

Kapitel 7

Stand: 08/2025

SICHTMAUERWERK

Prof. Dr.-Ing. Manfred Prepens



KS-Sichtmauerwerk mit glatter oder strukturierter Oberfläche bietet eine Fülle von gestalterischen Möglichkeiten, speziell auch in Kombination mit anderen Baustoffen, wie Holz, Glas und Beton. Das feine Fugennetz gliedert die Sichtmauerwerksflächen maßstäblich und unaufdringlich. KS-Sichtmauerwerk kann unbehandelt bleiben, farblos imprägniert oder deckend gestrichen werden.

Sowohl bei Außen- als auch bei Innenwänden wird KS-Sichtmauerwerk als Gestaltungselement eingesetzt.

Außensichtmauerwerk

Nach DIN EN 1996-2/NA [1] sind frostwiderstandsfähige Kalksandsteine nach DIN 20000-402 [2] zu verwenden und zwar

- KS-Verblender (KS Vb) oder KS-Vormauersteine (KS Vm) für zweischaliges Mauerwerk mit oder ohne Wärmedämmung
- KS-Verblender (KS Vb) oder KS-Vormauersteine (KS Vm) für einschaliges Außensichtmauerwerk
- KS-Verblender (KS Vb) bei Kellereingangsmauern, Stütz- und Gartenmauern, stark strukturiertem Mauerwerk, Schornsteinköpfen und ähnlichen Anwendungsbereichen

Innensichtmauerwerk

Für Innensichtmauerwerk spielt die Frostwiderstandsfähigkeit der Steine üblicherweise keine Rolle. Für Innensichtmauerwerk ist im Einzelfall zu entscheiden, ob KS-Verblender, KS-Vormauersteine oder Kalksandsteine ohne besondere Anforderungen (Hintermauersteine) – letztere bei geringeren optischen Anforderungen – zur Anwendung kommen. Regional werden auch Kalksandsteine mit höheren optischen Anforderungen für Innensichtmauerwerk angeboten.

Tafel 1 Außen- und Innensichtmauerwerk – Unterschiede

Außensichtmauerwerk	Innensichtmauerwerk
Verblendmauerwerk von ein- und zweischaligen Außenwänden	Innensichtmauerwerk mit optischen Anforderungen
Verblendmauerwerk für Industriebauten und Bauten in der Landwirtschaft	Sichtbar belassenes Innenmauerwerk mit geringen optischen Anforderungen, z.B. in untergeordneten Räumen

1. Planung und Ausschreibung

Der Begriff *Sichtmauerwerk* ist nicht eindeutig definiert. Einheitliche Kriterien für das optische Erscheinungsbild von Sichtmauerwerk gibt es nicht. Um Missverständnisse zwischen Planern, Bauunternehmern und Bauherren zu vermeiden, muss daher die erwartete Leistung – das Sichtmauerwerk – in der Leistungsbeschreibung möglichst vollständig und eindeutig beschrieben werden. Zu empfehlen ist, dass in der Leistungsbeschreibung

neben Mustersteinen auch eine Musterfläche vereinbart wird. Mit Hilfe einer solchen Musterfläche können Steine, Mauerverband und Verfugung festgelegt und abgestimmt werden.

Die *konstruktive Ausführung* von Mauerwerk dagegen ist in Normen, Richtlinien und Merkblättern eindeutig beschrieben.



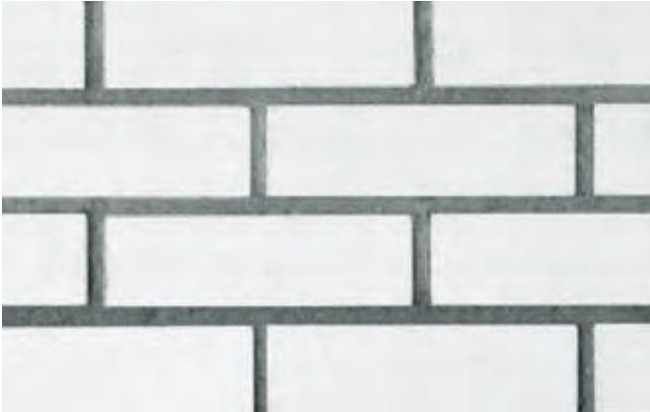


Bild 1 Sichtmauerwerk aus glatten KS-Verblendern, Format NF



Bild 2 Sichtmauerwerk aus bruchrauen KS-Verblendern, Format NF



Bild 3 Sichtmauerwerk aus bossierten KS-Verblendern, Format NF, weißer Fugenmörtel



Bild 4 Sichtmauerwerk aus KS-Fasensteinen, außen in Verblenderqualität und mit vermörtelten Stoßfugen

Konstruktive Ausführung

Sicht- und Verblendmauerwerk wird nach der Mauerwerksnorm DIN EN 1996/NA [1] ausgeführt sowie nach VOB/C:ATV DIN 18330 [3] ausgeschrieben und abgerechnet.

Festgelegt sind:

- die Soll-Dicken der Fugen mit Stoßfugen = 1 cm und Lagerfugen in der Regel 1,2 cm (formatabhängig)
- das Überbindemaß beträgt mindestens das 0,4-fache der Steinhöhe. Bei Schichthöhen unter 12,5 cm gilt $l_{ol} \geq 4,5$ cm
- die Begrenzung der zulässigen Maßabweichungen der Steine und des Sichtmauerwerks

Diese Festlegungen sind konstruktiv begründet und betreffen sowohl Sichtmauerwerk als auch Hintermauerwerk, das verputzt wird. Sie sagen jedoch wenig über das optische Erscheinungsbild aus.

Von der Tradition her gibt es weiterhin Regeln und Festlegungen bei den Mauerverbänden, z.B. bei Läuferverband, Kreuzverband, Blockverband.

Tafel 2 Übersicht über verschiedene Anwendungsbereiche und die entsprechenden Steinarten

Anforderungen an die Steine	Steinart	Anwendungsbereich, Beispiele
Hohe optische Anforderungen, Frostwiderstandsfähigkeit	KS-Verblender (KS Vb); mit oder ohne Anstrich oder Imprägnierung	Verblendmauerwerk von ein- und zweischaligen Außenwänden
Normale optische Anforderungen, Frostwiderstandsfähigkeit	KS-Verblender (KS Vb); KS-Vormauersteine (KS Vm)	Außensichtmauerwerk für Industriebauten und Bauten in der Landwirtschaft
Hohe optische Anforderungen, jedoch keine Anforderungen an die Frostwiderstandsfähigkeit	KS-Verblender (KS Vb); mit oder ohne Anstrich	Innensichtmauerwerk in Wohnbereichen und repräsentativen Gebäuden
Geringe optische Anforderungen, keine Anforderungen an die Frostwiderstandsfähigkeit	Kalksandsteine (auch nicht frostwiderstandsfähige), vorzugsweise mit Anstrich oder Schlämme	Sichtbar belassenes Innenmauerwerk in untergeordneten Räumen, Kellermauerwerk, Industriebauten und Bauten in der Landwirtschaft

2. Einflüsse auf die Gestaltung von KS-Sichtmauerwerk

Einflüsse auf die Gestaltung von KS-Sichtmauerwerk sind

- Steinart und Steinformat
- Steinoberfläche
- Mauerverband
- Verfugung
- Oberflächenbehandlung

2.1 Steinart und Steinformat

Für hochwertiges Sichtmauerwerk sind KS-Verblender zu verwenden. Sofern das Sichtmauerwerk nicht deckend gestrichen wird, sind die Verblendsteine für ein Gebäude nur von einem Werk zu beziehen, da sonst Farbunterschiede nicht zu vermeiden sind.

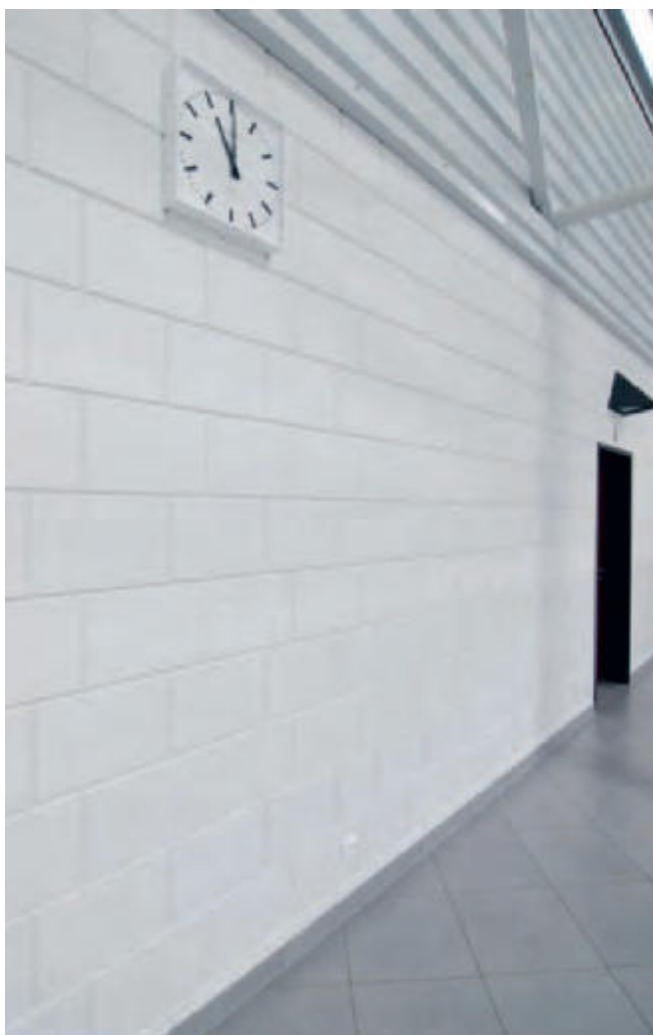
Weiterhin sollten die Liefermengen so disponiert werden, dass sie für einen Bauabschnitt oder zumindest für einen Wandabschnitt ausreichen, da auch geringe Unterschiede von Produktionscharge zu Produktionscharge nicht ganz auszuschließen sind.

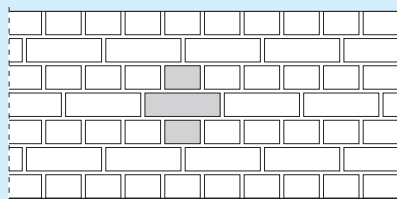
INFO

KS-Verblender und KS-Vormauersteine haben herstellungsbedingt jeweils nur eine kantensaubere Kopf- und Läuferseite. Das ist beim Vermauern durch entsprechendes Drehen der Steine zu berücksichtigen. Bei erhöhten Anforderungen, wie z.B. beidseitigem Ein-Stein-Sichtmauerwerk, kann es erforderlich sein, auf der Baustelle eine gewisse Anzahl von Steinen auszusortieren.

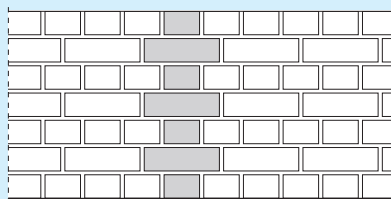
KS-Verblender gibt es in sehr unterschiedlichen Formaten, vom DF (Schichthöhe 6,25 cm) und NF (Schichthöhe 8,3 cm) zum 2 DF (Schichthöhe 12,5 cm) und größeren Formaten, z.B. 4 DF (115) (Schichthöhe 25 cm).

Hierbei ist zu berücksichtigen: Je größer das Steinformat ist, desto stärker fallen Unregelmäßigkeiten bei den Steinen oder insbesondere beim Mauerverband auf. Bei großformatigen Verblendsteinen sollten daher der Mauerverband, die Eckausbildungen sowie das Einpassen der Tür- und Fensteröffnungen in den Mauerwerksverband geplant werden.

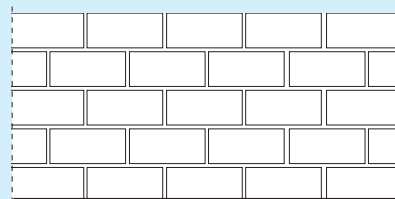




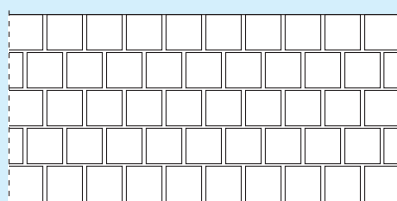
Kreuzverband



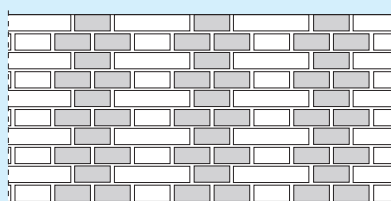
Blockverband



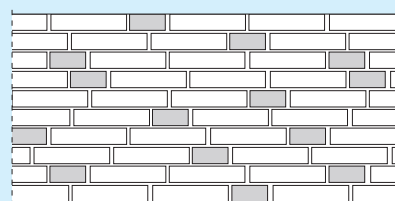
Läuferverband, besonders günstig mit Halbstein-Überbindung



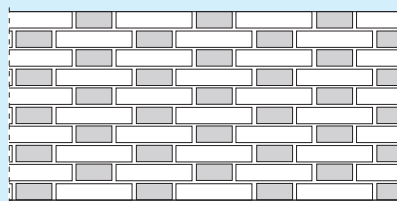
Binderverband



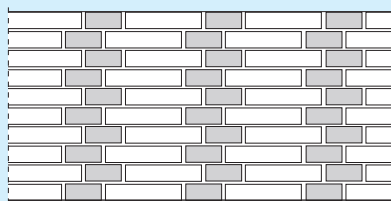
Holländischer Verband



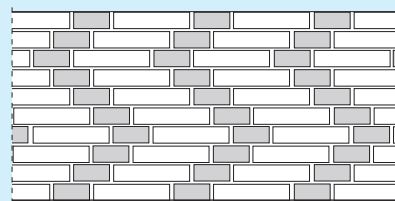
Wilder Verband



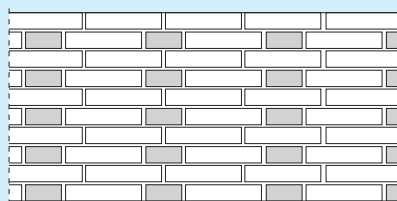
Gotischer Verband mit Läufer-Binder-Schichten



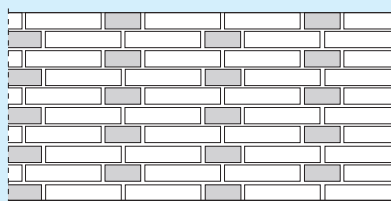
Gotischer Verband – Abwandlung



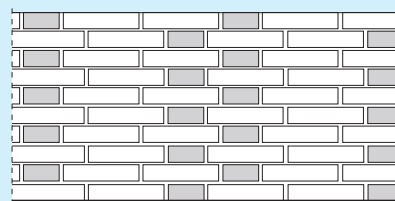
Gotischer Verband – Abwandlung als Zickzack-Verband



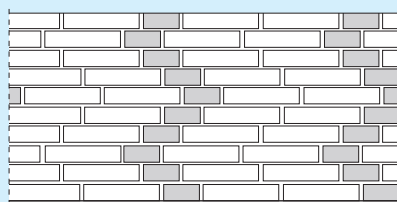
Gotischer Verband – Abwandlung mit Läufer-schichten



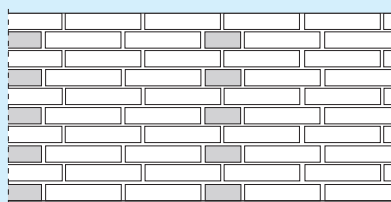
Märkischer Verband mit Läufer-Binderschichten



Märkischer Verband – Abwandlung



Märkischer Verband – Abwandlung als Zickzack-Verband



Märkischer Verband – Abwandlung mit Läufer-schichten

Jeder Grundverband kann durch Verschieben der Schichten abgewandelt werden.



2.2 Steinoberfläche

Durch die Wahl der Steinoberfläche – glatt oder strukturiert (bruchrau, bossiert oder gefast) – lassen sich sehr unterschiedliche gestalterische Wirkungen erreichen (Bilder 1 bis 4).

2.3 Mauerverband

Sichtmauerwerk von KS-Verblendschalen oder Einsteinmauerwerk mit einer Steinreihe je Schicht wird meist im Läuferverband ausgeführt. Zur Verbesserung der Rissicherheit ist ein Mauerverband mit halbsteiniger Überdeckung einem Verband mit viertelsteiniger Überdeckung vorzuziehen (Beispiel Bild 5).

2.4 Verfugung

Die Art der Verfugung hat ebenfalls großen Einfluss auf das Erscheinungsbild. Die nachfolgend dargestellten Ausführungsvarianten können zur Anwendung kommen.

2.4.1 Nachträgliche Verfugung

Die *nachträgliche Verfugung* führt zu glatten Fugen. Der Fugenmörtel wird nach Fertigstellung der Sichtmauerwerksfläche in einem separaten Arbeitsgang eingebracht. Dadurch kann die Mörtelfugenfarbe unabhängig vom Mauermörtel gewählt werden.

Fugenfarbe: Die Farbe des Fugenmörtels bestimmt den Kontrast zwischen Steinen und Fugen. Weiße Verblendsteine mit weißen Mörtelfugen ergeben ein flächig wirkendes Sichtmauerwerk. Steine und Fugen treten in der Fläche optisch stark zurück. Bei dunklem Fugenmörtel und hellen Steinen sind die einzelnen Steine und Schichten deutlicher erkennbar.

Außenschalen mit Dicken < 105 mm müssen nach DIN EN 1996-2/NA grundsätzlich mit Fugenglattstrich ausgeführt werden.

2.4.2 Fugenglattstrich

Der *Fugenglattstrich* ergibt im Allgemeinen halbrund geformte Fugen. Der Mauermörtel wird beim Aufmauern des Sichtmauerwerks mit einem Schlauch oder einem Fugholz glattgestrichen.

INFO

Für Außensichtmauerwerk sind frostwiderstandsfähige KS-Verblender und KS-Vormauersteine nach DIN 20000-402 und vorzugsweise Werk-Trockenmörtel zu verwenden.

Für Innensichtmauerwerk ohne Anforderungen an die Frostwiderstandsfähigkeit sollten bei hohen optischen Anforderungen ebenfalls KS-Verblender oder KS-Vormauersteine verwendet werden. Bei geringeren optischen Anforderungen, z.B. bei Kellermauerwerk, Industrie- und Wirtschaftsbauten, können auch Kalksandsteine ohne besondere optische Anforderungen zur Anwendung kommen.

Verblendsteine für ein Gebäude sollten nur von einem Werk bezogen werden, da sonst Farbunterschiede nicht zu vermeiden sind. Weiterhin empfiehlt es sich, die Liefermengen so zu disponieren, dass sie für einen Bauabschnitt oder zumindest für einen Wandabschnitt ausreichen.

Eventuelle Mängel an den Steinen müssen bei der Anlieferung, in jedem Fall jedoch vor der Verarbeitung dem Lieferanten angezeigt werden. Keinesfalls sollten Steine verarbeitet und erst später reklamiert werden.

Ein langfristig einwandfreies Erscheinungsbild von KS-Sichtmauerwerk setzt voraus, dass das Mauerwerk handwerksgerecht erstellt wird. Es ist auch auf eine wirksame Ableitung des Regenwassers zu achten. Horizontale und schräge Mauerwerksflächen sind mit wasserundurchlässigen Materialien abzudecken. Fensterbänke und Attikaabdeckungen sollten mit Überstand und Tropfkante ausgeführt werden.

2.4.3 Geschlämmtes Mauerwerk

Geschlämmtes Mauerwerk wird häufig bei Kellermauerwerk, in Nebenräumen oder bei Industriebauten als preisgünstige Form des Sichtmauerwerks (sichtbar belassenes Mauerwerk) mit Abstrichen an das optische Erscheinungsbild ausgeführt.

Durch das Schlämmen mit einem Quast beim Aufmauern entsteht ein mehr oder weniger „rustikales Sichtmauerwerk“, das anschließend mit einem deckenden Anstrich versehen werden

kann. Wirtschaftlich erstelltes KS-Mauerwerk mit Dünnbettmörtel und unvermörtelten Stoßfugen erhält durch Schlämmen eine optisch geschlossene Oberfläche.

2.5 Oberflächenbehandlung

Sichtmauerwerk kann aus optischen Gründen farblos imprägniert oder mit einem deckenden Anstrich versehen werden.

Auf witterungsbeanspruchtem KS-Außensichtmauerwerk sind nur Beschichtungen und Imprägnierungen geeignet, die die Wasserdampfdurchlässigkeit gegenüber dem unbehandelten Stein nicht erheblich vermindern (siehe auch Abschnitt 7.4.1). Deshalb sollten für KS-Außensichtmauerwerk nur Imprägniermittel und Beschichtungssysteme angewendet werden, die vom Hersteller des Beschichtungssystems ausdrücklich für KS-Außensichtmauerwerk als geeignet angegeben sind.

Eine *farblose Imprägnierung* verändert das Erscheinungsbild des Sichtmauerwerks nicht, sie wirkt einer Verschmutzung insbesondere bei Verblendsteinen mit strukturierten Oberflächen entgegen. Nach Regen trocknet das Sichtmauerwerk an der Oberfläche gleichmäßig und schnell ab.



3. Mörtel und Verfugung

Die Steine entziehen dem frischen Mörtel einen Teil des Anmachwassers. Damit der Mörtel nicht „aufbrennt“, muss der Mörtel ein auf die Saugcharakteristik der Kalksandsteine abgestimmtes Wasserrückhaltevermögen haben.

Für KS-Sichtmauerwerk müssen die Mörtel frei sein von Salzen, Lehmanteilen und anderen organischen oder anorganischen Verunreinigungen, die zu Ausblühungen oder Verfärbungen des Sichtmauerwerks führen können. In der Praxis gut bewährt haben sich Werk-Trockenmörtel.

Für KS-Sichtmauerwerk ist die Lieferform Werk-Trockenmörtel dem Baustellenmörtel aus folgenden Gründen vorzuziehen:

- gleich bleibend hohe Qualität und Sicherheit durch Gewährleistung einer genaueren Dosierung der Mörtelausgangsstoffe und damit einfache Handhabung auf der Baustelle
- einheitliche Farbe der Fugen
- Abstimmung des Wasserrückhaltevermögens auf das Saugverhalten der jeweiligen Kalksandstein-Verblender und damit höhere Sicherheit gegen das „Aufbrennen“ des Mörtels
- hoher und schneller Haftverbund
- einfachere Logistik durch gleichzeitige Lieferung von Steinen und Mörtel

3.1 Nachträgliche Verfugung

Nach VOB/C ATV DIN 18330 ist die Ausführung mit Fugenglattstrich die Regelausführung. Dies ist bei Ausschreibung bzw. Angebot zu beachten. Außenschalen von zweischaligem Verblendmauerwerk mit Dicken < 105 mm dürfen nur mit Fugenglattstrich ausgeführt werden.

Bei der nachträglichen Verfugung beträgt die Mindestdicke der Außenschale 105 mm. Die Fugen sind mindestens 1,5 cm tief und flankensauber beim Aufmauern „auszukratzen“.

Das Auskratzen der Fugen soll mit einem geeignetem Werkzeug erfolgen (Bild 6). So werden Beschädigungen an den Steinkanten vermieden und es wird eine gleichmäßige Fugentiefe erreicht.

Der Fugenmörtel wird in einem späteren Arbeitsgang hohlraumfrei so eingebracht, dass die Fugen mit der Vorderkante der Steine bzw. des Mauerwerks bündig abschließen.

3.1.1 Ausführung

Die Fugen des Sichtmauerwerks werden gründlich gesäubert und vorgehäst. Danach wird der erdfeuchte bis plastische Fugenmörtel mit einer Fugenkelle hohlraumfrei eingebracht und verdichtet. Dabei werden die Lager- und Stoßfugen gut miteinander verbunden. Es ist auf eine gute Flankenhaftung des Mörtels an den Steinen zu achten.

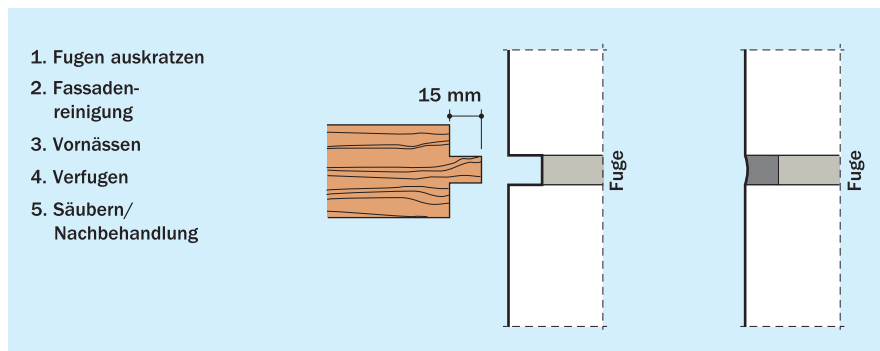
Bild 6 Arbeitsschritte bei nachträglicher Verfugung, Steinbreite ≥ 105 mm

Bild 7 Nachträgliche Verfugung

Es ist zu vermeiden, dass der Fugenmörtel über die Verblendsteine gewischt wird, insbesondere bei weißem Fugenmörtel ist darauf zu achten, dass nicht durch ungeeignetes Werkzeug Stahlabrieb die weißen Fugen dunkel verfärbt. Es sollte z.B. eine Fugkelle aus nicht rostendem Stahl verwendet werden.

3.1.2 Nachbehandlung

Um ein gleichmäßiges Fugenbild zu erzielen, sollte die nachträgliche Verfugung nur bei günstiger trockener Witterung ausgeführt werden. Das frische Sichtmauerwerk ist vor starkem Regen und starker Sonneneinstrahlung zu schützen und bei sommerlicher trockener Witterung mit Wasser zu besprühen.

3.2 Fugenglattstrich

Das Sichtmauerwerk wird vollfugig erstellt. Beim Fugenglattstrich sind die Fugen in ihrer ganzen Tiefe „aus einem Guss“, das heißt, der Mauermörtel ist gleichzeitig auch der Fugenmörtel. Hierbei handelt es sich um eine technisch einwandfreie und sehr wirtschaftliche Technik, bei der jedoch vorauszusetzen ist, dass die Maurer die Technik des Fugenglattstrichs beherrschen und ein optisch einwandfreies Fugenbild erstellen können.

Für diese Technik muss der Mauermörtel eine gute Verarbeitbarkeit und ein günstiges Wasserrückhaltevermögen besitzen. Beim Hervorquellen aus den Fugen darf der Mörtel nicht an den Steinen herunter laufen und diese verschmutzen. Gut bewährt haben sich die auf KS-Sichtmauerwerk eingestellten Werk-Trockenmörtel (Bild 8).

3.2.1 Ausführung

Beim Aufmauern wird der herausquellende Mauermörtel nach Beginn des Ansteifens mit einem Fugholz oder Schlauchstück – ggf. über ein Fugeisen gezogen – glattgestrichen und dabei verdichtet.

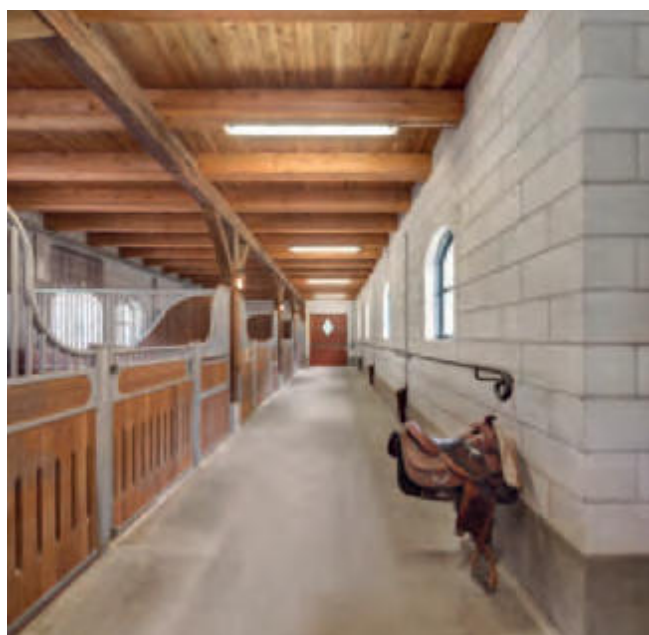
Bedingt durch diese Technik ergibt sich eine leicht gerundete Fuge, die die Steinkanten verbindet.

3.2.2 Nachbehandlung

Das frische Sichtmauerwerk muss vor starkem Regen und starker Sonneneinstrahlung geschützt werden und ist bei sommerlicher, trockener Witterung mit Wasser zu besprühen.



Bild 8 Fugenglattstrich



4. Abnahme und Beurteilung von KS-Sichtmauerwerk

4.1 Eindeutige Beschreibung

Um Sichtmauerwerk eindeutig zu definieren, sind die Anforderungen, die an das Erscheinungsbild des Sichtmauerwerks gestellt werden, im Voraus vom Planer eindeutig zu beschreiben. So kann die ausgeschriebene Leistung vom Bauunternehmer sicher kalkuliert und ausgeführt werden. Nach Fertigstellung kann die erbrachte Leistung vom Planer und vom Bauherrn objektiv beurteilt und abgenommen werden.

Sichtmauerwerk ist im wahrsten Sinne des Wortes „Ansichtssache“. Ein einfacher Hinweis in der Leistungsbeschreibung auf Sichtmauerwerk reicht nicht aus, wie sich immer wieder in der Praxis herausstellt.

4.2 Musterbauteile

Weil Sichtmauerwerk sehr unterschiedlich ausgeführt werden kann und sich jeder unter Sichtmauerwerk etwas sehr Unterschiedliches vorstellen kann, ist grundsätzlich zu empfehlen, dass bereits in der Leistungsbeschreibung neben Mustersteinen auch eine Musterfläche vereinbart wird.

Mit Mustersteinen allein kann oft nur ein unvollständiger Eindruck vom erwarteten Sichtmauerwerk wiedergegeben werden. Wenn aus wirtschaftlichen Gründen keine Musterwand errichtet wird, so ist zu empfehlen, eine zu Beginn errichtete, etwa 5 m² große Sichtmauerwerksfläche als Musterfläche zu verwenden und zu vereinbaren.

Nur mit Hilfe einer solchen Musterfläche können KS-Sichtmauersteine, Mauerverband und Verfugung eindeutig festgelegt und abgestimmt sowie ggf. ohne großen finanziellen und zeitlichen Aufwand geändert oder korrigiert werden.

Die Musterfläche sollte vom Planer, vom Bauherrn und vom Bauunternehmer gemeinsam abgenommen werden. Alle am Bau Beteiligten wissen im Voraus, was sie zu liefern bzw. zu erwarten haben. Die Musterfläche bildet den Maßstab für die Beurteilung des weiter zu errichtenden Sichtmauerwerks und ist nach allgemeiner Erfahrung eine gute – oft die einzige von allen akzeptierte – Möglichkeit, späteren Streitigkeiten bei der Beurteilung und Abnahme des Sichtmauerwerks aus dem Wege zu gehen. Dies gilt besonders auch für sichtbar belassenes Mauerwerk, das mit einem Anstrich versehen werden soll.

4.3 Abnahme und Beurteilung

Die nachfolgenden Ausführungen enthalten einige Kriterien, die für die Abnahme und Beurteilung von handwerklich erstelltem Sichtmauerwerk zu beachten sind:



- Sichtmauerwerk muss entsprechend DIN EN 1996/NA [1] konstruktiv einwandfrei ausgeführt werden. Es unterliegt durch die wechselnden Eigenschaften der Rohstoffe (Sande), der Oberflächenstruktur, des Farbtons der Steine und des Mörtels gewissen Schwankungen. Im Allgemeinen haben diese keinen Einfluss auf die Gesamtwirkung der Wandfläche oder des Gebäudes. Handwerksgerecht erstelltes Sichtmauerwerk lebt von diesen kleinen Unregelmäßigkeiten und ist z.B. nicht mit einer Fliesenbekleidung zu vergleichen.
- Bei der Beurteilung von Sichtmauerwerk spielt ein angemessener Betrachtungsabstand eine wichtige Rolle, der abhängig ist von der Größe und der gestalterischen Gesamtwirkung der Sichtmauerwerksfläche.

4.4 Betrachtungsabstand

Bei großflächigem Außensichtmauerwerk ist ein Betrachtungsabstand von ca. 5 m bis 10 m als angemessen anzunehmen. Das gilt insbesondere auch dann, wenn sich zwischen Betrachter und Gebäude ein Garten oder Vorgarten befindet. Kleinere Unregelmäßigkeiten an den Steinen oder an den Fugen sind in solchen Fällen aus diesem Abstand nicht zu erkennen, beeinträchtigen das Erscheinungsbild des Gebäudes nicht und sind daher nicht zu beanstanden.

Bei Sichtmauerwerk im Bereich von Hauseingängen und Terrassen ist der Betrachtungsabstand geringer anzunehmen, weil der Betrachter üblicherweise dichter an das Gebäude herantritt.

Gleiches gilt auch für Sichtmauerwerk in Räumen, insbesondere in Wohnräumen. Hier sollte ein Betrachtungsabstand je nach Größe der zu beurteilenden Wandfläche von 2 m bis 5 m angenommen werden.

5. Beschichtungen und Imprägnierungen von KS-Sichtmauerwerk

Deckende Anstriche und farblose Imprägnierungen vermindern die Feuchtaufnahme des KS-Sichtmauerwerks bei Regen und Schlagregen. Sie wirken dadurch einer Verschmutzung entgegen.

KS-Verblendmauerwerk für witterungsbeanspruchte Bauteile wird aus frostwiderstandsfähigen Verblendern erstellt. Unter der Voraussetzung, dass das Mauerwerk entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik erstellt wird, ist das Mauerwerk ohne weitere Maßnahmen frostwiderstandsfähig. Es bedarf aus Gründen der Frostbeständigkeit keiner Beschichtung oder Imprägnierung. Es ist jedoch unbedingt darauf zu achten, dass die Bauteilanschlüsse im Dach-, Fenster- und Sockelbereich so ausgeführt werden, dass Regenwasser wirksam abgeleitet wird und nicht in größeren Mengen in die Wandkonstruktion eindringen kann.

Kalksandsteine haben die Eigenschaft, Feuchtigkeit kapillar zu leiten. Horizontale und gering geneigte Mauerwerksflächen sind daher mit wasserundurchlässigen Materialien abzudecken, z.B. Wandkronen frei stehender Wände, Attiken sowie außen liegende Fensterbänke.

KS-Verblendmauerwerk kann wahlweise unbehandelt bleiben oder mit einer deckenden Beschichtung bzw. einer farblosen Imprägnierung versehen werden. Durch die Behandlung von KS-Sichtmauerwerk kann

- das optische Erscheinungsbild individuell gestaltet und gleichzeitig
- ein Schutz vor Verschmutzungen und Niederschlägen geschaffen werden.

5.1 Optisches Erscheinungsbild

Deckende Beschichtungen werden auf Kalksandstein überwiegend weiß oder in hellen Farbtönen ausgeführt. Sie lassen das Mauerwerk insgesamt heller und flächiger erscheinen, ohne die Mauerwerksstruktur zu überdecken.

Die Mörtelfugen treten optisch in der Fläche zurück. Farbige Beschichtungen sind im Prinzip auch möglich, jedoch ist bei dunklen Beschichtungen zu beachten, dass sich besonnte Flächen stärker aufheizen und es dadurch zu größeren Verformungen kommen kann.

Farblose Imprägnierungen sind nicht filmbildend und belassen dem KS-Mauerwerk das natürliche Aussehen der Steine und der Mörtelfugen. Nach Beregnung trocknet imprägniertes KS-Verblendmauerwerk schnell und gleichmäßig an der Oberfläche ab und bleibt hell.

5.2 Schutz des Verblendmauerwerks

Durch die deckende Beschichtung oder eine farblose Imprägnierung kann, z.B. in ungünstiger Lage eines Gebäudes, einer frühzeitigen Alterung und Verschmutzung des KS-Verblendmauerwerks entgegengewirkt werden. Beschichtungen und Imprägnierungen vermindern die Feuchtaufnahme des Verblendmauerwerks bei Regen und Schlagregen erheblich.

Schmutzpartikel werden in deutlich geringerem Umfang in die Poren der Steine eingespült, sie werden vielmehr vom Regenwasser fortgespült. Damit ist ein gewisser Selbstreinigungseffekt verbunden.

Eine Verbesserung der Frostbeständigkeit des Mauerwerks – wie z.B. durch Putze – ist durch Beschichtungen und Imprägnierungen nicht zu erreichen. Beide sind nicht in der Lage und haben auch nicht die Aufgabe, Konstruktions- oder Ausführungsmängel zu überdecken.

Die außen auf das Verblendmauerwerk aufgetragenen Imprägnierungen und Beschichtungen unterliegen hohen Witterungsbelastungen und müssen starkem Schlagregen, Frost und intensiver Sonneneinstrahlung widerstehen. Die gesamte Wandkonstruktion einschließlich Imprägnierung oder Beschichtung muss einwandfrei funktionieren. Eine langjährige Funktionsfähigkeit und optische Wirkung geeigneter Beschichtungen und Imprägnierungen setzt voraus:

- die richtigen Baustoffe (frostwiderstandsfähige Kalksandsteine)
- auf Kalksandstein abgestimmten Mörtel
- technisch und bauphysikalisch einwandfreie Konstruktionen
- ausreichende Dachüberstände
- handwerksgerechte Anschlüsse



5.3 Geeignete Beschichtungen und Imprägnierungen

Folgende Beschichtungssysteme und Imprägnierungen sind für KS-Verblendmauerwerk geeignet, sofern die nachfolgend aufgeführten Anforderungen erfüllt werden und die Hersteller die Eignung ausdrücklich bestätigen:

- farblose Imprägnierungen, außen: Kieselsäure-Imprägnierungsmittel, Silikon-, Silan- und Siloxan-Imprägnierungsmittel
- deckende Beschichtungen, außen: Dispersions-Silikatfarben, Silikon-Emulsionsfarben, Kunststoff-Dispersionsfarben, Siloxanfarben

Andere Beschichtungssysteme z.B. für Sanierungen sollten nur verwendet werden, sofern der Hersteller die Eignung auf das Objekt bezogen bestätigt und das Austrocknungsverhalten des Mauerwerks nicht entscheidend reduziert wird.

Alle als außen anwendbar genannten Systeme sind auch innen anwendbar. Bei Innenbeschichtungen können auch Dispersionsfarben nach DIN EN 13300 – Kunststoff-Dispersionsfarben für innen – verwendet werden.

5.4 Anforderungen

Beschichtungen und Imprägnierungen für KS-Verblendmauerwerk müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- **Haftfestigkeit und Kälteelastizität:**
Wichtig ist eine hohe Haftfestigkeit der deckenden Beschichtung auf dem Untergrund. Beschichtungen und Imprägnierungen dürfen bei niedrigen Temperaturen sowie bei feuchter Witterung nicht abblättern oder reißen und auch nicht zu Spannungen auf dem Untergrund führen.
- **Alkalibeständigkeit:**
Insbesondere frisches KS-Mauerwerk ist alkalisch (pH-Wert ≈ 13). Beschichtungsstoffe und Imprägnierungsmittel müssen daher in hohem Maße alkalibeständig sein.
- **Hohe Wasserdampfdurchlässigkeit und günstiges Austrocknungsverhalten**

Durch Schlagregenbeanspruchung sowie Undichtigkeiten im Bereich der Bauteilanschlüsse dringt Feuchtigkeit in die Wandkonstruktion ein und wird durch die Kapillarität der Baustoffe verteilt und gespeichert. Ausschlaggebend dafür, dass keine Schäden an Beschichtungen und am Mauerwerk auftreten, ist ein möglichst geringer Feuchtegehalt im Mauerwerk zum Zeitpunkt der Frostbeanspruchung. Dies gilt selbst bei hoher Frostbeanspruchung.

Untersuchungen zur Frage der Frostwiderstandsfähigkeit von Beschichtungen und Mauerwerk haben gezeigt, dass es für KS-Verblendmauerwerk einen „kritischen Feuchtegehalt“ gibt. Dieser liegt bei etwa 80 % der maximalen Wasseraufnahme. Wird er überschritten, ist bei gleichzeitig hoher Frostbeanspruchung mit Schäden zu rechnen. Wird er unterschritten, kommt es nicht zu Frostschäden.

Beschichtungen und Imprägnierungen können die Austrocknung des einmal feucht gewordenen Mauerwerks mehr oder weniger stark behindern. Bei dichten Beschichtungen und Imprägnierungen kann sich das Verblendmauerwerk in den oft feuchten Herbstwochen nach und nach mit Feuchtigkeit anreichern, gibt diese aber nicht schnell genug wieder ab, so dass zu Beginn der Frostperiode das Mauerwerk einen maximalen Feuchtegehalt hat und damit erhöhter Frostbeanspruchung ausgesetzt ist.

Bei Mauerwerk ohne Beschichtung oder mit günstiger Beschichtung oder Imprägnierung dagegen trocknet das Mauerwerk zwischenzeitlich immer wieder aus, so dass ein kritischer Feuchtegehalt nicht erreicht wird. Es ist dann nicht mit Frostschäden zu rechnen.

Maßgebend für Wirksamkeit einer Beschichtung oder Imprägnierung des Mauerwerks sind die:

- Wasserdampfdurchlässigkeit und
- Austrocknungsbehinderung.

5.4.1 Wasserdampfdurchlässigkeit

Ein Teil der Austrocknung des Mauerwerks erfolgt durch Wasserdampfdiffusion. Die Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Baustoffen erfolgt nach DIN EN ISO 12572.

Zur Beurteilung von Beschichtungen auf KS-Verblendmauerwerk wird zweckmäßigerweise der s_d -Wert zur Bewertung herangezogen werden.

$\leq 0,1$ m:	sehr gut
bis 0,2 m:	gut
bis 0,3 m:	befriedigend
bis 0,4 m:	ausreichend
$> 0,4$ m:	unbefriedigend

Bei dieser Bewertung ist berücksichtigt, dass Beschichtungen eine Lebensdauer von etwa zehn Jahren haben und dann erneuert oder aufgefrischt werden müssen. Nach einer weiteren Wiederholungsbeschichtung ist dann ggf. ein Entfernen der Altbeschichtung notwendig.

INFO

Auch bei einer Wiederholungsbeschichtung sollte $s_d \leq 0,40$ m sein.

5.4.2 Austrocknungsbehinderung

Für die Beurteilung der Eignung von Imprägnierungen und Beschichtungen ist die Prüfung auf Austrocknungsbehinderung sehr aussagefähig. Die Prüfung erfolgt üblicherweise an Steinproben im Format NF, die auf einer Läuferseite beschichtet oder imprägniert und nach Wasserlagerung fünfseitig mit wasserdampfdurchlässiger Folie abgedichtet sind. Die Austrocknung der Steinproben kann nur über die „Außenläuferseite“ erfolgen.



Der Verlauf der Austrocknung wird als Kurve aufgetragen. Verglichen werden beschichtete bzw. imprägnierte Steinproben mit Vergleichsproben ohne Beschichtung oder Imprägnierung.

Für die Beurteilung von Imprägnierungen ist der s_d -Wert weniger gut geeignet.

Als gut geeignet ist eine Beschichtung oder Imprägnierung dann einzustufen, wenn sie die Austrocknung kaum oder nicht behindert oder sie sogar beschleunigt.

5.5 Vorbereitung und Schutz des Untergrundes

Verblendmauerwerk ist grundsätzlich während der Bauphase vor Verunreinigung und übermäßiger Wasserbelastung zu schützen, z.B. durch Abdecken mit Folie. Hinweis: Der Schutz vor Niederschlagswasser – mit dem üblicherweise gerechnet werden muss – und dessen Beseitigung ist nach VOB/C:ATV DIN 18299 [4] eine Nebenleistung und damit vom Maurer durchzuführen.

Eventuell vorhandene Verunreinigungen, wie Mörtelspritzer und Staub, sind vor Beginn der Malerarbeiten zu entfernen. Fehlstellen im Mauerwerk, wie Hohlstellen, Fugenabrisse über 0,2 mm Breite und vertikal oder horizontal verlaufende Risse, sind auszubessern. Zu berücksichtigen ist, dass farblose Imprägnierungen optische Mängel nicht überdecken.

Bei deckenden Beschichtungen können Beschädigungen am Mauerwerk durch Verspachteln mit einem speziell dafür geeigneten Reparaturmörtel saniert werden.

INFO

Das Mauerwerk ist so zu erstellen, dass es nicht gereinigt werden muss. Da Säuren und andere starke chemische Reinigungsmittel die Steinoberflächen angreifen können, ist auf diese Mittel bei Kalksandstein-Mauerwerk zu verzichten. Ein „Absäuern“ mit Salzsäure führt bei Kalksandstein-Mauerwerk zu Schäden und ist nach VOB/C:ATV DIN 18330 nicht zulässig.

5.6 Verarbeitung

5.6.1 Farblose Imprägnierungen

Farblose Imprägnierungen können bereits kurz nach Fertigstellung des Gebäudes aufgebracht werden – bei trockener, niederschlagsfreier Witterung und Temperaturen über 5 °C. Der Untergrund muss „handtrocken“ (Augenschein) und genügend saugfähig sein, um die ausreichende Menge Wirkstoff aufzunehmen (ca. 0,5 bis 0,8 l/m² Wandfläche, wobei der untere Wert für glatte Steine, der obere Wert für KS-Struktur gilt). Als besonders wirksam hat sich das Aufbringen durch Fluten mit entsprechenden Geräten erwiesen. Das Verblendmauerwerk sollte von unten nach oben imprägniert werden. Das ist insbesondere bei flüssigen Imprägnierungen notwendig, um Laufspuren zu vermeiden. Auf Imprägnierungen können zu einem späteren Zeitpunkt auch Beschichtungen aufgebracht werden. Hierbei ist jedoch auf Systemverträglichkeit zu achten.

Darüber hinaus stehen sogenannte Fassaden-Cremes zur Verfügung. Die Creme-Technologie ermöglicht die gewünschte Wasserabweisung mit hoher Eindringtiefe bei geringer Aufbringmenge in nur einem Arbeitsgang. Die Applikation erfolgt durch Rollen, Streichen oder Airless Spritzen.

5.6.2 Deckende Beschichtungen

Deckende Beschichtungen bestehen im Allgemeinen aus einem Grundanstrich und zwei Deckanstrichen. Grundsätzlich sollen nur geschlossene Beschichtungssysteme verwendet werden, bei denen die einzelnen Schichten stofflich aufeinander abgestimmt sind. Beschichtungen mit hydrophoben Grundierungen (Imprägnierungen) haben sich in der Praxis gut bewährt.

Der Grundanstrich als vollwertige Imprägnierung kann unmittelbar nach Fertigstellung des Gebäudes aufgebracht werden. Das Gebäude ist dadurch sofort gegen Verschmutzung geschützt. Der deckende Anstrich kann dann zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

In den ersten drei Wochen nach Aufbringen sind Beschichtungen empfindlich gegen erhöhte Feuchtigkeit im Untergrund und gegen Frosteinwirkung. Beschichtungen sollten daher unbedingt bei trockenem, niederschlagsfreiem Wetter und bei Temperaturen über 5 °C verarbeitet werden.

Wenn das Mauerwerk genügend ausgetrocknet ist, nicht mehr mit weiteren Verformungen zu rechnen ist und die Hersteller nicht andere, weitergehende Angaben machen, kann die deckende Beschichtung aufgebracht werden.

6. Reinigung von KS-Verblendmauerwerk

Sichtmauerwerk aus Kalksandsteinen sollte so sauber hergestellt und anschließend geschützt werden, dass es nicht gereinigt werden muss. Ein Absäuern von Kalksandstein-Mauerwerk ist nicht zulässig und kann im ungünstigen Fall sogar zu deutlichen optischen Beeinträchtigungen führen.

Ein langfristig einwandfreies Erscheinungsbild von KS-Sichtmauerwerk setzt voraus, dass das Mauerwerk handwerksge- recht erstellt wird, richtige und einwandfreie Baustoffe zur Anwendung kommen und die Bauteilanschlüsse technisch und bauphysikalisch einwandfrei ausgeführt werden.

INFO

Auf eine wirksame Ableitung des Regenwassers ist besonders zu achten. Horizontale und schräge Mauerwerksflächen sollten mit wasserundurchlässigen Materialien abgedeckt werden. Fensterbänke und Attikaabdeckungen sollten mit Überstand und Tropfkante ausgeführt werden.

6.1 Leichte Verschmutzungen und kleinere Flächen

Leichte Verschmutzungen lassen sich bei frisch erstelltem Verblendmauerwerk einfach und wirksam mechanisch wie folgt entfernen:

- Erhärtete Mörtelspritzer lassen sich z.B. mit einem Spachtel leicht abstoßen.
- Mörtelspritzer und leichte Verschmutzungen lassen sich auf kleinen bis mittleren Flächen schonend durch Abschleifen (mit einem halbierten oder geviertelten KS-Verblender, einem Stück Porenbeton oder mit Glas- oder Sandpapier mittlerer Körnung) von Hand oder mit einem Schwingschleifer entfernen.



Bild 10 Reinigungseffekt, Beispiel Reinigung mit Schleifpapier, Körnung 140



Bild 9 Reinigung mit Hochdruckreiniger und ausreichendem Abstand zum Mauerwerk

6.2 Stärkere Verschmutzungen und größere Flächen

Bei stärkeren Verschmutzungen z.B. auf älterem Verblendmauerwerk ist eine Nassreinigung zu empfehlen, wobei geschlossene Flächen, also keine eng begrenzten Bereiche gereinigt werden sollten. Mit folgenden Reinigungsmethoden wurden gute Ergebnisse erzielt:

- Nassreinigung mit klarem Wasser unter Zusatz eines Netzmittels, das die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzt, und mit einer Wurzelbürste. Möglich ist auch die Reinigung mit einem Hochdruckreiniger. Die Reinigungsintensität ist vorab an einer Probefläche zu testen.
- Dampfstrahlreinigung bzw. Heißwasser-Hochdruckreinigung, wobei ebenfalls dem Wasser ein technisches Netzmittel zugegeben werden sollte.



Tafel 3 Reinigungsmethoden

Art der Reinigung	Geeignet für	Ausführung	Ergebnis
Leichte Verschmutzungen und kleine Flächen			
Trockenreinigung mit Schleifpapier	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.	Schonende Reinigung, gutes Ergebnis und schneller Arbeitsfortschritt, glatte Steinoberflächen
Trockenreinigung mit Porenbetonstück oder Reinigungsstein	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.	Schonende Reinigung, gutes Ergebnis und schneller Arbeitsfortschritt, glatte Steinoberflächen
Nassreinigung mit Haushaltsreiniger (Tenside, Seife, Citrat)	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.	Schonende Reinigung, gutes Ergebnis, auch bei älteren Ablagerungen
Reinigung mit Tensidlösung	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.	Schonende Reinigung, gutes Ergebnis, auch bei älteren Ablagerungen
Stärkere Verschmutzungen und große Flächen			
Nassreinigung mit Hochdruckreinigung, Dampfstrahlreinigung	großflächige, stärkere Verschmutzungen, Verstauungen, 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.	Gutes Ergebnis und schneller Arbeitsfortschritt
Chemische Reinigungsmittel für hartnäckige und ältere Verschmutzungen			
Schwache Säurekombination	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.	Gutes Ergebnis und schneller Arbeitsfortschritt
Steinreiniger auf Basis organischer Ameisensäure	(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.	Das Mittel kann den Fugenmörtel auflösen; ein so entstehender Schleier ist durch Abspülen mit Wasser nicht mehr zu entfernen

Die Dampfstrahlreinigung hat sich bei größeren Flächen sowie bei Verblendmauerwerk aus bruchrauen oder bossierten Steinen gut bewährt.

INFO

Bei Verblendmauerwerk ist darauf zu achten, dass durch entsprechende Düseneinstellung und genügend große Entfernung der Düse vom Mauerwerk der Heißwasserstrahl bzw. der Dampfstrahl nicht so stark ist, dass die Steinoberflächen angegriffen werden.

Anmerkung: Grundsätzlich ist die Reinigungsintensität an einer Probefläche zu testen. Bei Anwendung eines Hochdruckreinigungsgärts mit Kaltwasser ist der Reinigungseffekt geringer.

6.3 Chemische Reinigungsmittel

Nur bei hartnäckigen und älteren Verschmutzungen sollten chemische Reinigungsmittel verwendet werden. Hierzu werden von der chemischen Industrie spezielle, für KS-Verblendmauerwerk geeignete Steinreiniger angeboten, die meist aus organischen Säuren bestehen. Möglich ist auch eine Reinigung mit 6 %iger Essigsäure.

Da die säurehaltigen, chemischen Reinigungsmittel die Oberfläche der Steine aufräumen und dadurch den Farbeindruck verändern können, sollte grundsätzlich die Reinigung an einer Probefläche ausprobiert werden.

Das Mauerwerk ist vor einer Reinigung gründlich vorzunässen und nach der Reinigung gründlich nachzuspülen.



Nach einer Reinigung mit chemischen Reinigungsmitteln empfiehlt es sich, das Verblendmauerwerk zu imprägnieren oder deckend zu streichen.

INFO

Da chemische Reinigungsmittel die Oberfläche der Steine aufrauen und dadurch den Farbeindruck verändern können, sollte grundsätzlich die Reinigung an einer Probefläche ausprobiert werden, insbesondere dann, wenn das Mauerwerk nach der Reinigung nicht deckend gestrichen wird.

6.4 Algen- oder Moosbelag

Tritt z.B. nach langen Schlechtwetterperioden auf KS-Verblendmauerwerk ein optisch störender grünlicher Belag aus Algen oder Moosen auf, kann dieser mit einem Mittel zur Algenentfernung behandelt und nach Abtrocknen bei kleineren Flächen abgebürstet oder bei größeren Flächen durch eine Dampfstrahlreinigung entfernt werden. Die gereinigten Flächen sollten anschließend mit einer farblosen Imprägnierung nachbehandelt werden, um einer erneuten Moosbildung vorzubeugen.

7. Erneuerung von Beschichtungen und Imprägnierungen

Hochwertige Beschichtungen und Imprägnierungen behalten ihre Funktion und optische Wirkung über einen langen Zeitraum.

7.1 Beschichtungen

Die Lebenserwartung von Beschichtungen beträgt etwa zehn Jahre. Danach ist oft ein Auffrischungsanstrich erforderlich.

Soll bei einer Erneuerung ein anderes Beschichtungssystem verwendet werden, ist die Systemverträglichkeit zu prüfen. Stark verwitterte oder abblätternde Beschichtungen müssen vor Erneuerung mechanisch oder mit Hilfe geeigneter Abbeizpasten und anschließender Dampfstrahlreinigung entfernt werden.

7.2 Imprägnierungen

Die Lebenserwartung von Imprägnierungen liegt bei etwa zehn bis fünfzehn Jahren. Bei einer Erneuerung sollte das gleiche System wie für die Erstimprägnierung verwendet werden, da auf diese Weise Systemverträglichkeit gewährleistet ist.

Die Verarbeitung der Beschichtungen und Imprägnierungen erfolgt nach den Herstellerrichtlinien.



Literatur

- [1] DIN EN 1996-2:2010-12 Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten. Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk; in Verbindung mit DIN EN 1996-2/NA:2012-01
- [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 18330:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Mauerarbeiten
- [4] DIN 18299:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art

Bildnachweise

Bild S. 142: Anja Grah, GrahDesign;
Bild S. 143, Bild S. 147 links: © palladium.de/KS-ORIGINAL;
Bild S. 147 rechts: © Henning Koepke/KS-ORIGINAL;
Bilder S. 145, Bild S. 153, Bild S. 156 oben: Stefan Witte;
Bild S. 149 unten: KS-Original;
Bild S. 150: Stefan Witte;
Bild S. 151: © Erich Spahn/KS-ORIGINAL;
Bild S. 154 unten: Ninette Schumann-Jäkel;
Bild S. 156 unten: © Csaba Meste/KS-ORIGINAL;

Bild S. 144, Bild 1, Bild 2, Bild 3, Bild 4, Bild S. 149,
Bild 7, Bild 8, Bild S. 154, Bild 9, Bild 10:
Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.