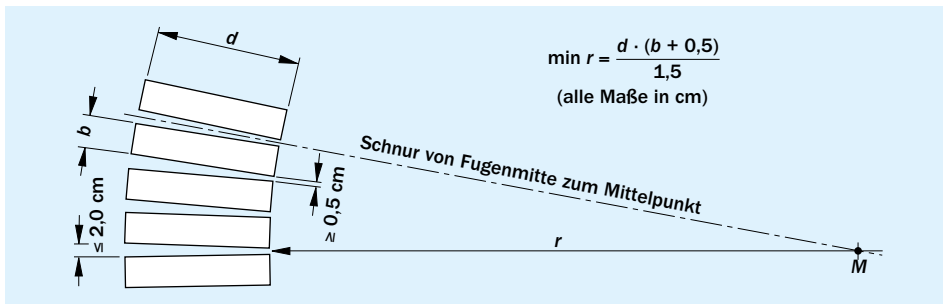
- Rundbogen
- Segmentbogen (Flachbogen)
- Scheitrechter Bogen

Die Fugen am Bogenrücken (Mauer-  
außenseite) dürfen nach DIN EN 1996-2  
nicht dicker als 2 cm sein. An der Laibung  
(Mauerinnenseite) soll die Fugendicke so  
dünn wie möglich gehalten werden. Übli-  
cherweise wird ein Mindestmaß von 0,5 cm  
angegeben.

Bögen sollen möglichst aus einer ungeraden  
Anzahl von Schichten bestehen, damit  
der Schlussstein mittig sitzt. Zur Konstruk-

tion eines Bogens sind verschiedene Werte  
festzulegen:

- Art des Bogens (z.B. Rundbogen)
- Spannweite des Bogens  
(lichte Öffnungsbreite)
- Bogendicke
- Steinhöhe, bei Rundbögen ist hier die  
Steinbreite einzusetzen
- Fugendicke am Bogenrücken,  
nach DIN EN 1996-2 max. 2 cm
- Fugendicke an der Laibung (Mauer-  
innenseite), üblicherweise  $\geq 0,5$  cm
- Anzahl der Schichten,  
möglichst ungerade



**Bild 20** Radius, Bogendicke und Steinhöhe sind voneinander abhängig.

**Tafel 3** Mindestradius  $r$  von Rundbögen [cm]

Bogendicke $d$ [cm]	Steinhöhe <sup>1)</sup> $b$ [cm]		
	5,2	7,1	11,3
24	91	122	192
36,5	139	185	292

<sup>1)</sup> Bei Rundbögen die Steinbreite

**INFO**

Bei gemauerten Bögen sind Vollsteine zu verwenden.

Es empfiehlt sich, eine Bogenlehre anzulegen, auf der die Schichten angezeichnet werden. Somit ist gewährleistet, dass die Schichten gleichmäßig hergestellt werden und ein sauberer Bogen entsteht.

**Herstellen einer Flachbogenlehre**

Das Brett, aus dem die Bogenlehre hergestellt werden soll, muss so lang wie die

Spannweite (lichte Öffnungsweite) und einige cm breiter als die Stichhöhe sein. Mitig und rechtwinklig dazu wird ein langes Brett zum Auftragen der Bogenachse und des Bogenmittelpunktes angenagelt. Die genaue Lage des Mittelpunktes, in welchem der Schnurnagel eingeschlagen wird, kann durch Probieren, Rechnen oder durch Anreißen ermittelt werden. Ausgangswerte beim Anreißen sind die vorhandene Spannweite und der gewünschte Stich.

Damit der Bogenscheitel genau auf eine Lagerfuge trifft, der Kämpferpunkt jedoch nicht, darf die Stichhöhe nicht ein Vielfaches der Schichhöhe sein.

- 1 Brett, aus dem die Flachbogenlehre geschnitten wird
- 2 Brett für Bogenachse und Schnurnagel
- 3 Verlängerungslatte
- 4 Winkeleisen
- 5 Schnur
- 6 Kämpferpunkt
- 7 Sehne
- 8 Bogen
- 9 Scheitelpunkt
- 10 Sehne halbiert
- 11 Schnurnagel im Bogenmittelpunkt
- 12 Verlängerte Sehnenhalbierende
- 13 Bogenachse

Der Bogenmittelpunkt liegt im Schnittpunkt der verlängerten Sehnenhalbierenden auf der Bogenachse. Die am Schnurnagel befestigte Schnur wird auch beim Mauern zum Einrichten der Widerlager und zum Ausrichten der Stein- und Fugenmitten benötigt.

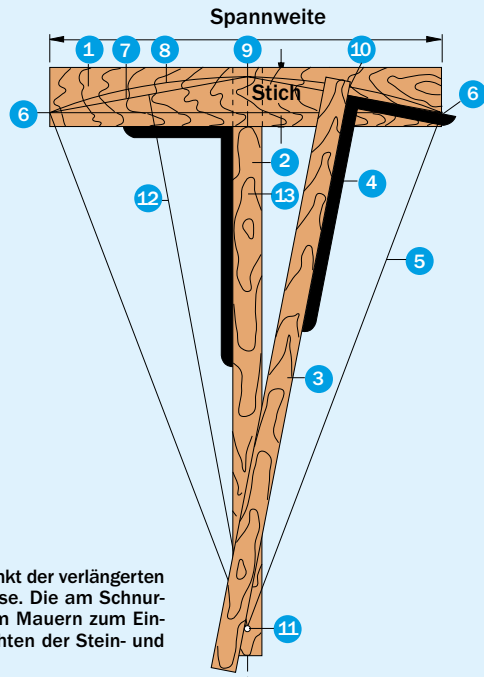


Bild 21 Anreißen einer Flachbogenlehre

Vorgehensweise (Bild 21):

1. Zunächst werden die Kämpferpunkte **6** mit dem Scheitelpunkt **9** erbunden.
2. Die Verbindungslinien (Sehnen) werden halbiert und von diesen Mittelpunkten **10** aus im rechten Winkel Latten angelegt.
3. Wo diese Latten auf die Bogenachse treffen, ist der Bogenmittelpunkt **11**.
4. Hier wird der Schnurnagel eingeschlagen, mit der Schnur und einem Bleistift der Bogen angerissen und anschließend mit der Säge ausgeschnitten.
5. Mit einem biegsamen Maßstab oder einer Schnur wird zunächst die Bogenlänge ermittelt.
6. Die Bogenlänge geteilt durch die geringste Schichtdicke (Steindicke + 0,5 cm) ergibt die Höchstzahl der Schichten. Die nächstniedrigere ganze Zahl – bei Sichtmauerwerk die nächstniedrigere ganze ungerade Zahl – ergibt die Anzahl der Schichten.

Tafel 4 Stichhöhen und Öffnungswinkel beim Flachbogen

Stichhöhe $s$	Öffnungswinkel $\alpha$
1/6 Spannweite	74°
1/8 Spannweite	56°
1/10 Spannweite	45°
1/12 Spannweite	38°

Zwischenwerte können interpoliert werden.



Bild 23 Ausführung eines Flachbogens auf einer Holzschablone

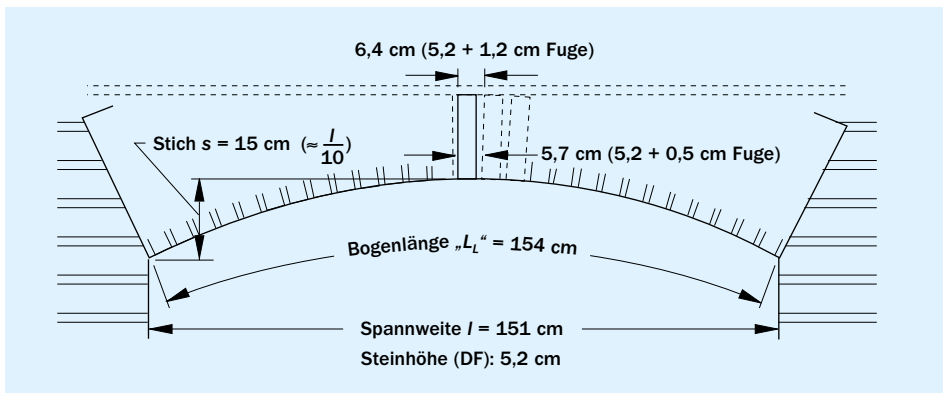


Bild 22 Anreißen der Schichten auf der Bogenlehre – Beispiel Flachbogen

### Beispiel Flachbogen mit 151 cm Spannweite

Bei einer Stichhöhe von 15 cm (1/10 der Spannweite von 151 cm) und Verwendung von DF-Steinen ( $d = 24$  cm und  $b = 5,2$  cm) ergeben sich folgende Werte für die Bogenlehre:

- Art des Bogens: Flachbogen
- Spannweite des Bogens:  $l = 151$  cm
- Stichhöhe:  $s = l \cdot 1/10 = 151/10 \approx 15$  cm
- Öffnungswinkel:  $\alpha = 45^\circ$
- Radius: 
$$r = (h/2 + l^2) / (8 \cdot s)$$
$$= (15/2 + 151^2) / (8 \cdot 15) = 196$$
 cm
- Bogendicke:  $d = 24$  cm
- Steinbreite:  $b = 5,2$  cm
- Länge der Bogenlaibung: 
$$L_L = l/2 \cdot \pi \cdot \alpha/360$$
$$= 151/2 \cdot 3,14 \cdot 45/360 = 154$$
 cm
- Länge des Bogenrückens: 
$$L_R = 2 \cdot (r + d) \cdot \pi \cdot \alpha/360$$
$$= 2 \cdot (196 + 24) \cdot 3,14 \cdot 45/360 = 173$$
 cm
- Angenommene Fugendicke:  $F = 0,5$  cm
- Anzahl der Schichten: 
$$n = (L_L - F) / (b + F)$$
$$= (154 - 0,5) / (5,2 + 0,5) = 26,9$$
  
=> gewählt: 27 Schichten
- Fugendicke an der Laibung: 
$$F_L = (L_L - n \cdot b) / (n + 1)$$
$$= (154 - 27 \cdot 5,2) / (27 + 1) \approx 0,5$$
 cm
- Fugendicke am Rücken: 
$$F_R = (L_R - n \cdot b) / (n + 1)$$
$$= (173 - 27 \cdot 5,2) / (27 + 1) \approx 1,2$$
 cm

### Beispiel Rundbogen mit 101 cm Spannweite

Bei einem Rundbogen mit einer Spannweite von 101 cm ( $r = 50,5$  cm) kann das Bogenmauerwerk nur mit liegend vermauerten DF-Steinen ( $d = 11,5$  cm und  $b = 5,2$  cm) ausgeführt werden. Daraus ergeben sich folgende Werte für die Bogenlehre:

- Art des Bogens: Rundbogen
- Spannweite des Bogens:  $l = 101$  cm
- Bogendicke:  $d = 11,5$  cm
- Steinbreite:  $b = 5,2$  cm
- Länge der Bogenlaibung:  $L_L = l/2 \cdot \pi = 101/2 \cdot 3,14 = 159$  cm
- Länge des Bogenrückens:  $L_R = (l/2 + d) \cdot \pi$   
 $= (101/2 + 11,5) \cdot 3,14 = 195$  cm
- Angenommene Fugendicke:  $F = 0,5$  cm
- Anzahl der Schichten:  $n = (L_L - F) / (b + F)$   
 $= (159 - 1) / (5,2 + 1) = 27,7$   
 $\Rightarrow$  gewählt: 27 Schichten
- Fugendicke an der Laibung:  $F_L = (L_L - n \cdot b) / (n + 1)$   
 $= (159 - 27 \cdot 5,2) / (27 + 1) \approx 0,7$  cm
- Fugendicke am Rücken:  $F_R = (L_R - n \cdot b) / (n + 1)$   
 $= (195 - 27 \cdot 5,2) / (27 + 1) \approx 1,9$  cm

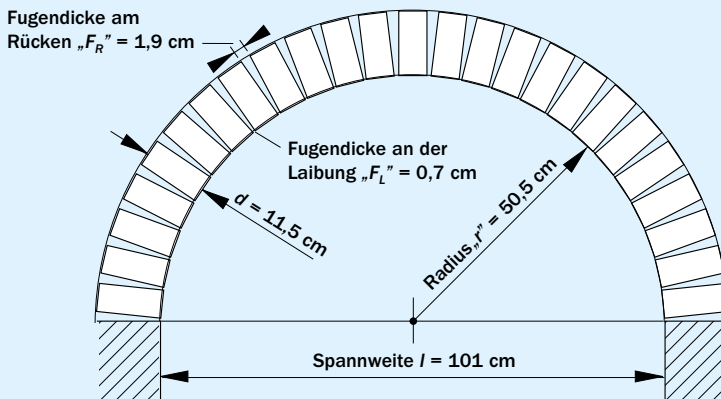


Bild 24 Beispiel eines Rundbogens mit liegend vermauerten DF-Steinen

## 5. Mauern bei Frost und Hitze

Das Arbeiten bei Frost ist bei allen Mauersteinsorten (Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton, Bimsstein, Betonstein) und bei Beton grundsätzlich kritisch. Die kalten Temperaturen verhindern bzw. verzögern das Abbinden des Mörtels und stören somit den Haftverbund zwischen Stein und Mörtel. Aus diesem Grund sind auch frisches Mauerwerk und Beton vor Frosteinwirkung rechtzeitig zu schützen, z.B. durch Abdecken. Auf dem gefrorenen Mauerwerk darf nicht weitergemauert werden. Durch Frost oder andere Einflüsse beschädigte Teile von Mauerwerk sind vor dem Weiterbau abzutragen.

Wann „Frost“ im Sinne der DIN EN 1996-2 vorliegt, lässt sich nicht nur durch Ablesen des Thermometers ermitteln. Folgende Kriterien sind einzuhalten:

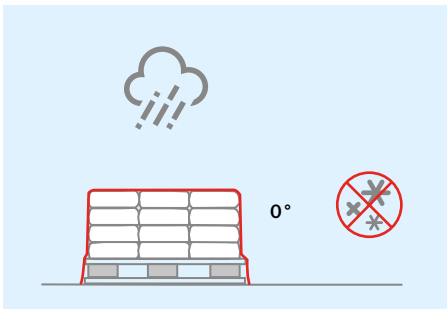
- Gefrorene Steine dürfen nicht eingesetzt werden, auch nicht mit sogenannten frosttauglichen Lagerfugenmaterialien.
- Auf gefrorenem Untergrund darf nicht gemauert werden.
- Frisches Mauerwerk ist vor Frost zu schützen.



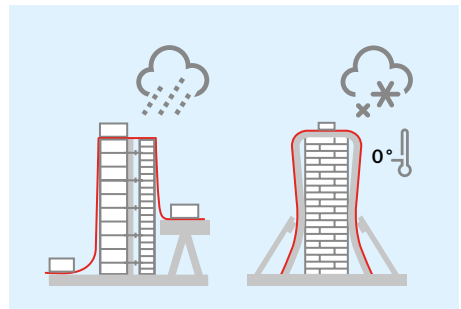
**Bild 26** Das frische Mauerwerk ist vor Frost zu schützen, z.B. durch Abdecken mit Folie.

### INFO

Das Mauern bei Frost bedarf nach VOB-C: DIN 18330 grundsätzlich der Zustimmung des Auftraggebers und darf nach DIN EN 1996/NA nur unter besonderen Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Das frische Mauerwerk ist vor Frost zu schützen.



**Bild 25** Lagern von Stein und Mörtel



**Bild 27** Frisches KS-Mauerwerk ist vor Regen und Frost zu schützen.

Der Einsatz von Frostschutzmitteln oder Salzen zum Auftauen ist nicht zulässig. Die umweltschädliche Wirkung von chloridhaltigen Tausalzen ist bekannt. Bei dem Einsatz auf Baustellen können diese hoch aggressiven Salzlösungen zur Zerstörung von Bauteilen aus Mauerwerk und Beton und zur beschleunigten Korrosion der Stahleinglagen führen. In DIN EN 1996 wird auf diese Gefahr besonders hingewiesen. Die beim Auftauen entstehenden Salzlösungen können in Wand- und Deckenbauteile eindringen und dort physikalische und chemische Schäden verursachen. Das kann bereits bei geringen Chloridkonzentrationen zu mehr oder weniger starken Schäden führen.

Daher sind Arbeitsplätze und Arbeitsflächen auf der Baustelle auf keinen Fall mit Tausalzen, sondern mechanisch oder unter Verwendung von Wasserdampfpflanzen von Eis und Schnee zu befreien. Weiterhin besteht die Gefahr, dass Ausblühungen im Mauerwerk auftreten, die zu Folgeschäden in Putz und Anstrich führen können.

Für den Streu- und Spritzbereich bestehender Gebäude dürfen ebenfalls keine Tausalze verwendet werden.

#### INFO

**Der Einsatz von Salzen zum Abtauen ist nicht zulässig (DIN EN 1996-2/NA). Dies gilt für Baustellen und bestehende Gebäude.**



**Bild 28** Bei starker Hitze ist das Vornässen der Mauersteine notwendig.

Starke Hitze führt zu einer schnellen Verdunstung des Anmachwassers, das im frisch verarbeiteten Mörtel enthalten ist. Die Verdunstung kann durch Wind noch beschleunigt werden. Liegen diese Bedingungen längere Zeit vor, kann das dazu führen, dass nicht mehr ausreichend Wasser für den Erhärtungsprozess des Mörtels vorhanden ist und die erforderliche Festigkeit des Mörtels sowie die feste Verbindung des Mörtels mit dem Stein nicht erreicht werden. Sehr trockene Steine können dem Mörtel auch Teile des Anmachwassers entziehen. Für das Mauern mit Maurermörtel wird unter den beschriebenen Bedingungen empfohlen, sehr trockene Mauersteine zeitig vor dem Mauern gründlich vorzunässen und die frisch erstellten Wände durch Abdecken mit Folien vor zu schnellem Austrocknen zu schützen.



## 6. Reinigen von KS-Mauerwerk

Das Mauerwerk ist so zu erstellen, dass es nicht gereinigt werden muss.

Verblendmauerwerk ist grundsätzlich während der Bauphase vor Verunreinigung und übermäßigem Wasserzutritt zu schützen, z.B. durch Abdecken mit Folie.

Da Säuren und andere starke chemische Reinigungsmittel die Steinoberflächen angreifen können, ist auf diese Mittel bei neu erstelltem KS-Verblendmauerwerk zu verzichten. Das „Absäuern“ mit Salzsäure führt bei KS-Verblendmauerwerk zu Schäden und ist nach DIN 18330, Abschnitt 3.2.6 nicht zulässig. Dies ist besonders bei Sicht- und Verblendmauerwerk zu beachten.

Eventuell vorhandene Verunreinigungen, wie Mörtelspritzer und Staub, sind vor Beginn der Maler- oder Verfugarbeiten zu entfernen.

Fehlstellen im Mauerwerk, wie Hohlstellen, Fugenabriss über 0,2 mm Breite (im Sichtmauerwerk) und vertikal oder horizontal verlaufende Risse, sind auszubessern.



Bild 29 Reinigen mit Dampfstrahlgerät

### INFO

**Imprägnierungen oder Anstriche können Verarbeitungsfehler oder optische Mängel nicht dauerhaft überdecken.**

Leichte Verschmutzungen lassen sich bei frischem Verblendmauerwerk einfach mechanisch, z.B. mit einem Spachtel, entfernen. Reinigungsmethoden für stärkere Verschmutzungen sind in Tafel 5 zusammengefasst. Chemische Reinigungsmittel sollten nur bei hartnäckigen Verschmutzungen, am besten mit nachfolgender Imprägnierung, verwendet werden. Bei deckenden Beschichtungen können Beschädigungen am Mauerwerk durch Verspachteln mit einem speziellen Reparaturmörtel saniert werden.

### INFO

**Das Reinigen des KS-Verblendmauerwerks mit Salzsäure ist nach VOB-C: DIN 18330 nicht zulässig. Die gewählte Reinigungsmethode ist an einer Probefläche zu testen.**

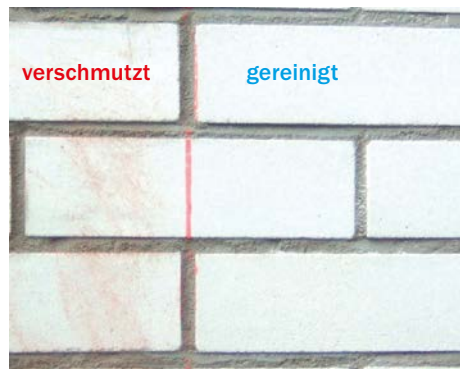


Bild 30 Reinigungseffekt, Beispiel Reinigung mit Schleifpapier, feinste Körnung

Tafel 5 Reinigungsmethoden

Art der Reinigung	Geeignet für	Ausführung
	<b>Leichte Verschmutzungen und kleine Flächen</b>	
<b>Trockenreinigung mit Schleifpapier</b>	Verschmutzungen, jedoch nicht für fett- und ölhaltige Ablagerungen sowie Sprühlack	Schleifen von Hand per Schleifklotz, bei größeren Flächen mit Maschineneinsatz (Schwingschleifer). Geeignet sind Schleifpapiere mit feiner bis mittlerer Körnung.
<b>Trockenreinigung mit Porenbetonstück oder Reinigungsstein</b>	Verschmutzungen auf kleinen bis mittelgroßen Flächen, jedoch nicht für fett- und ölhaltige Ablagerungen sowie Sprühlack	Schleifen von Hand. Der entstehende Staub kann anschließend abgefegt werden.
<b>Nassreinigung mit Haushaltsreiniger (Tenside, Seife, Citrat)</b>	normale Ablagerungen und Verschmutzungen	Verdünnung mit Wasser ca. 1:200, bei starker Verschmutzung auch unverdünnte Anwendung. Auftragen mit der Wurzelbürste, gründlich nachspülen mit Wasser. Bei der Reinigung größerer Flächen ist das Schmutzwasser aufzufangen.
<b>Reinigung mit Tensidlösung (z.B. Alkutex Schmutzlöser)</b>	fett- und ölhaltige Ablagerungen und Verschmutzungen	Auftragen des Reinigers mit der Wurzelbürste, gründlich nachspülen mit Wasser. Bei der Reinigung größerer Flächen ist das Schmutzwasser aufzufangen.
	<b>Stärkere Verschmutzungen und große Flächen</b>	
<b>Nassreinigung mit Hochdruckreinigung, Dampfstrahlreinigung</b>	großflächige, stärkere Verschmutzungen, Verstaubungen, Vergrünungen, z.B. auf älterem Verblendmauerwerk sowie bei Verblendmauerwerk aus bruchrauen oder bossierten Steinen	Zu reinigen sind geschlossene Flächen, keine eng begrenzten Bereiche. Es ist darauf zu achten, dass durch entsprechende DüsenEinstellung und genügend große Entfernung der Düse vom Mauerwerk der Wasser- bzw. Wasserdampfstrahl nicht die Steinoberflächen oder die Fugen beschädigt. Die Reinigungsintensität sollte vorab an einer Probefläche getestet werden.
	<b>Chemische Reinigungsmittel für hartnäckige und ältere Verschmutzungen</b>	
<b>Schwache Säurekombination (z.B. Alkutex Combi WR, 6%ige Essigsäure)</b>	kalkhaltige Ablagerungen und Verschmutzungen, jedoch nicht für fett- und ölhaltige Ablagerungen sowie Sprühlack	Auftragen mit der Wurzelbürste, gründlich nachspülen mit Wasser. Bei großen Flächen kann auch mit Reinigungsgeräten gearbeitet werden. Die Reinigungsintensität ist vorab an einer Probefläche zu testen.
<b>Steinreiniger auf Basis organischer Ameisensäure (z.B. ASO Steinreiniger)</b>	(bedingt) die Reinigung kalkhaltiger Ablagerungen und Verschmutzungen	Verdünnung mit Wasser 1:3, Auftragen mit der Wurzelbürste Die Reinigungsintensität ist vorab an einer Probefläche zu testen.

## Literatur

- [1] Merkblatt „Handhabungen von Mauersteinen“, Bau-Berufsgenossenschaft, 1992-10
- [2] Landau/Prepens: Wirtschaftlicher und leichter. Rationalisierung und Humanisierung beim Vermauern großformatiger Kalksandsteine. Baugewerbe 1/88

