



Merkblatt 876

Edelstahl Rostfrei im Mauerwerksbau



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

1 Einleitung

Ziel dieser Broschüre ist es, den Planer, den Unternehmer sowie auch interessierte Studenten über die Vorteile des Einsatzes von Edelstahl Rostfrei im Mauerwerksbau kurz und treffend zu informieren. Schwerpunkt ist die Befestigungs- und Bewehrungstechnik. Die betreffenden Normen und Vorschriften werden dargestellt und erläutert und es werden praktische Empfehlungen gegeben.

Wer auch zukünftig als Unternehmer erfolgreich sein will, muss in verstärktem Maße auf Qualität achten. Mauerwerk, vor allem die modernen Mauerstein- und Mörtelprodukte, sind nicht nur die wichtigsten Baustoffe für den Wohnungsbau, sondern sie sind durch laufende Weiter- und Neuentwicklungen maßgeblich an der Verbesserung von Wohnqualität, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit beteiligt. In Verbindung mit Edelstahl Rostfrei ist sichergestellt, dass die unterschiedlichen Baustoffe bzw. Bauteile perfekt und dauerhaft verbunden werden können und dadurch die Qualität noch deutlich weiter gesteigert wird.

Edelstahl Rostfrei ist eine zukunftsweisende Werkstoffgruppe mit sehr guter Ökobilanz. Nichtrostende Stähle werden ressourcenschonend bis zu 80 % aus legiertem Schrott erschmolzen. Zudem ist der Werkstoff zu 100 % recyclingfähig und schließt damit den Materialkreislauf lückenlos.

2 Begriffe, Definitionen

In technischen Regelwerken und Ausschreibungen werden sehr häufig nachfolgend aufgeführte Begriffe bzw. Begriffskombinationen benutzt um darzulegen, dass die behandelten Bauteile und Materialien eine besondere Widerstandsfähigkeit gegen ortsspezifische Umwelteinflüsse besitzen müssen.

Die nachfolgend aufgeführten Definitionen sollen die richtige Anwendung dieser Begriffe erleichtern. Sie sollen außerdem deutlich machen, dass es sich immer um ein System mit Wechselwirkungen aus mehreren Kompo-

nenten und Einflussfaktoren handelt (**Korrosionssystem**). Daher müssen diese Begriffe in technischen Texten und Ausschreibungen immer durch konkrete Angaben zu den einzusetzenden Werkstoffen, der Oberflächengüte, den Kontaktbaustoffen und weiteren Umweltbedingungen (Lichteinfluss, Temperatureinflüsse, besondere umgebende Medien etc.) ergänzt werden. Edelstahl Rostfrei gemäß den Widerstandsklassen der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.3-6 besitzt für die meisten Bauteile erfahrungsgemäß besten Schutz gegen die zahlreich vorkommenden Systemeinflussfaktoren.

• Korrosionsschutz (DIN EN ISO 8044)

Veränderung eines Korrosionssystems derart, dass Korrosionsschäden vermieden werden.

Erläuterung: Unter Korrosionsschutz wird die Summe aller Maßnahmen verstanden, die dazu beitragen, Werkstoffe vor der Zerstörung durch chemische und/oder physikalische Angriffe (aggressive Medien, Bewitterung, Tauwasser etc.) zu schützen. Ziel ist, das Ausmaß der Korrosion so zu begrenzen, dass Korrosionsschäden, d.h. der Verlust oder die Einschränkung der Funktion eines Bauteils oder einer Anlage, vermieden werden.

• Korrosionsgeschützt (nicht normativ geregelter Begriff)

Dieser Begriff gibt an, dass Bauteile mit Hilfe von Beschichtungen (organische Schichten, z.B. Lack, Pulverbeschichtung) und/oder Überzügen (anorganische Schichten, z.B. Verzinkung, Chromatierung, Emaillierung) vor den einwirkenden Umgebungsbedingungen geschützt werden.

Erläuterung: Teilweise wird dieser Begriff auch für korrosionsbeständige Werkstoffe verwendet, bei denen die vorhandene Korrosionsbeständigkeit durch weitere Maßnahmen erhöht wurde (z.B. Aluminium korrosionsgeschützt gleich anodisch oxidiertes Aluminium)

• Korrosionsbeständigkeit (DIN EN ISO 8044)

Fähigkeit eines Metalls, seine Funk-

tionen in einem gegebenen Korrosionssystem ohne Beeinträchtigungen durch Korrosion zu erfüllen.

Erläuterung: Ist vom Planer gefordert, dass ein Bauteil „korrosionsbeständig“ sein muss, so ist damit gemeint, dass der Werkstoff (z.B. Edelstahl Rostfrei), aus dem dieses Bauteil hergestellt werden soll, unter den gegebenen Randbedingungen dauerhaft keinen Korrosionsschaden erleidet. Es ist dann nicht zulässig, einen Werkstoff mit Beschichtungen bzw. Überzügen einzusetzen. Dies könnte die Funktion des Bauteils einschränken und Korrosionsrisiken wieder erhöhen.

• Korrosionswiderstand* (nicht normativ geregelter Begriff)

Dieser Begriff dient häufig der Werkstoffklassifikation korrosionsbeständiger Werkstoffe. Er ist keine Werkstoffkenngröße. Der Korrosionswiderstand ermöglicht eine Einteilung von Werkstoffen in Gruppen, die unter bestimmten Umgebungsbedingungen die Korrosionsbeständigkeit ohne zusätzliche Maßnahmen dauerhaft sicherstellen können.

Erläuterung: Zur Verdeutlichung sei auf die Definition von Korrosionswiderstandsklassen in der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.3-6 „Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen“ verwiesen. In Ausschreibungs- und Planungsunterlagen ist die konkrete Vorgabe einer Widerstandsklasse unbedingt erforderlich. Die zuständigen Prüfinstitute können, sofern ein Stahl nicht klassifiziert ist, diesen dem Widerstandsklassensystem durch Versuche bzw. Messungen zuordnen.

• Korrosionssicher (nicht normativ geregelter Begriff)

Häufig in Regelwerken, Fachliteratur, Produktbeschreibungen und Bau-

* Verschiedentlich wird der Begriff auch für nicht korrosionsbeständige Werkstoffe verwendet, wenn die Korrosionsgeschwindigkeit von Werkstoffen durch bestimmte Maßnahmen (z.B. Legierungszusätze) verringert werden kann. Man spricht dann häufig von einer Erhöhung des Korrosionswiderstandes, ohne dass ein korrosionsbeständiger Werkstoff vorliegt.

ausschreibungen angewandter ungenauer Begriff zur Beschreibung einer Erwartungshaltung in Bezug auf das Korrosionsverhalten. Er dient entweder zum Ausdruck vorliegender, langjähriger Erfahrungswerte mit bestimmten Korrosionssystemen oder als Ausdruck für eine gewünschte Eigenschaft, die durch geeignete Maßnahmen erreicht werden soll.

Erläuterung: Um eine nachprüfbar und sinnvolle Ausführungsbeschreibung zu erhalten, muss dieser Begriff näher erläutert werden. Wird der Begriff „korrosionssicher“ ohne weitere Angaben im direkten Zusammenhang mit dem Begriff „Bauteil, Produkt, Stahl oder Werkstoff“ etc. angewandt, so muss man für das Bauteil von einem korrosionsbeständigen Werkstoff, z.B. Edelstahl rostfrei, ausgehen. Ansonsten ist die Beschreibung durch eine geeignete Schutzmaßnahme, wie z.B. schützendes Bauteil, Beschichtung oder Überzug zu ergänzen.

Es ist grundsätzlich ein Fehler, anzunehmen, dass man bei richtiger Herstellung und Montage nichtrostende Stähle durch beschichtete Stähle ersetzen kann. Das gelingt in den seltensten Fällen. Nachfolgend **zwei Beispiele** zu den Risiken, wenn statt eines Bauteils aus korrosionsbeständigem Werkstoff ein Bauteil mit Überzug und Beschichtung eingesetzt wurde:

(1) Funktionseinschränkung

Statt zugelassener Bewehrungsstähle aus nichtrostenden Stählen 1.4571, 1.4404 oder 1.4362 mit 6 und 8 mm Durchmesser wurden Bewehrungsstähle aus BST 500 S vom Handel gekauft und anschließend verzinkt und kunststoffbeschichtet. Im Verarbeitungsprozess wurde nicht darauf geachtet, dass die bauaufsichtliche Zulassung für Bewehrungsstähle eine Mindestrippenhöhe vorschreibt, die durch die Duplex-Beschichtung, insbesondere bei dem 6 mm Bewehrungsstahl, um mehr als die Hälfte reduziert wurde. Die vorgeschriebene und notwendige Verbundwirkung ist nicht mehr gegeben und die Funktion des Bewehrungsstahls ist gemäß der bauaufsichtlichen Zulassung, sowie den daraus resultierenden statischen Annahmen, nicht mehr gewährleistet.

(1) Erhöhtes Korrosionsrisiko

Es wird wieder das Beispiel mit einem durch Duplex-Beschichtung geschütztem Bewehrungsstahl gewählt. Mängel während der Bauteilbeschichtung (Fehlstellen, z.B. durch Blasenbildung) oder Beschädigungen der Oberflächenbeschichtung, die während der Bauteilmontage (z.B. durch örtliches Anpassen der Bauteile) entstehen, führen hierbei sehr schnell zur Unterwanderung der Kunststoffschicht durch Korrosion und es entsteht wieder das Risiko einer Funktionsbeeinträchtigung (Volumenvergrößerung, Verringerung der Rippenhöhe).

3 Grundsätzliches

3.1 Allgemeines

Für Bewehrungen und Befestigungselemente mit statischer Funktion im Mauerwerksbau gilt allgemein – wie bei anderen Baustoffen und Bauweisen auch –, dass ihre Eigenschaften dauerhaft erhalten bleiben müssen. Dies betrifft bei Bewehrungen und Befestigungselementen vor allem den Widerstand gegen eine mögliche Korrosion. Ist ein korrosiver Einfluss nicht auszuschließen, so muss ein dauerhaft ausreichend hoher Widerstand gegeben sein, um eine Beeinträchtigung der erforderlichen Qualität zu verhindern.

Je nach Aufgabe, Einbausituation und möglichem Korrosionsangriff ergeben sich für Bewehrung und Befestigungs-

elemente unterschiedliche Anforderungen, die sich wie in **Tabelle 1** grundsätzlich unterscheiden lassen.

3.2 Statische Funktion

Statisch wirksame Bewehrungen und Befestigungen müssen stets einen dauerhaft ausreichend hohen Korrosionswiderstand aufweisen, wenn nicht sichergestellt ist, dass keine korrosiven Einwirkungen auftreten können. Dies betrifft beispielsweise den Einbau von nicht mehr zugänglichen und damit nicht kontrollierbaren Befestigungen – z.B. Verankerungen und Abfangungen bei zweischaligem Mauerwerk.

Die spezifischen technischen Grundlagen für den Einsatz bei tragenden Konstruktionen aus Edelstahl rostfrei sind aus der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.3-6 in der jeweils aktuellen Fassung mit dem Titel „Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen“ zu entnehmen.

3.3 Konstruktive Funktion

Bei Bewehrung und Befestigungen, die konstruktive Aufgaben zu erfüllen haben, ist hinsichtlich des ggf. notwendigen Korrosionswiderstandes (nach der weit verbreiteten Auffassung) wie folgt zu unterscheiden:

- (1) Die Wirksamkeit ist nur zeitlich begrenzt erforderlich, z.B. bei Bewehrung zur Rissbreitenbeschränkung, wenn die rissverursachenden Vorgänge nach einer gewissen Zeit beendet sind (Schwinden, Kriechen).

Aufgabe	Einbausituation	Korrosion möglich		Anforderungen an den Korrosionswiderstand
		ja	nein	
konstruktiv	dauerhaft trocken		x	keine
	Feuchteinwirkung möglich	x		je nach Bedeutung und Wirkung
statisch	dauerhaft trocken		x	keine
	Feuchteinwirkung möglich	x		dauerhaft ausreichend hoch

Tab. 1: Anforderungen an den Korrosionswiderstand

(2) Eine Korrosion kann infolge der damit verbundenen Volumenvergrößerung zu Schäden führen, z.B. durch Abplatzungen.

Bei Fall (1) wäre somit kein besonderer Korrosionswiderstand erforderlich, wenn Fall (2) ausgeschlossen werden kann. Andernfalls muss ein entsprechender Korrosionswiderstand vorhanden sein. Allerdings ist auch bei Bewehrung und Befestigungen mit ausschließlich konstruktiven Aufgaben ein dauerhafter Korrosionswiderstand aus nachfolgend genannten Gründen sehr zu empfehlen:

- Korrodierte bzw. ungleichmäßig korrodierte Oberflächen sind ein optischer Mangel und deshalb auch ein Reklamationsgrund.
- Von einem Laien kann Korrosion hinsichtlich ihrer Bedeutung (z.B. Einfluss auf die Tragfähigkeit) nicht beurteilt werden. Er wird die Produkte reklamieren, was in der Regel zu Nachbesserungen führt.
- Auch bei konstruktiver Bewehrung können Beeinträchtigungen der Funktion durch Korrosion auftreten.

In den letzten Jahren wird im deutschen Markt der Befestigungs- und Bewehrungssysteme für Mauerwerk im Außen- und Feuchtbereich vorwiegend Edelstahl Rostfrei wegen der für die Praxis wichtigen Herstellungs- und Montagevorteile und der unübertroffenen Korrosionsbeständigkeit verwendet. Edelstahl Rostfrei gibt es in verschiedenen Festigkeitsstufen, so dass auch schlanke Konstruktionen, d.h. Befestigungssysteme mit geringem Querschnitt bzw. geringer Materialdicke, möglich sind.

4 Werkstoff Edelstahl Rostfrei

4.1 Werkstoffe für die Bewehrungs- und Befestigungstechnik

Die Verwendung von Edelstahl Rostfrei im Mauerwerksbau ist in der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung

(ABZ) Z-30.3-6 „Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen“ geregelt (Tab. 2 und 3).

Die nichtrostenden Lean Duplex-Stähle eröffnen kostengünstige Alternativen zu den austenitischen Werkstoffgüten A5 (1.4571), A4 (1.4401), A4L (1.4404) oder A2 (1.4301). Der Lean Duplex-Stahl 1.4362 ist im Bereich der Bewehrungs- und Befestigungstechnik derzeit die technisch interessanteste Variante der Duplex-Stähle.

Vorteile des Lean Duplex-Stahls 1.4362 gegenüber den Werkstoffgüten 1.4404/1.4571 sind:

- doppelt so hohe Grundfestigkeit, auch im geschweißten Zustand;
- bessere Korrosionsbeständigkeit, u.a. bei chloridinduzierter Spannungsris- und Lochkorrosion;
- geringere Wärmedehnung bei gleicher Wärmeleitfähigkeit;
- höherer Elastizitätsmodul;
- günstigere Dauerschwingfestigkeit;
- deutlich niedrigerer Legierungsanteil an Nickel und Molybdän, damit preiswerter und höhere Preisstabilität aufgrund relativ niedrigerer Legierungszuschläge.

Neben der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für nichtrostende Stähle, die für alle Unternehmen und Anwender im Bauwesen gilt, gibt es noch weitere nichtrostende Stähle für den Mauerwerksbau. Diese Werkstoffe sind dann in der Regel von einzelnen Unternehmen beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) für bestimmte Produkte oder Produktbereiche zugelassen und unterliegen einer strengen dauernden externen und unabhängigen Kontrolle.

4.2 Wichtige Normen für Edelstahl Rostfrei

Folgende Normen sind neben der zuvor genannten Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für die Ausführung und die technischen Details der nichtrostenden Stähle zu beachten:

DIN EN 10 088 – Teile 1 bis 3

Technische Lieferbedingungen für nichtrostende Stähle

DIN EN ISO 3506 – Teile 1 bis 4

Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen

4.3 Werkstoffprüfung bei Edelstahl Rostfrei

4.3.1 Werksprüfzeugnisse

Neben den bauaufsichtlich zugelassenen Mauerwerksbefestigungsprodukten aus nichtrostendem Stahl gibt es häufig Sonderanfertigungen bzw. Spezialbefestigungen, die unter Bezug auf einen besonderen rechnerischen Nachweis angewendet werden.

Bei Befestigungskonstruktionen des Herstellers, für die im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle (ÜH) Prüfzeugnisse für bestimmte Vormaterialien (Bauteile) gewünscht werden, empfiehlt es sich dringend, diese vorab mit der Anfrage, spätestens jedoch bei Bestellung, konkret anzufordern. Besonders bei Normteilen sind aufgrund der überwiegenden Fernost-Importe in der Regel keine Prüfbescheinigungen nach deutschem bzw. europäischem Standard verfügbar und auch im Nachhinein nicht mehr beschaffbar. Gefordert werden üblicherweise das Werkszeugnis 2.2 (für Normteile) und das Abnahmeprüfzeugnis 3.1 (für Bleche/ Profile/ Rohre) gemäß DIN EN 10204 „Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen“. Prüfzeugnisse sind nicht kostenlos.

4.3.2 Hilfe bei Werkstofffragen und Legierungsanalyse

Bei entscheidenden Fragen zum Einsatz von speziellen nichtrostenden Stählen innerhalb eines Bauprojektes und bei Klärung von Werkstoffeigenschaften an vorhandenen Baukonstruktionen kann die Hilfe entsprechender Institute und Gutachter in Anspruch genommen werden. Diesbezügliche Adressen und Ansprechpartner sind auf der Internetseite der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei unter www.edelstahl-rostfrei.de in der Rubrik „Werkstoff/Gutachter/Institute“ zu finden.

Stahlsorte ¹⁾		W-Nr.	Gefüge ²⁾	Festigkeitsklassen ³⁾ und Erzeugnisformen ⁴⁾					Korrosion Widerstands- klasse ⁵⁾
Lfd. Nr.	Kurzname			S 235	S 275	S 355	S 460	S 690	
1	X2CrNi12	1.4003	F	B, Ba, H, P	D, H, S, W	D, S	D, S	-	I / gering
2	X6Cr17	1.4016	F	D, S, W	-	-	-	-	-
3	X5CrNi18-10	1.4301	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	B, Ba, D, H, S	Ba, D, H, S	S	II / mäßig
4	X2CrNi18-9	1.4307	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	Ba, D, H, S	Ba, D, S	S	
5	X3CrNiCu18-9-4	1.4567	A	D, S, W	D, S	D, S	D, S	-	
6	X6CrNiTi18-10	1.4541	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	Ba, D, H, S	Ba, D, H, S	-	
7	X2CrNiN18-7	1.4318	A	-	-	B, Ba, D, H, P, S	B, Ba, H	-	
8	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	Ba, D, H, S	Ba, D, S	S	III / mittel
9	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	Ba, D, H, S	Ba, D, H, S	D, S	
10	X3CrNiCuMo17-11-3-2	1.4578	A	D, S, W	D, S	D, S	D, S	-	
11	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	Ba, D, H, S	Ba, D, H, S	D, S	
12	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	A	-	B, Ba, D, H, S, W	-	-	-	
13	X2CrNiN23-4	1.4362	FA	-	-	-	B, Ba, D, S, W	D, S	
14	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	FA	-	-	-	B, Ba, D, P, S, W	D, S	IV / stark
15	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, P, S	D, P, S	D, S	D, S	
16	X2CrNiMnMoNb25-18-5-4	1.4565	A	-	-	-	B, Ba, D, S	-	
17	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	A	-	B, D, S, W	B, D, H, P, S	D, P, S	D, S	
18	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	A	-	B, Ba	B, Ba	-	-	

1) nach DIN EN 10088-1:2005-09 (09.2005)

2) A = Austenit; F = Ferrit; FA = Ferrit-Austenit (Duplex)

3) Die der jeweils untersten Festigkeitsklasse folgenden Festigkeitsklassen sind durch Kaltverfestigung mittels Kaltverformung erzielt.

4) B = Blech; Ba = Band und daraus gefertigte Bleche; D = Draht, gezogen; H = Hohlprofil; P = Profile; S = Stäbe; W = Walzdraht

5) gilt nur für metallisch blanke Oberflächen. Bei möglicher Kontaktkorrosion besteht Gefahr für das unedlere Metall.

Tab. 2: Einteilung der Stahlsorten nach Festigkeitsklassen und Widerstandsklassen gegen Korrosion aus der ABZ Z-30.3-6 vom 20. April 2009

Stahlsorte				Korrosionswiderstandsklasse ¹⁾	Kennzeichnung für Schrauben mit Kopf in Anlehnung an DIN EN ISO 3506-1			Kennzeichnung für Gewindestangen, Stiftschrauben, Muttern und Scheiben in Anlehnung an DIN EN ISO 3506-1+2		
Lfd. Nr.	Kurzname	W-Nr.	Gruppe		Festigkeitsklasse			Festigkeitsklasse		
					50	70	80	50	70	80
3	X5CrNi18-10	1.4301	A2	II / mäßig	≤ M39	≤ M24	≤ M20	≤ M64	≤ M45	≤ M24
4	X2CrNi18-9	1.4307	A2L		≤ M39	≤ M24	≤ M20	≤ M64	≤ M45	≤ M24
5	X3CrNiCu18-9-4	1.4567	A2L		≤ M24	≤ M16	≤ M12	≤ M24	≤ M16	≤ M12
6	X6CrNiTi18-10	1.4541	A3		≤ M39	≤ M20	≤ M16	≤ M64	≤ M30	≤ M24
8	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	A4	III / mittel	≤ M39	≤ M24	≤ M20	≤ M64	≤ M45	≤ M24
9	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	A4L		≤ M39	≤ M24	≤ M20	≤ M64	≤ M45	≤ M24
10	X3CrNiCuMo17-11-3-2	1.4578	A4L		≤ M24	≤ M16	≤ M12	≤ M24	≤ M16	≤ M12
11	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	A5		≤ M39	≤ M24	≤ M20	≤ M64	≤ M45	≤ M24
12	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	2)		≤ M20	–	–	≤ M64	–	–
13	X2CrNiN23-4	1.4362	2)		–	≤ M24	≤ M20	–	≤ M64	≤ M20
14	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	2)	IV / stark	–	≤ M24	≤ M20	–	≤ M64	≤ M20
15	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	2) 3)		≤ M39	≤ M24	≤ M20	≤ M64	≤ M45	≤ M20
16	X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4	1.4565	2) 3)		–	≤ M24	≤ M20	–	≤ M64	≤ M30
17	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	2) 3)		≤ M30	≤ M24	≤ M20	≤ M64	≤ M45	≤ M45

1) gemäß Anlage 1, Tabelle 1 der ABZ Z-30.3-6
2) Da derzeit keine normativen Festlegungen gelten, sind diese Stähle mit der Werkstoff-Nummer zu kennzeichnen.
3) Für Verbindungsmittel in Schwimmhallenatmosphäre gilt Anlage 7, Tabelle 10 der ABZ Z-30.3-6

Tab. 3: Stahlsorten für Verbindungsmittel mit Zuordnung zu Stahlgruppen nach DIN EN ISO 3506 Teile 1 und 2 aus der ABZ Z-30.3-6 vom 20. April 2009

5 Bewehrung

5.1 Statisch wirksame Bewehrung

5.1.1 Allgemeines

Mauerwerk ist – wie auch Beton – nur wenig auf Zug beanspruchbar. Höhere Zugbeanspruchungen können deshalb vom Mauerwerk allein nicht aufgenommen werden. Beispiele dafür sind erddruckbeanspruchte Kellerwände mit geringer Auflast oder auch Mauerwerksbauteile unter hoher Schubbeanspruchung, z.B. durch Erdbeben. Zur Aufnahme größerer Zugkräfte wird deshalb eine stählerne Bewehrung verwendet. Diese wird horizontal in den Lagerfugen oder auch vertikal in „Ausparungen“ angeordnet. Damit die Bewehrung wirksam ist – d.h. Zugkräfte aufnehmen kann –, muss sie vollständig mit Mörtel (oder ggf. auch Beton) umhüllt sein und der Mörtel bzw. der Beton müssen

eine ausreichende Verbundfestigkeit zu den Mauersteinen aufweisen. Im Gegensatz zu Beton schützen Mauersteine und Mauer Mörtel wegen ihrer vergleichsweise hohen Porosität die Bewehrung nicht dauerhaft vor Korrosion. Bleiben die Mauerwerksbauteile nicht sicher dauerhaft trocken, so ist also Korrosion nicht auszuschließen und die Bewehrung muss korrosionsbeständig sein.

Die am Markt gängigen Bewehrungssysteme für Mauerwerk im Außenbereich oder in Feuchträumen bestehen in Deutschland aus Edelstahl Rostfrei der Korrosionswiderstandsklasse II oder III. Alle diese Bewehrungssysteme werden als Bewehrungsbänder, Bewehrungselemente oder Bewehrungsstäbe bauseits angeliefert und dort in der Länge angepasst. Edelstahl Rostfrei stellt bei Verletzung der Oberfläche seinen Korrosionsschutz eigenständig wieder her. Im Gegensatz hierzu müssen bei beschichteten Systeme-

men die Schnittstellen bauseits korrosionsgeschützt werden. Dies ist in der Regel nicht sicher gegeben und auch nicht wirtschaftlich.

5.1.2 Technische Regelwerke

Die technischen Regelwerke im Mauerwerksbau, die auch Angaben zu Bewehrung enthalten, sind:

- (1) DIN 1053-3 (02.1990)
Mauerwerk; Bewehrtes Mauerwerk; Berechnung und Ausführung
- (2) DIN 1053-4 (02.2004)
Mauerwerk-Teil 4: Fertigbauteile
- (3) DIN EN 1996-1-1 (01.2006)
Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk; Deutsche Fassung EN 1996-1-1 (2005)
- (4) DIN EN 845-3 (08.2003)
Festlegungen für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk – Teil 3: Lagerfugenbewehrung aus Stahl

Sachverhalt/ Gegenstand	Anforderung, Bestimmung				
	DIN 1053-3 (02.1990)	DIN 1053-4 (02.2004) – Mauertafeln –	DIN EN 1996-1-1 (01.2006)	DIN EN 845-3 (08.2003)	Flachsturz- Richtlinie (08.1979)
Bewehrungsstahl	gerippter Betonstahl nach DIN 488-1	Betonstahl nach DIN 488-1 bzw. nach ABZ, Zustim- mung im Einzelfall	nach pr EN 10080 Baustahl oder nichtrostender Stahl, glatt oder gerippt, schweiß- geeignet, f_{yk} muss EN 1992-1-1 An- hang C entsprechen ----- vorgefertigte Bewehrung nach DIN EN 845-3	geschweißte Stahl- drahtgitter, glatter oder profilierter oder gerippter Rund- oder Flach- draht, austenitischer nichtrostender Stahl nach DIN EN 10088 R1 oder R8, verzinkter Stahl- draht	Betonstahl BSt 420/500 RK oder RU, oder bauaufs. zugelass. Betonstahl BSt 500/550 RK oder RU
Stabdurchmesser d_s , Lagerfuge	$d_s \leq 8$ mm	$d_s = 6$ mm	$d_s \geq 5$ mm	Längsdrähte: $d_s \geq 3$ mm	bei 1 Stab: $8 \text{ mm} \leq d_s \leq 12 \text{ mm}$
Formsteine, Aussparungen	Mörtel: $d_s \leq 14$ mm Beton: nach DIN 488-1		max d_s : einhalten der Verbundspan- nung und Mörtel-, Betondeckung		
Korrosionsschutz	dauerhaft trocken- es Raumklima: nicht erforderlich; Andernfalls: - betonverfüllte Aussparungen: Überdeckung nach DIN 1045 - Bewehrung in Mörtel: besonde- rer Korrosions- schutz erforder- lich – durch ABZ	nicht erforderlich bei: Innenwänden, einschaligen Außenwänden ¹⁾ , Innenschale zwei- schaliger Außen- wände ¹⁾ ; Ansonsten: Korro- sionsgeschützte Bewehrung nach DIN 1053-3	Bewehrungsstahl korrosionsbestän- dig oder geeigneter Schutzüberzug; Anforderungen nach Abschn. 4.3.3	nichtrostend, verzinkt mit organischer Beschichtung	Betondeckung mind. 20 mm bzw. nach DIN 1045
Verankerung der Bewehrung	Nachweis nach DIN 1045 bzw. in ABZ	Normalmörtel: Gerade Stabenden; Leichtmörtel: End- haken	gerade Stabenden, Haken, Winkelha- ken, Schlaufen; rechn. Nachweis		
Mindestbewehrung	s. Tab. 1 der DIN 1053-3		Abschn. 8.2.3		
Lagerfugendicke d_F	$d_F \leq 20$ mm Richtmaß: $d_F \approx 2 d_s$		$d_F \geq d_s + 5$ mm		

ABZ: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

¹⁾ mit bestimmten Einschränkungen, siehe DIN 1053-4

Tab. 4: Statische Bewehrung im Mauerwerk – Anforderungen, Bestimmungen in Technischen Regelwerken

(5) Richtlinien für die Bemessung und Ausführung von Flachstürzen (08.1977); druckfehlerbereinigte Fassung 1979

(6) Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (ABZ)

DIN 1053-3 wird z.Z. überarbeitet. Auch die „Flachsturzrichtlinie“ wird

überarbeitet. In DIN 1053-4 wird Bewehrung als Transportbewehrung eingesetzt.

Die Technischen Regelwerke (1) bis (3) und (5) enthalten Bestimmungen zu den stählernen Bewehrungen, zum Korrosionsschutz der Bewehrung, zur Bewehrungsführung sowie zur

Bemessung und Ausführung.

Bauaufsichtlich eingeführt sind bislang die Technischen Regelwerke (1), (2) und (5).

5.1.3 Anforderungen

Die wesentlichsten Anforderungen an statische Bewehrung im Mauerwerks-

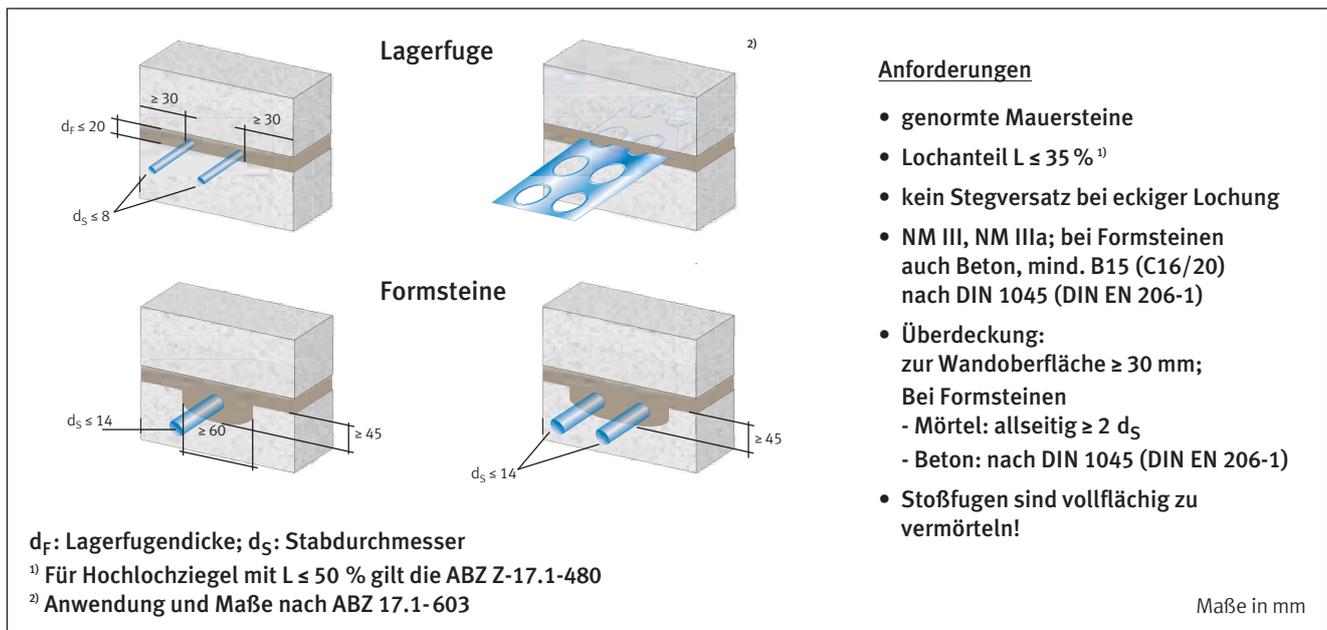


Bild 1: Bewehrtes Mauerwerk nach DIN 1053-3, horizontale Bewehrung – Bewehrungsführung und wichtige Maße

bau aus den technischen Regelwerken sind in **Tabelle 4** zusammengestellt.

5.1.4 Anwendungsbereiche

(1) Horizontale Bewehrung

Es kommt nur eine in den Lagerfugen – ggf. in Formsteinen – eingelegte Bewehrung infrage (**Bild 1**).

Die wesentlichsten Anwendungsbe-
reiche sind:

- Lagerfugenbewehrung zur Erhöhung der Biegezugfestigkeit von Mauerwerksbauteilen (Wände – DIN 1053-3): Bewehrungsstäbe aus Stahl oder Bewehrungselemente (**Bild 2**); Bemessung durch rechnerischem Nachweis.
- Lagerfugenbewehrung zur Ausbildung von Ringankern (Aufnahme von Zugkräften, erforderlich nach Abschn. 8.2.1 DIN 1053-1): Bewehrungsstäbe aus Stahl oder Bewehrungselemente (**Bild 3**); aufzunehmende Zugkraft: 30 kN; mind. 2 durchlaufende Stäbe von mind. 10 mm Durchmesser oder gleichwertige Bewehrung.
- Bewehrung zur Ausbildung von Ringbalken (Aufnahme von Biegemomenten und ggf. Zugkräften, erforderlich nach Abschn. 8.2.2 DIN 1053-1): Bewehrungsstäbe aus Stahl oder Bewehrungselemente – in Lagerfugen bzw. auch in Mauerstein-U-Schalen (**Bild 4**); Bemessung durch rechnerischen Nachweis.

Als korrosionsbeständige Bewehrung kommt Edelstahl Rostfrei infrage.

Andere Bewehrung ist mit entsprechenden ABZ anwendbar.

(2) Vertikale Bewehrung

Nach DIN 1053-3 kann vertikale Bewehrung in Formsteinen mit kleiner oder großer Aussparung sowie in einzelnen oder durchgehenden ummauerten Aussparungen angeordnet werden (**Bild 5**). Als Bewehrung kommen nur Bewehrungsstäbe aus Stahl infrage. Bei durchgehenden ummauerten Aussparungen sind z.B. auch Bewehrungsmatten denkbar. Die beiden Mauerwerksschalen müssen mit Ankern verbunden werden.

(3) Stürze

Zu unterscheiden ist zwischen werksgefertigten Flach- und Fertigteilstürzen sowie bauseits ausgeführten Stürzen. Die Bemessung der Stürze erfolgt nach

den „Flachsturzrichtlinien“ bzw. nach Allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung, ggf. nach Typenstatik.

Für werksgefertigte Flach- und Fertigteilstürze werden als Bewehrung Bewehrungsstäbe aus Stahl oder Bewehrungskörbe verwendet. Der ggf. erforderliche Korrosionswiderstand der Bewehrung richtet sich nach der Ausbildung der Stürze und den dadurch erreichten Korrosionsschutz für die Bewehrung.

Sinnvoll und sicher ist jedoch immer Edelstahl Rostfrei.

Bauseits in Mauerwerk ausgeführte Stürze bedürfen einer Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung; Beispiel: Außenschale von zweischaligem Mauerwerk (**Bild 6**).

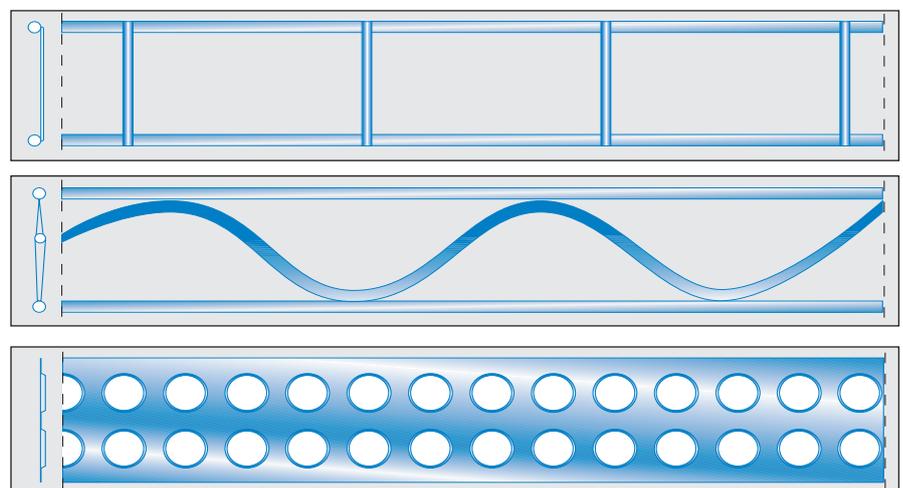


Bild 2: Gebräuchliche Bewehrungssysteme nach Allgem. bauaufsichtlicher Zulassung

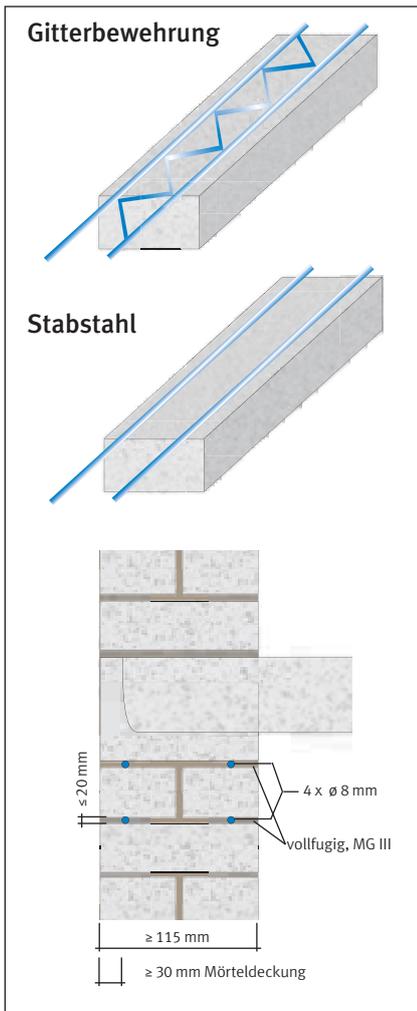


Bild 3: Ringanker aus bewehrtem Mauerwerk

5.1.5 Berechnungsbeispiele

Berechnungsbeispiele für einen Sturz aus bewehrtem Mauerwerk, einer durch Erddruck belasteten Kellerwand sowie für Ringanker und Ringbalken aus bewehrtem Mauerwerk befinden sich in /10/.

5.2 Konstruktive Bewehrung

5.2.1 Aufgaben

Konstruktive Bewehrung hat keine statische Aufgabe zu erfüllen. Sie wird zur Beschränkung der Breite von Rissen in Mauerwerksbauteilen eingesetzt (Rissbreitenbeschränkung). Risse im Mauerwerk werden meist durch Zug-, Biegezug- oder Schubspannungen hervorgerufen. Zugspannungen entstehen z.B. durch behindertes Schwinden und/oder Abkühlung von Mauerwerksbauteilen. Schubspannungen entstehen durch Verformungsunterschiede zwischen Mauerwerksbauteilen und mit diesen

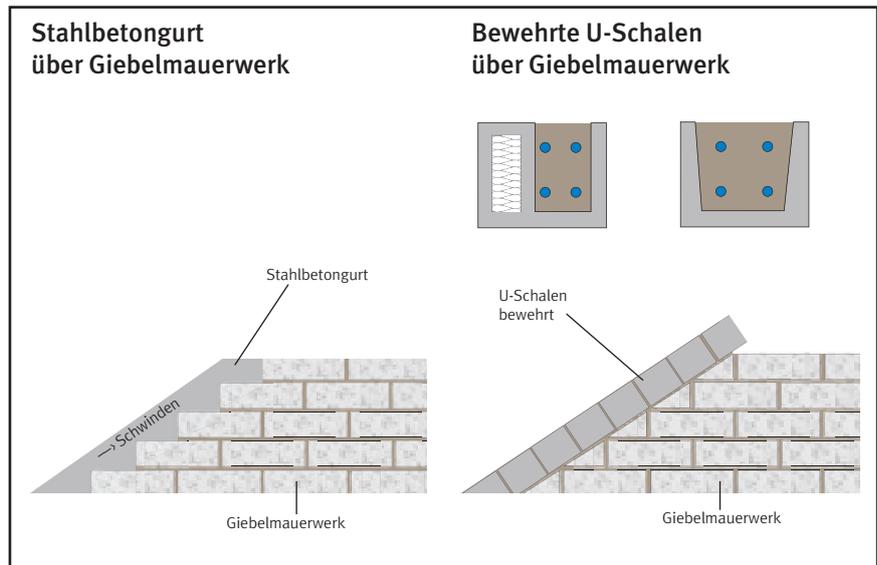
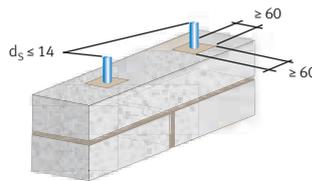


Bild 4: Ringbalken aus bewehrten Mauerstein-U-Schalen (Anwendungsbeispiel)

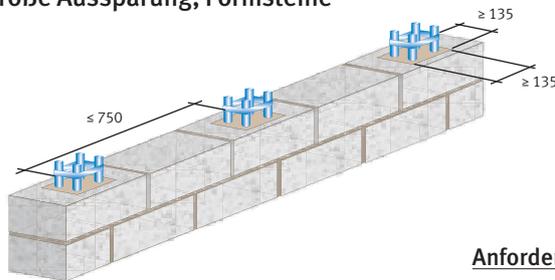
Kleine Aussparung, Formsteine



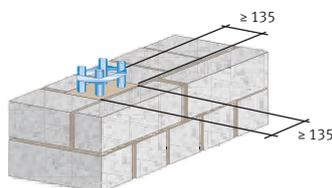
Anforderungen

- NM III, NM IIIa
- Überdeckung:
 - allseitig $\geq 2 d_s$
 - Wandoberfläche ≥ 30 mm
- Verfüllen: jede Steinlage!

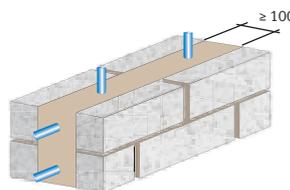
Große Aussparung, Formsteine



Ummauerte Aussparung



Ummauerte Aussparung (durchgehend)



Anforderungen

- NM III, NM IIIa oder Beton $\geq B 15$ (C16/20)
- Überdeckung:
 - Mörtel: allseitig $\geq 2 d_s$
 - Wandoberfläche ≥ 30 mm
 - Beton: nach DIN 1045 (DIN EN 206-1)
- max. Stabdurchmesser:
 - Mörtel: 14 mm
 - Beton: nach DIN 488 - 1
- Verfüllen:
 - mind. je Meter Wandhöhe

d_s : Stabdurchmesser Maße in mm

Bild 5: Bewehrtes Mauerwerk nach DIN 1053-3, vertikale Bewehrung – Bewehrungsführung und wichtige Maße

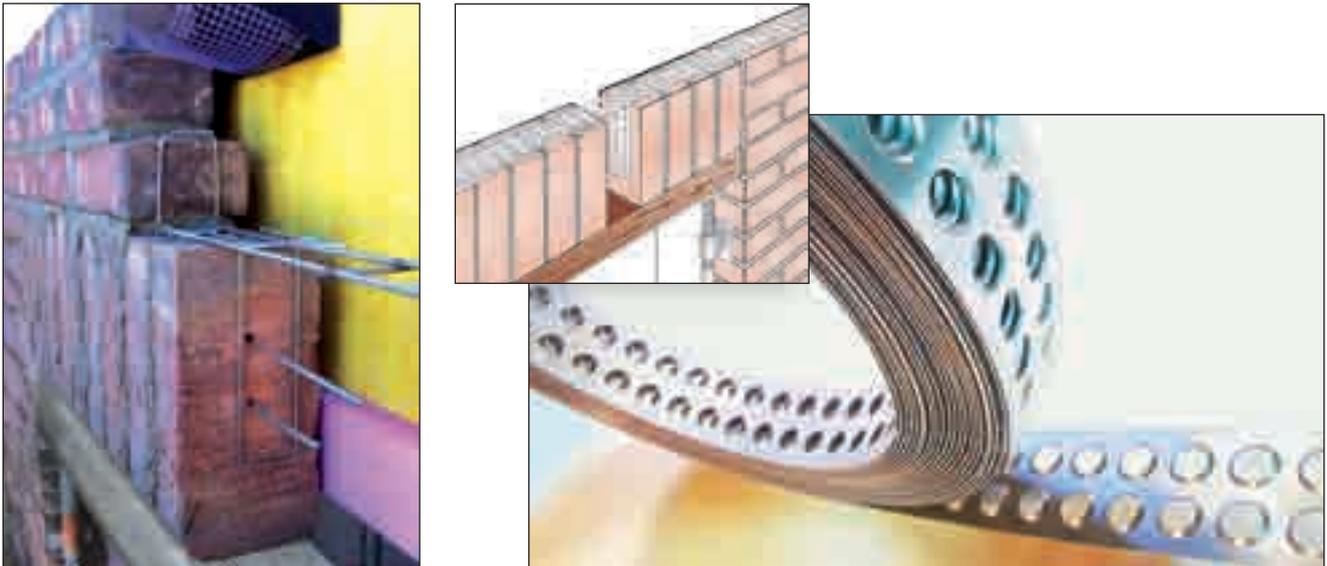


Bild 6: Bauseitige Herstellung eines Sturzes in der Außenschale eines zweischaligen Mauerwerks

verbundenen Bauteilen aus anderen Baustoffen, z.B. Betonringbalken auf Mauerwerk. Die häufigsten Rissfälle sind in /1/, /2/ und /10/ behandelt.

Die Breite derartiger Risse ist so klein zu halten, dass sie die Funktion des Bauteils bzw. die optische Beschaffenheit nicht wesentlich beeinträchtigen.

Dies kann durch eine geeignete konstruktive Bewehrung erreicht werden. Die Bewehrung wird in der Regel in den Lagerfugen des Mauerwerks angeordnet.

5.2.2 Technische Regelwerke
Technische Regelwerke, welche die Anwendung von konstruktiver Bewehrung

in Bezug auf Rissicherheit im Einzelnen behandeln, gibt es zur Zeit nicht.

Es existiert jedoch eine umfangreiche Fachliteratur zu diesem Thema. Beispielhaft wird auf /3/ bis /10/ verwiesen.

5.2.3 Anforderungen

Besondere Anforderungen an die konstruktive Bewehrung werden weder in den technischen Regelwerken (s. Abschn. 5.2.2) noch in der Fachliteratur gestellt. Zum Teil wird jedoch darauf hingewiesen, dass ein besonderer Korrosionsschutz nicht erforderlich ist, weil die Bewehrung nur solange wirksam zu sein braucht, wie Zugspannungen aus Zwängungen (Schwinden, Temperatur, Kriechen) aufgenommen werden müssen. Dies wird damit begründet, dass derartige Zwängungen – außer solche durch Temperatur – zeitlich begrenzt auftreten und eine mögliche Korrosion im Zeitraum der erforderlichen Wirksamkeit sich noch nicht schädlich auswirkt.

Mit Ausnahme dauerhaft trocken bleibender Bauteile ist Korrosion von ungeschützter Bewehrung grundsätzlich möglich. Auch können der Zeitraum vorhandener Zugspannungen und damit die erforderliche Wirksamkeitsdauer der Bewehrung nicht genau angegeben werden. Mögliche Schäden durch eine korrosionsbedingte Volumenzunahme der Bewehrung sind sicher nicht auszuschließen. Aus den vorgenannten Gründen folgt,

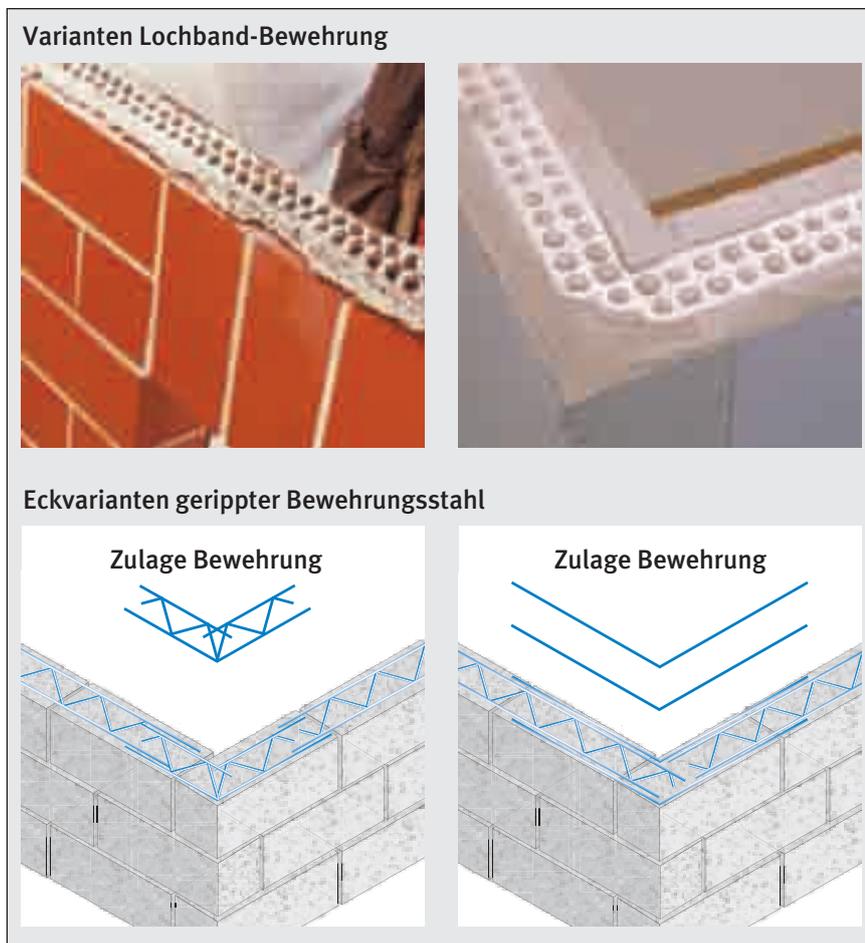


Bild 7: Konstruktive Lagefugenbewehrung, Anwendungsbeispiele

Große Aussparungen

Große Querschnittsänderungen

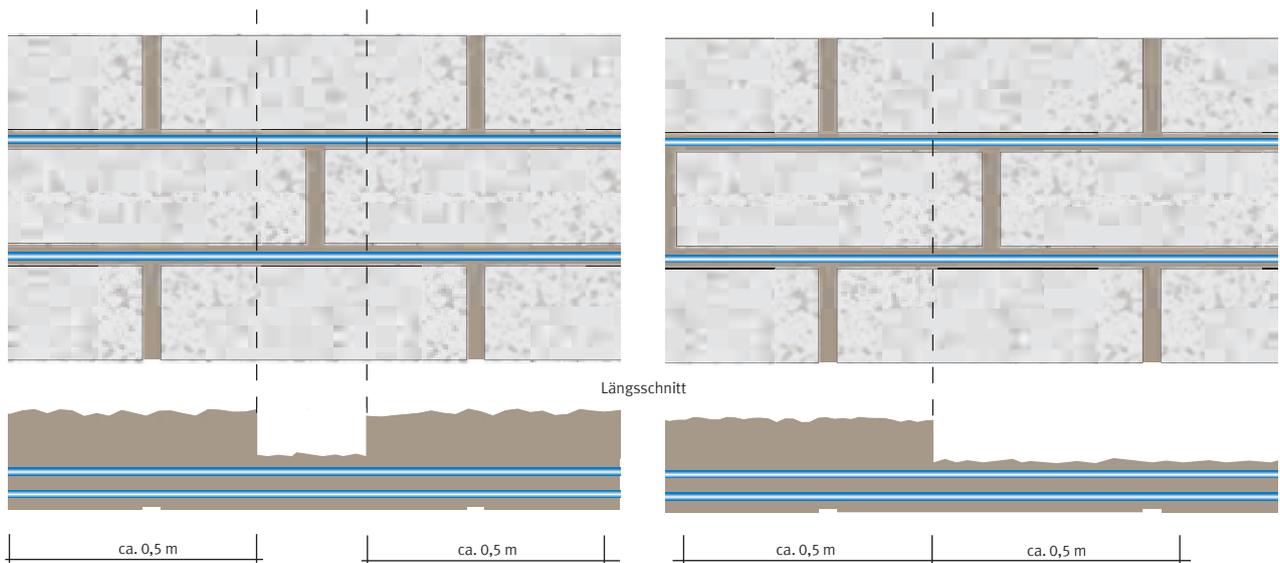


Bild 8: Konstruktive Lagerfugenbewehrung in Bereichen großer Aussparungen und Querschnittsänderungen

Typisches Rissbild

Konstruktive Bewehrung

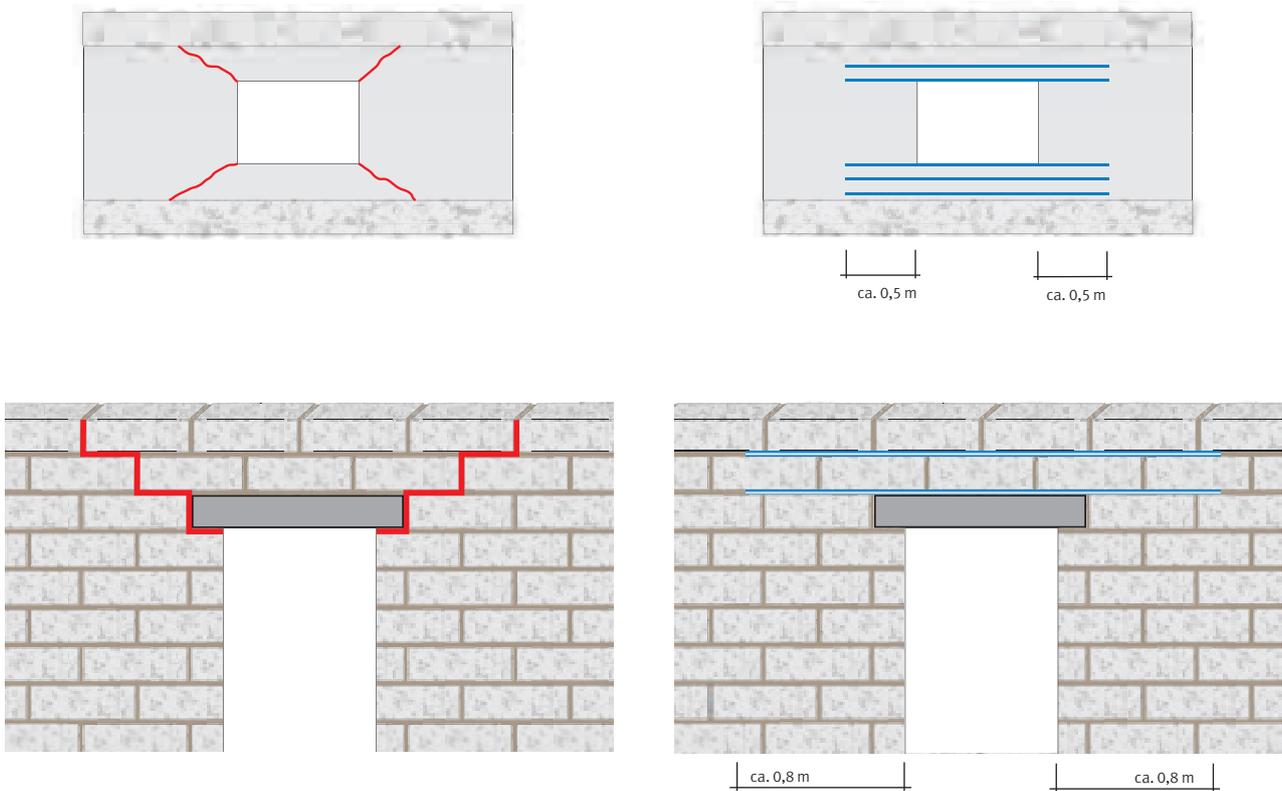


Bild 9: Konstruktive Lagerfugenbewehrung im Bereich von Öffnungen

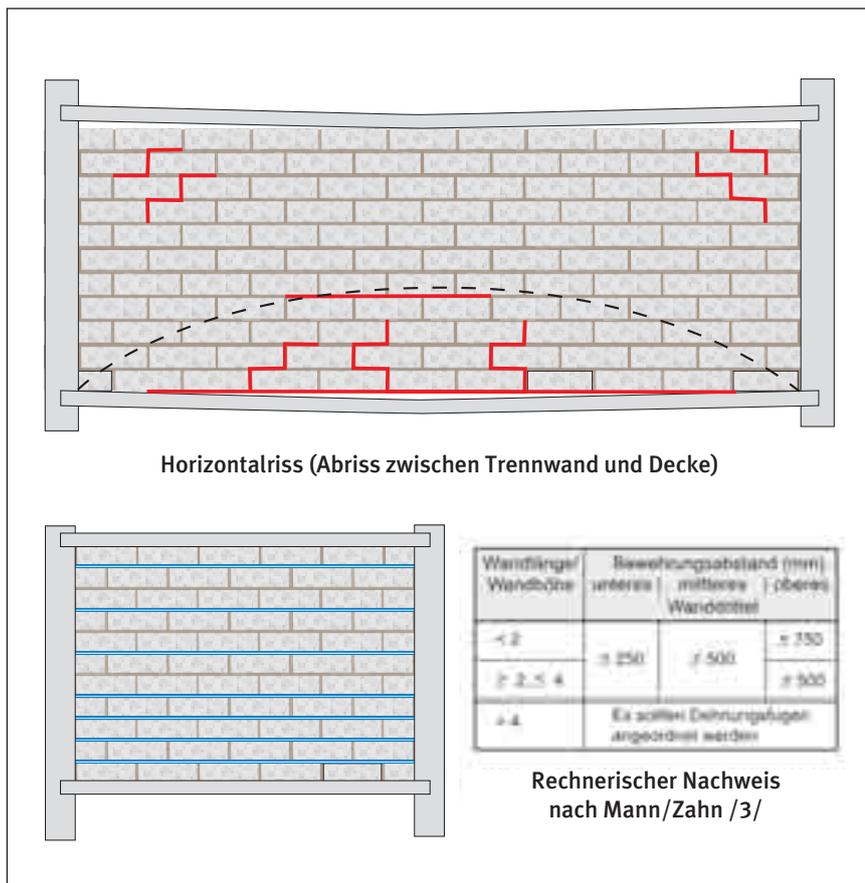


Bild 10: Konstruktive Lagerfugenbewehrung in nichttragenden inneren Trennwänden

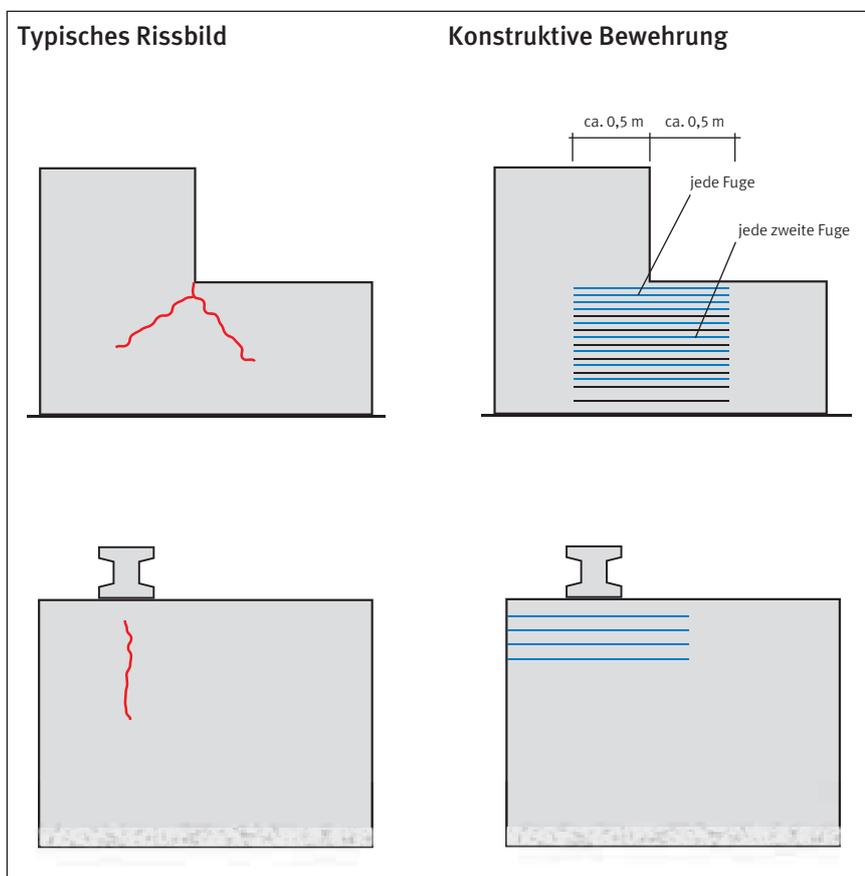


Bild 11: Konstruktive Lagerfugenbewehrung im Bereich von Höhenversprüngen und konzentrierten Lasten

dass im Außenbereich und in Feuchtraumbereichen nichtrostende Stahlbewehrung verwendet werden sollte (Bild 7). Bei dem grundsätzlich möglichen Einsatz von verzinkter Bewehrung besteht die Gefahr der bauseitigen Beschädigung der Zinkschicht und dadurch die stellenweise Aufhebung des Korrosionsschutzes.

Zur geeigneten Anordnung der Bewehrung und zum erforderlichen Bewehrungsquerschnitt siehe /3/, /6/ und /9/.

5.2.4 Anwendungsbereiche

Anwendungsbereiche konstruktiver Bewehrung sind grundsätzlich diejenigen Fälle, in denen breitere Risse infolge behinderter Formänderungen (i.W. Schwinden, Temperaturänderung) – Rissbreite etwa über 0,2 mm – die Funktion (Feuchteschutz, ggf. Schallschutz u.a.) und/oder die optische Beschaffenheit von Mauerwerksbauteilen inakzeptabel beeinträchtigen. Eine beispielhafte Auswahl solcher Fälle ist nachfolgend mit geeigneter Anordnung der konstruktiven Bewehrung aufgeführt. Bei Dünnbettmauerwerk im Außenbereich und in Feuchträumen werden zur Rissbreitenbeschränkung häufig Bänder und flachgewalzte Drahtstäbe aus Edelstahl Rostfrei in die Lagerfugen eingelegt.

- Bauteilbereiche mit großen Aussparungen, wesentlichen Querschnittsänderungen (Bild 8).
- Brüstungsbereiche, Öffnungen (Bild 9).
- Nichttragende innere Trennwände; in /3/ ist ein Bemessungsverfahren für die erforderliche konstruktive Bewehrung hergeleitet worden. Unter Bezug darauf wurden Praxisempfehlungen abgeleitet (Bild 10).
- Ecken, Versprünge in Bauteilen und konzentrierte Lasten (Bild 11).
- Außenschale (Verblendschale) von zweischaligen Außenwänden; die Anordnung einer Lagerfugenbewehrung ist dann sinnvoll und notwendig, wenn bei langen, rissgefährdeten Außenschalen auf Dehnungsfugen verzichtet werden soll oder auch wenn aus architektoni-

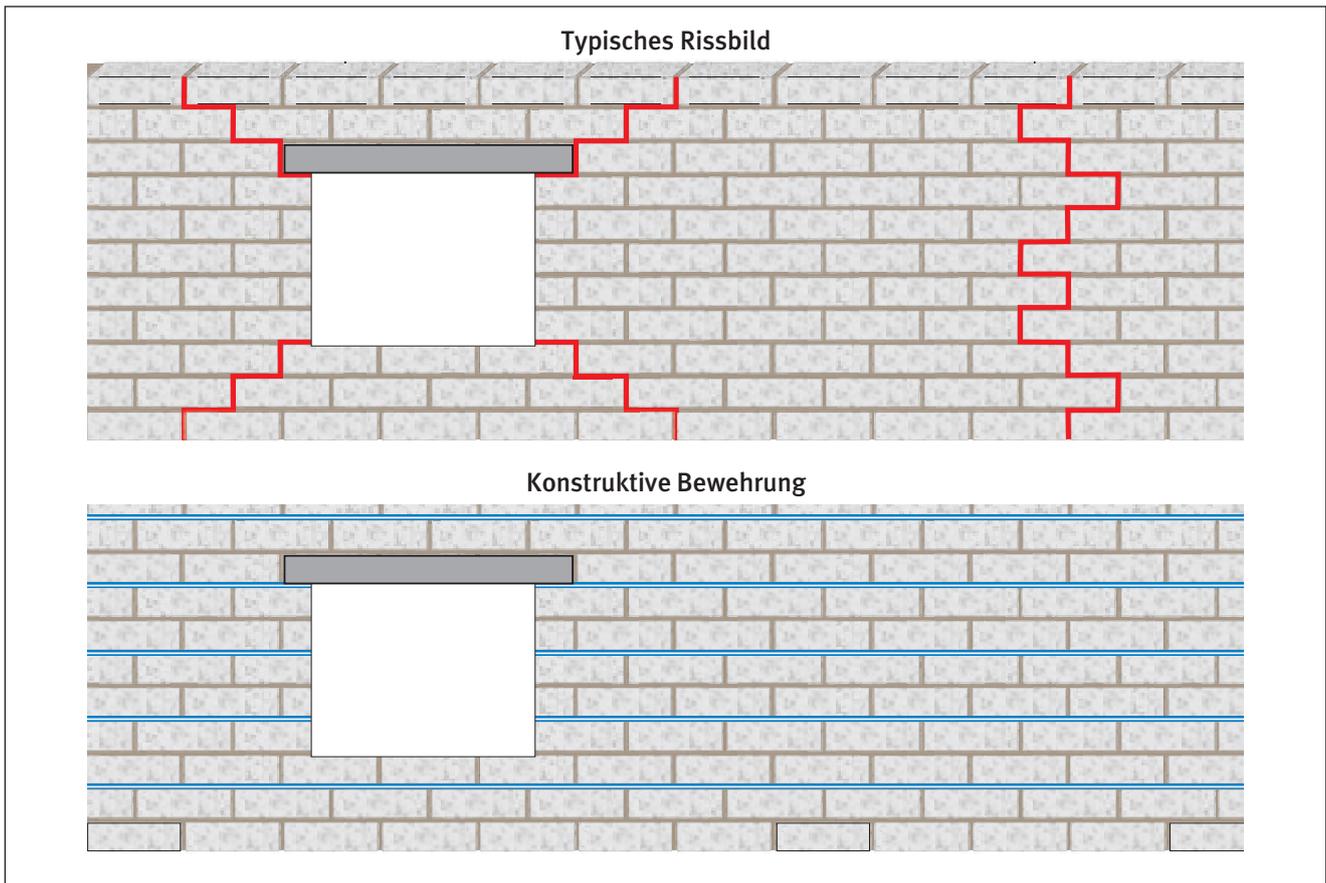


Bild 12: Konstruktive Lagerfugenbewehrung in Verblendschalen

schen Gründen ein von der Norm abweichender Mauerwerksverband – z.B. ohne Überbindemaß – ausgeführt werden soll (Bild 12).

5.2.5 Berechnungsbeispiel

In /4/ wurde ein Bemessungsverfahren für konstruktive Lagerfugenbewehrung zur Rissbreitenbeschränkung erarbeitet. Bei vorgegebener zulässiger Rissbreite kann der notwendige Bewehrungsquerschnitt ermittelt werden, siehe dazu /4/ sowie /9/.



Bild 13: Sturzbereich mit Mauerwerksbewehrung

6 Befestigungsmittel bzw. -elemente

6.1 Anker

6.1.1 Verbindung der Wandschalen bei zweischaligen Außenwänden

Nach DIN 1053-1 sind die beiden Mauerwerksschalen durch Drahtanker aus nichtrostendem Stahl der Werkstoffnummern 1.4401 oder 1.4571 zu verbinden. Die Drahtanker müssen hinsichtlich Form, Maßen, Anordnung und Mindestanzahl den Angaben in **Tabelle 5** und **Bild 14a** entsprechen. Andere Verankerungsarten der Drahtanker (z.B. Dübel), Ankerformen (z.B. Flachstahlanker) oder auch eine nicht-flächige Verankerung (z.B. in Deckenhöhe) sind bei entsprechenden Nachweisen zulässig (**Tab. 6**).

Die Ankerlänge bezieht sich auf den zulässigen Abstand der beiden Mauerwerksschalen von höchstens 150 mm. Aus Wärmeschutzgründen erfor-

derliche größere Schalenabstände und damit auch Ankerlängen bedürfen einer Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bzw. einer Zustimmung im Einzelfall. Derzeit sind durch Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen bis 200 mm zugelassen. Durch Zustimmung im Einzelfall werden in zunehmendem Maße noch größere Schalenabstände angewendet.

In der Regel werden in der Außenschale Dehnungsfugen im Gebäudeeckbereich, ggf. auch außerhalb der Ecke, angeordnet. An beiden Rändern jeder Dehnungsfuge sind mind. 3 Anker je lfd. Meter Fugenrand anzuordnen (**Bild 14a**).

Im Eckbereich ist das erforderliche Verankern in der Innenschale bei größerem Schalenabstand nicht mehr möglich, es entstehen freie Wandenden. Mit zunehmendem Schalenabstand vergrößern sich die freien Wandenden der Außenschale, die Standsicherheit der Außenschale im Eckbereich ist nicht mehr gewährleistet, die Forderung der DIN 1053-1 wird nicht mehr

erfüllt. Eine Möglichkeit, die Standsicherheit zu erreichen, ist eine Lagerfugen-Bewehrung der Außenschale im Eckbereich. Wegen der erforderlichen Korrosionsbeständigkeit ist Bewehrung aus Edelstahl Rostfrei zu verwenden (**Bild 15**).

Größere Ankerdurchmesser sind besonders bei linienhafter Verankerung, aber auch bei großen Schalenabständen erforderlich. Die dadurch größere Steifigkeit der Anker behindert die infolge Temperatur- und Feuchteänderungen bedingte Verformung der Außenschale gegenüber der Innenschale. Dies kann zu Rissen, ggf. zur Beeinträchtigung der Standsicherheit der Außenschale führen. Das kann durch Verwendung von Gelenkankern – aus Edelstahl Rostfrei –, die eine unterschiedliche Verformung der beiden Schalen gewährleisten, vermieden werden (**Bild 14c**).

Im Attikabereich bietet sich die Verankerung der Außenschale über einen Maueranschlusssanker aus Edelstahl Rostfrei an (**Bild 16**).

Anwendungsfall	Drahtanker	
	Mindestanzahl je m ² Wandfläche	Durchmesser (mm)
Allgemein, sofern nicht nachfolgende Zeilen 2 und 3 maßgebend	5	3
Wandbereich höher als 12 m über Gelände oder Abstand der Mauerwerksschalen über 70 bis 120 mm	5	4
Abstand der Mauerwerksschalen über 120 bis 150 mm	7	4
	5	5

Tab. 5: Verankerung der Mauerwerksschalen nach DIN 1053-1; Regelverankerung

Verankerung		Anforderungen	Anwendbarkeitsnachweis
flächenhaft	Drahtanker	je Drahtanker ≥ 1 kN Druck- und Zugkraft bei 1,0 mm Schlupf; bei < 1 kN entsprechend größere Ankeranzahl	Prüfzeugnis
	andere Ankerformen (z.B. Flachstahlanker, Dübelverankerung)	besondere Nachweise im Rahmen des Zulassungsverfahrens	in der Regel Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
linienförmig		Standsicherheitsnachweis der Außenschale	

Tab. 6: Andere Verankerungen als die Regelverankerung nach DIN 1053-1

6.1.2 Verbindung von stumpf gestossenen Wänden (Stumpfstoß)

Die Anker – es handelt sich um Flachstahlanker – werden in die Lagerfugen der zu verbindenden Wände eingelegt. Sie sind so einzubringen, dass sie vom Lagerfugenmörtel vollständig ummantelt sind (**Bild 17**). In der Regel sind 3 Anker je Geschosshöhe von 2,75 m ausreichend, genauere Angaben siehe /13/. Die Anwendbarkeit der Anker muss durch eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung geregelt sein.

6.2 Wandanschlussprofile

Wandanschlussprofile bzw. Stahlwinkel werden zur zwängungsfreien Halterung von Wänden verwendet (**Bild 18**).

Sehr häufig werden die sog. Maueranschlussanker – ein Flachstahl mit Lochung und Hammerkopprofil – zum Verbinden von Mauerwerk mit Betonbauteilen oder Stahlträgern eingesetzt. Beim Maueranschlussanker besteht die Möglichkeit, die Anker stufenlos passend zur Höhe der Lagerfugen des Mauerwerks einzulegen. Die Anker befinden sich häufig in Berei-

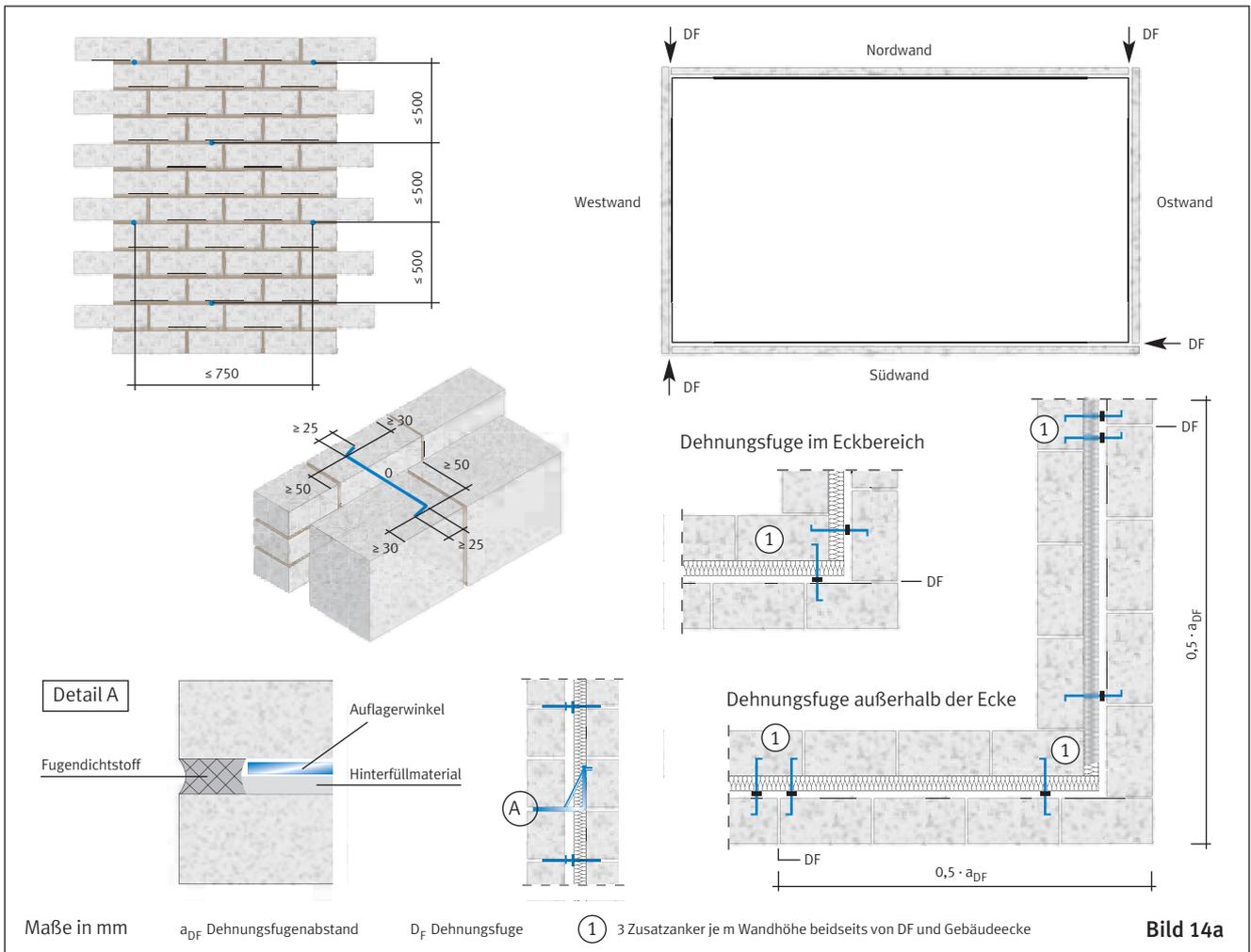


Bild 14: Verankerung von zweischaligem Außenmauerwerk

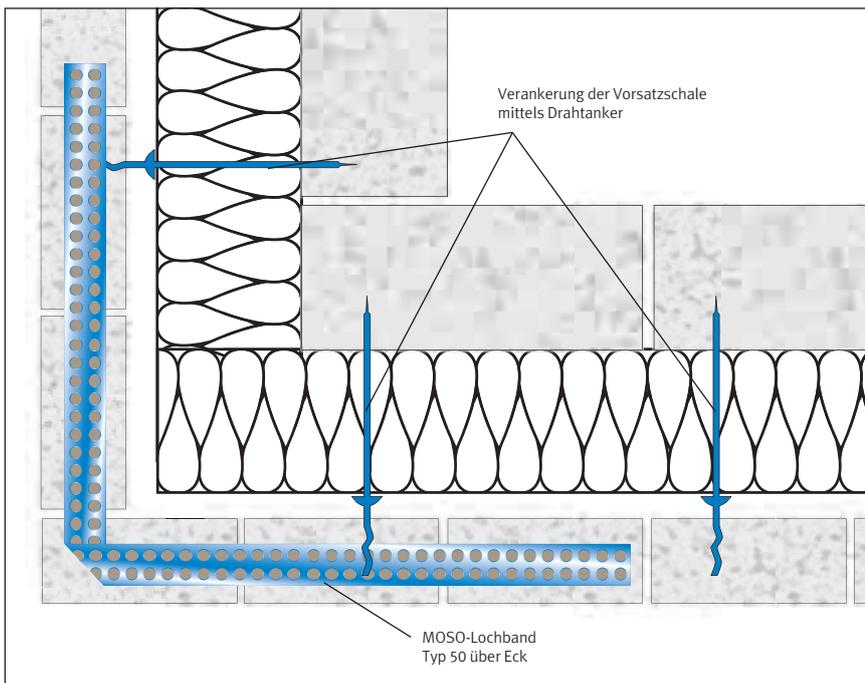


Bild 15: Lagerfugenbewehrung im Bereich von freien Wandenden bei größerem Schalenabstand

chen, in die Feuchtigkeit von außen eindringen kann. Deshalb ist es in diesen Fällen sinnvoll, Anker aus Edelstahl rostfrei zu verwenden. Ein Beispiel für Maueranschlussanker zeigt Bild 17.

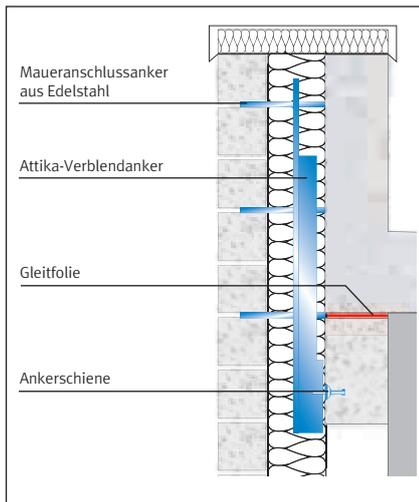


Bild 16: Verankerung der Außenschale von zweischaligem Mauerwerk im Attikabereich

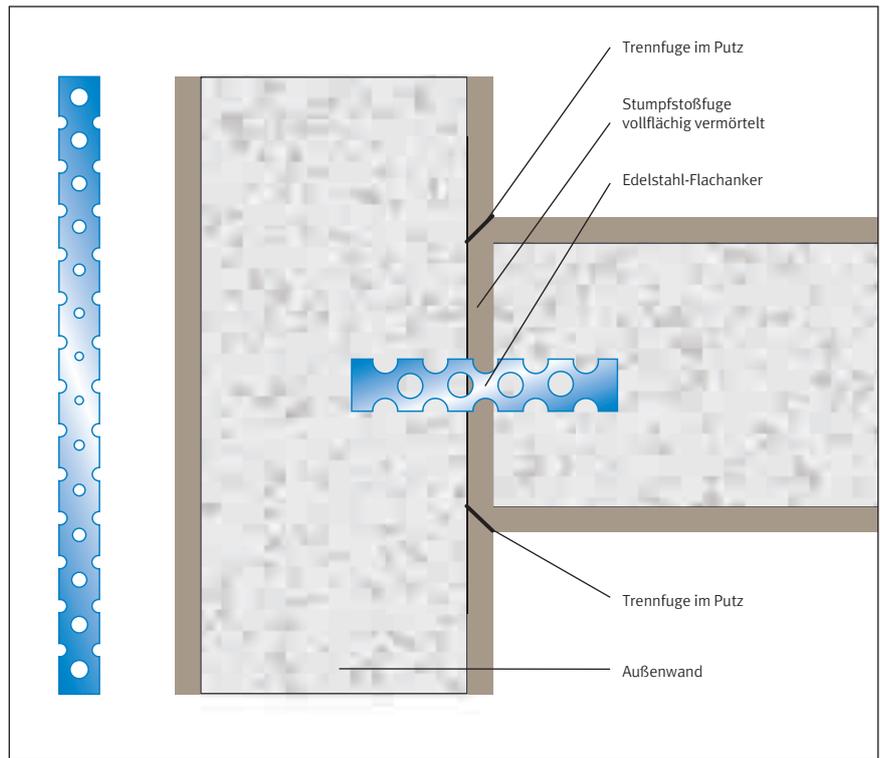


Bild 17: Mauerverbinder für den Stumpfstoßanschluss zweier Wände

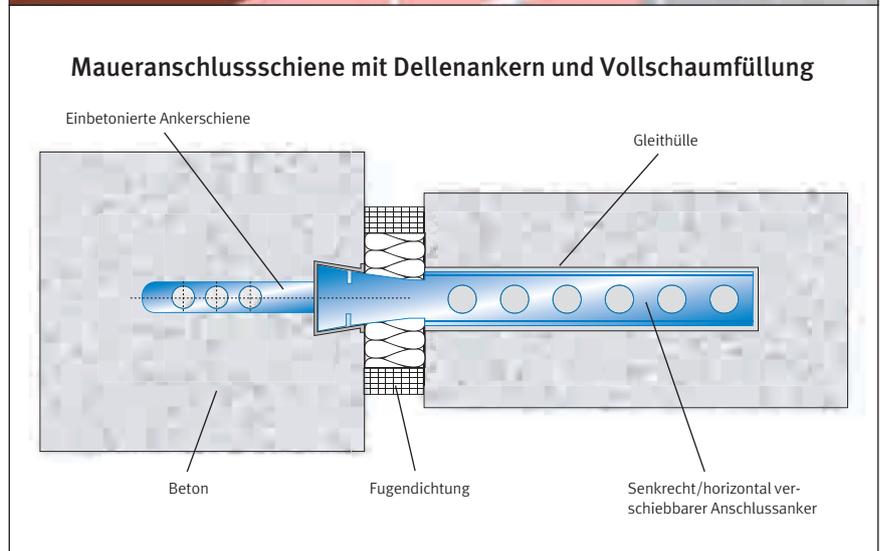
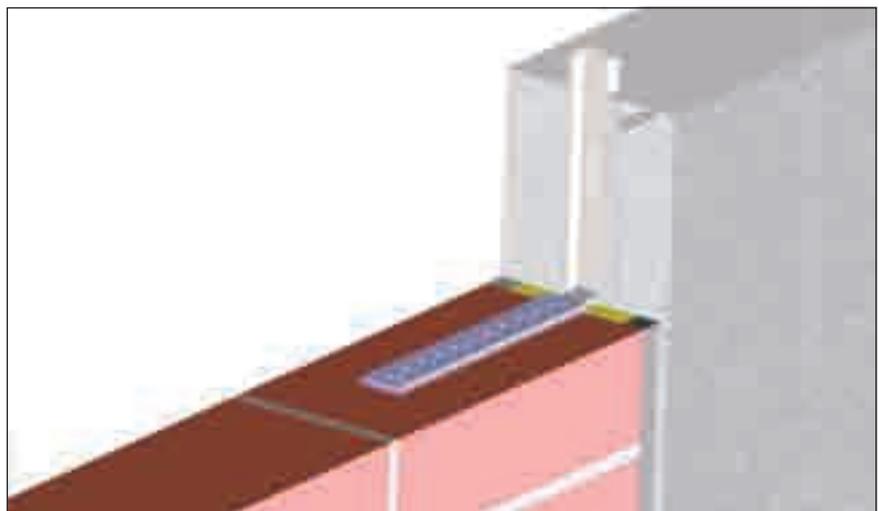


Bild 18: Beispiel eines Maueranschlussankers

7 Abfangungen

7.1 Konsolen für die Außenschale von zweischaligen Außenwänden

Die Außenschale von zweischaligen Außenwänden ist in bestimmten Höhen gesondert aufzulagern (abzufangen) (Bild 19). Angaben dazu enthält Tabelle 7.

Abfangungen werden aber auch am Wandsockel (Wandfuß) bei fehlendem Fundament und unter Stürzen erforderlich. Sockelabfangungen aus Edelstahl Rostfrei werden wegen der wirtschaftlichen Vorteile gegenüber teureren anbetonierten Stahlbetonkonsolen angewendet (Bild 20).

Sturzabfangungen bei gemauerten Stürzen sind eines der häufigsten Anwendungsgebiete für Konstruktionselemente aus Edelstahl Rostfrei.

Besonders bei Gebäuden mit Fensterbändern (seitliche Mauerwerkspfeiler fehlen), die wegen der Forderung nach „lichtdurchfluteten“ Räumen immer mehr Anwendung finden, ist der Fassadenbereich ohne Trag- und Halteanker aus Edelstahl Rostfrei kaum kostengünstig auszuführen (Bild 21).

Dicke Außenschale d_A (mm)	Abfangungsabstand (m)	Schalenhöhe (m)	Überstand Auflager $ü_A$ (mm)	Sonstige Bedingungen, Hinweise
115	≈ 12	–	≤ 25	$ü_A$ ist bei Nachweis der Auflagerpressung zu berücksichtigen
	≤ 2 Geschosse		$\leq d_A/3$	
$\geq 90 < 115$	≈ 6	≤ 20 über Gelände	≤ 15	Fugen-Sichtflächen in Fugenglattstrich (Sollbestimmung)
	ohne Abfangung bei Gebäuden bis 2 Vollgeschosse einschließlich Giebelndreieck mit Höhe ≤ 4 m			
Auflagerung vollflächig über ganze Länge, andernfalls (z.B. Konsollagerung) jeden Stein beidseitig auflagern				

Tab. 7: Außenschale; Abfangung, Auflagerung nach DIN 1053-1

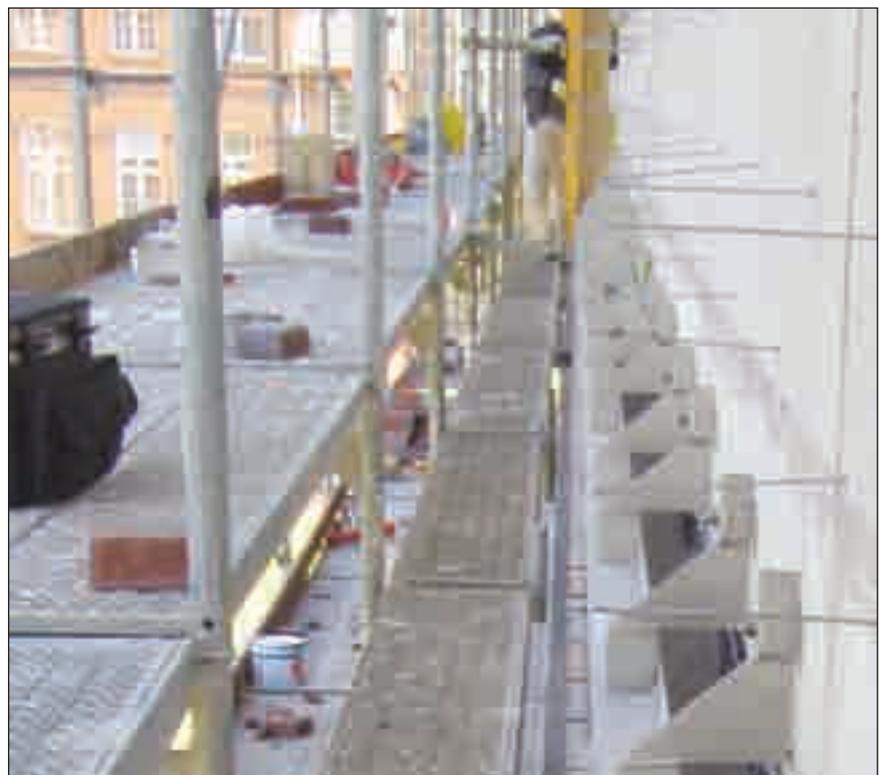
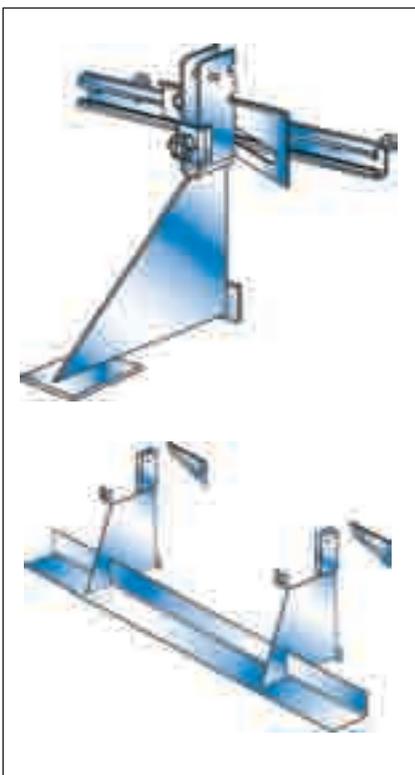


Bild 19: Anwendungsbeispiele für Konsolen zur Abfangung der Außenschale von zweischaligem Mauerwerk

Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet sind nachträglich errichtete Vorsatzschalen im Zuge der Altbauinstandsetzung. Bei Altbauten ist häufig nicht auszuschließen, dass die damals verwendeten Baustoffe korrosionsfördernde Bestandteile enthalten und dass unvorhersehbare Abweichungen von den zugrunde gelegten Festigkeitseigenschaften sowie Maßabweichungen auftreten. Die Befestigungskonstruktionen müssen diesen

Gegebenheiten Rechnung tragen: Sie müssen korrosionsbeständig, schnell und kostengünstig anzupassen sowie kurzfristig zu liefern sein, um Korrosionsrisiken und kostspielige Bauverzögerungen auszuschließen. Dies erfordert den Einsatz von Edelstahl Rostfrei, da nur dann alle Anforderungen erfüllt werden. Beschichtete Befestigungskonstruktionen weisen wegen möglicher bauseitiger Beschädigung der Beschichtung und wegen des

hohen Kosten- und Zeitaufwandes bei erforderlichen Anpassungsänderungen erhebliche Nachteile auf.

Nach DIN 1053-1 sollen Abfangkonstruktionen, die nach dem Einbau nicht mehr kontrollierbar sind, dauerhaft gegen Korrosion geschützt sein. Nach Meinung der Autoren *müssen* solche Bauteile dauerhaft gegen Korrosion geschützt werden. Dies trifft für die Abfangkonstruktionen der Außenschale im allgemeinen zu. Bei einem Korrosionsschutz durch Verzinkung besteht die Gefahr der bauseitigen Beschädigung der Zinkschicht bei Einbau/Montage. Es ist deshalb dringend zu empfehlen, Abfangkonstruktionen aus Edelstahl Rostfrei zu verwenden. Dies wird bei Außenbekleidungen nach DIN 18515 und DIN 18516 gefordert, siehe Abschnitt 8.

7.2 Winkel

Winkелеlemente zur Auflagerung bzw. Abfangung des Sturzmauerwerks in Bauteilen, die nicht dauerhaft trocken bleiben – z.B. die Außenschale von zweischaligen Außenwänden (Bild 22) – müssen einen geeigneten Korrosionsschutz erhalten. Auch in diesen Fällen wird empfohlen, Edelstahl Rostfrei zu verwenden, da nur dann ein dauernder sicherer Korrosionsschutz gegeben ist.



Bild 20: Anwendungsbeispiel für Sockelabfangungen für die Außenschale von zweischaligem Mauerwerk



Bild 21: Anwendungsbeispiele für Abfangungen von Stürzen in der Außenschale von zweischaligem Mauerwerk

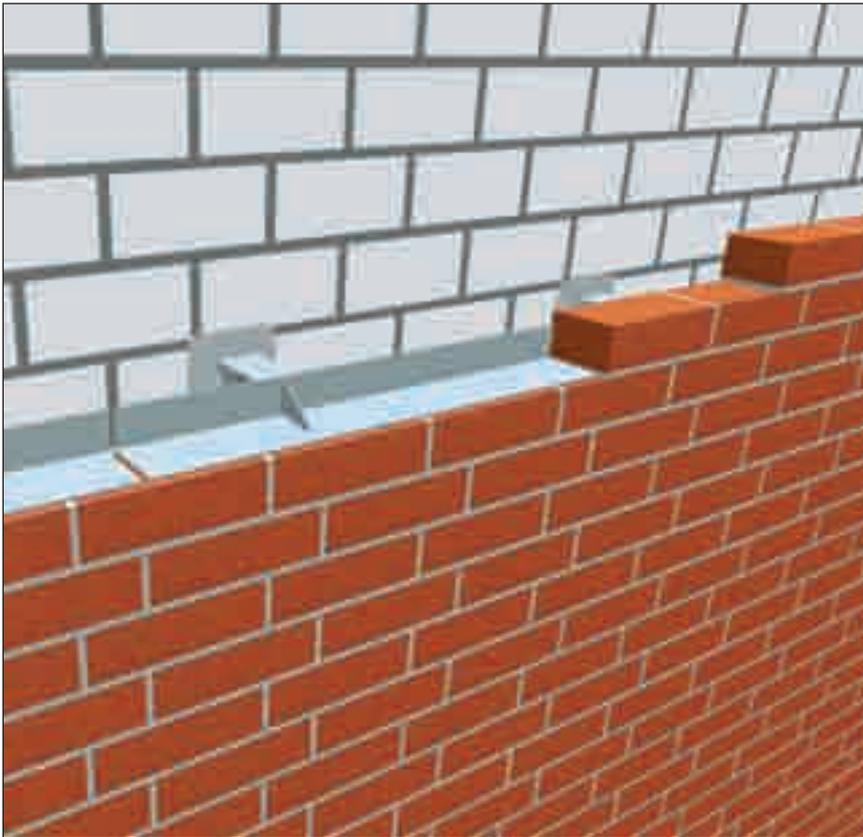


Bild 22: Winkelemente aus Edelstahl Rostfrei zur Wandabfangung bei größeren Aufmauerungshöhen mit Dehnungsfuge in der Außenschale von zweischaligem Mauerwerk

8 Außenwandbekleidung

8.1 Außenbekleidung als Anmauerung auf Aufstandsflächen

In DIN 18515-2 werden die Grundsätze für Planung und Ausführung für Außenbekleidungen von Bauwerken und Bauteilen auf Aufstandsflächen, die an der Rohbauwand angemauert und verankert werden, behandelt.

Die Dicke der Anmauerung beträgt mind. 55 mm und weniger als 90 mm. Dickere Schalen sind in DIN 1053-1 geregelt, siehe Abschn. 7.1. Die angemauerte Bekleidung darf eine Höhe von 4 m (bei Wohngebäuden) bzw. 8 m (bei anderen Gebäuden) nicht überschreiten. Sie ist mit der Rohbauwand zu verankern. Die Verankerungsregeln entsprechen denen in DIN 1053-1 für zweischaliges Mauerwerk. Die Drahtanker müssen aus nichtrostendem Stahl, Werkstoffnummer 1.4401, 1.4404 oder 1.4571 bestehen. Werden als Aufstandsfläche Stahlkonso-

len verwendet, so müssen diese nichtrostend oder korrosionsgeschützt nach DIN 55928-8 sein. Empfohlen werden Konsolen aus Edelstahl Rostfrei. Diese Ausführungsart ist korrosionssicher und problemlos.

8.2 Andere Außenwandbekleidungen

Bei diesen Außenwandbekleidungen handelt es sich nicht um Ziegel- oder Kalksandsteinmauerwerk, sondern um

- (1) hinterlüftete Außenwandbekleidungen mit Naturwerkstein oder Betonwerkstein nach DIN 18516-3;-5 bzw. DIN 18516-1: Anforderungen, Prüfgrundsätze bzw.
- (2) angemörtelte Bekleidungen (Fliesen, Platten) nach DIN 18515-1.

Für die Anwendung nach (1) müssen die Befestigungselemente – Anker, Dorne etc. – aus nichtrostenden Stählen, Werkstoffnummern 1.4571, 1.4401 oder 1.4404 für nicht zugängliche Konstruktionen und 1.4301 oder

1.4541 (nach ABZ Z-30.3-6 zusätzlich auch Werkstoffnummer 1.4307) für zugängliche Konstruktionen bestehen. Bei der Anwendung nach (2) ist für die Trag- und Halteanker nichtrostender Stahl der Werkstoffnummern 1.4401 oder 1.4571, nach ABZ Z-30.3-6 zusätzlich auch Werkstoffnummer 1.4404, vorgeschrieben.

9 Instandsetzung von Denkmalbauten und anderen Bauten im Bestand

9.1 Denkmalbauten

Bei historischen Bauwerken mit Denkmalcharakter – z.B. bedeutende Kirchenbauwerke, Festungsanlagen, Burgen, Schlösser, Brückenbauwerke – ist häufig eine ausreichende Standsicherheit nicht mehr gegeben. Dies betrifft das gesamte Bauwerk oder auch wich-

tige Bauteile, wie Gewölbe, Pfeiler und Wände. Bei Gewölben können meistens die Horizontalkräfte aus Gewölbeschub nicht mehr sicher aufgenommen werden. Die Außenwände werden durch Horizontalkräfte aus der Dachkonstruktion und meist hohen, außermittig angreifenden Vertikallasten beansprucht. Die Außenwände bestehen in der Regel aus zwei oder mehr Mauerwerksschalen, deren Zwischenräume mit Steinresten und unterschiedlichen Mörtelanteilen ausgefüllt sind. Wegen der fehlenden bzw. unzureichenden Verbindung der Schalen lösen sich diese ab oder beulen aus. Um möglichst wenig in die Bau-

substanz einzugreifen und Substanzverlust zu minimieren, kommen für die Instandsetzung, d.h. die Wiederherstellung ausreichender Standsicherheit, im Wesentlichen nur zwei Verfahren infrage, nämlich das Vernadeln und das Vorspannen.

(1) Das Vernadeln (Bewehrung mit Verpressankern)

Durch das Vernadeln werden Mauerwerksbauteile, z.B. die Schalen mehrschaliger Außenwände, zugfest verbunden, es werden eine Quersicherung, eine Gefügesicherung, die konstruktive Rissesicherung und die Verbesserung der Tragfähigkeit erreicht.

Die Nadeln bestehen aus einem Ankerstab, der zentrisch in ein vorbereitetes Bohrloch eingelegt und mit einer zementhaltigen Bindemittelsuspension verpresst wird (**Bild 23**). Verwendet werden Betonrippenstähle, Gewindestangen aus genormten Baustählen oder zugelassene Gewindestähle.

Um den erforderlichen Korrosionsschutz zu erreichen, müssen mehrere Voraussetzungen erfüllt werden, wie: Geeignetes Verpressmaterial (Bindemittel, Wasser-Bindemittelwert, Verpresseigenschaften), eine Zementsteinüberdeckung von mind. 20 mm, Abstandhalter, vollständig gereinigte Bohrlöcher, keine problematischen Störungen im Mauerwerk. Um diese Einflüsse auszuschalten und einen sicheren Korrosionsschutz zu gewährleisten, wird in zunehmenden Maße Edelstahl rostfrei angewendet. Dadurch ergeben sich zusätzliche Vorteile, nämlich ein kleinerer Bohrllochdurchmesser (geringerer Verlust an Originalsubstanz, niedrigere Bohrkosten) und weniger Verpressmaterial.

(2) Die Vorspannung – ohne Verbund oder mit nachträglichem Verbund

Die Instandsetzung mittels Vorspannen empfiehlt sich bei schwerwiegender Beschädigung des Mauerwerks, z.B. nicht neutralisiertem Horizontalschub bei Gewölben, sowie zur konstruktiven Rissbeschränkung.

Für die Vorspannung ohne Verbund mit über Halteplatten endverankerten Spanngliedern (**Bild 24**) sollte korrosionssicherer Spannstahl – Edelstahl rostfrei – verwendet werden, um die



Bild 23: Zuganker aus Edelstahl rostfrei für das Vernadeln



Bild 24: Dekorative Halteplatten aus Edelstahl Rostfrei für Vorspannung mit nachträglichem Verbund



Bild 25: Verankerungselemente aus Edelstahl Rostfrei zur Wiederherstellung der Standsicherheit bei Altbauten

notwendige Korrosionsbeständigkeit zu gewährleisten. Durch die zusätzlichen Vorteile des Wegfalls von Hüllrohren und des Verpressens sowie des wesentlich kleineren Bohrlochdurchmessers mit den dadurch verringerten Kosten lassen sich die Mehrkosten für den nichtrostenden Stahl ausgleichen. Dies gilt prinzipiell auch für die übliche Vorspannung mit nachträglichem Verbund.

9.2 Andere Bauten im Bestand

Auch bei älteren Wohnbauten, Bauten mit landwirtschaftlicher oder industrieller Nutzung ist häufig eine Instandsetzung zur Wiederherstellung einer ausreichenden Standsicherheit erforderlich. Beispiele dafür sind:

- (1) Die Nachverankerung von zweischaligen Wänden mit Ankern aus Edelstahl Rostfrei, weil die damaligen nicht korrosionsbeständigen Anker korrodiert sind und dadurch die Standsicherheit der Außenschale nicht mehr gegeben ist.
- (2) Die Verankerung von Außenwänden mit Innenbauteilen (Wänden, Pfeilern, Decken) zur Sicherung der Stabilität.
- (3) Der Ersatz von korrodierten Abfangungen unter Stürzen durch Elemente aus Edelstahl Rostfrei.
- (4) Verankerung von Sturz- und Gewölbewiderlagern zur Aufnahme der horizontalen Zugkräfte mit Ankern aus Edelstahl Rostfrei.
- (5) Nachträglicher Einbau von Lagerfugenbewehrung aus Edelstahl Rostfrei zur konstruktiven Rissicherung.

Da vor allem bei Altbauten korrosionsfördernde Einflüsse (Baustoffe, Feuchtigkeit aus Leckagen, aufsteigende Feuchtigkeit) nicht auszuschließen sind, ist die Verwendung nichtrostender Stähle für die Instandsetzung unbedingt erforderlich.

10 Literatur

10.1 Technische Regelwerke

DIN EN ISO 8044 (11.1999)

Korrosion von Metallen und Legierungen – Grundbegriffe und Definitionen

DIN 1045-1 (08.2008)

Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion

DIN 1053-1 (11.1996)

Mauerwerk - Teil 1: Berechnung und Ausführung

DIN 1053-3 (02.1990)

Mauerwerk – Teil 3: Bewehrtes Mauerwerk, Berechnung und Ausführung

DIN 1053-4 (02.2004)

Mauerwerk - Teil 4: Fertigbauteile

DIN EN 1996-1-1 (01.2006)

Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk

EN 1996-2 (03.2006)

Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk

DIN EN 10088-1; -2; -3 (09.2005)

Technische Lieferbedingungen für nichtrostende Stähle

DIN EN 10080 (08.2005)

Stahl für die Bewehrung von Beton – Schweißgeeigneter Betonstahl – Allgemeines

DIN EN 1992-1-1 (10.2005)

Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetongewerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

DIN 845-3 (08.2003)

Festlegungen für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk - Teil 3: Lagerfugenbewehrung aus Stahl

Richtlinien für die Bemessung und Ausführung von Flachstürzen

(08.1977), druckfehlerberichtigt 1979 (zu beziehen durch Beuth Verlag

GmbH, Burggrafenstrasse 6, 10772 Berlin)

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 (04.2009)

Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen. Diese Zulassung kann auf der Internetseite der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei unter www.edelstahlrostfrei.de in der Rubrik „Publikationen“ als Sonderdruck 862 kostenlos downgeloadet werden.

DIN EN ISO 3506-1 bis -4 (03.1998)

Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen

DIN EN 10204 (01.2005)

Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen

DIN 18515-1 (08.1998)

Außenwandbekleidungen - Teil 1: Angemörtelte Fliesen und Platten, Grundsätze für Planung und Ausführung

DIN 18515-2 (04.1993)

Außenwandbekleidungen - Teil 2: Anmauerung auf Aufstandsflächen; Grundsätze für Planung und Ausführung

DIN 18516-1; -3; -5 (12.1999)

Außenwandbekleidungen, hinterlüftet - Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze; Teil 3: Naturwerkstein, Anforderungen, Bemessung; Teil 5: Betonwerkstein, Anforderungen, Bemessung

DIN 55928-8 (07.1994)

Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Teil 8: Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen

DIN EN 10296-2 (02.2006)

Geschweißte kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen - Technische Lieferbedingungen – Teil 2: Rohre aus nichtrostenden Stählen

DIN EN 10297-2 (02.2006)

Nahtlose kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen - Technische Lieferbedingungen – Teil 2: Rohre aus nichtrostenden Stählen

10.2 Fachliteratur

- /1/ Schubert, P.
Bauschädenvermeidung und -sanierung
In: Mauerwerksbau aktuell, Ausgaben 2002 bis 2007. Berlin: Bauwerk Verlag
- /2/ Schubert, P.
Mauerwerk – Risse vermeiden und instandsetzen
Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2004
- /3/ Mann, W.; Zahn, J.
Bewehrung von Mauerwerk zur Rissicherung und Lastabtragung – eine Zusammenstellung von Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten
In: Mauerwerk-Kalender 15 (1990), S. 467-482. Berlin: Verlag Ernst & Sohn
- /4/ Meyer, U.
Zur Rissbreitenbeschränkung durch Lagerfugenbewehrung in Mauerwerkbauteilen
In: Schriftenreihe Aachener Beiträge zur Bauforschung, Institut für Bauforschung der RWTH Aachen (1996), Nr. 6, Dissertation
- /5/ Krechting, A.; Schubert, P.
Bewehrtes Mauerwerk; Bewehrungsregeln – Bewehrungssysteme
Weimar: Bauhaus-Universität, 1997. – In: 13. Internationale Baustofftagung, -ibaasil -, 24.-26. September 1997, Weimar, S. 2.1021-2.1039
- /6/ Meyer, U.; Schießl, P.
Konstruktive Mauerwerk-bewehrung
Das Mauerwerk 1 (1997), Nr. 2, S. 72-77
- /7/ Caballero González, A.; Schubert, P.
Bewehrtes Mauerwerk nach DIN 1053-3 und DIN V ENV 1996-1-1
In: Mauerwerk-Kalender 23 (1998), S. 749-767. Berlin: Verlag Ernst & Sohn
- /8/ Caballero González, A.; Schubert, P.; Krechting, A.
Bewehrtes Mauerwerk
In: Mauerwerk-Kalender 25 (2000), S. 319-332. Berlin: Verlag Ernst & Sohn
- /9/ Beer, I.; Schmidt, U.; Schubert, P.
Konstruktive Bewehrung im Mauerwerkbau
Mauerwerk 8 (2004), Nr. 1, S. 36-42
- /10/ Schubert, P.; Schneider, K.-J.; Schoch, T.
Mauerwerksbau – Praxis
Berlin: Bauwerk Verlag, 2007
- /11/ Zilch, K.; Schermer, D.; Grabowski, S.; Scheufler, W.
Aktuelle Forschungsergebnisse zur Vermeidung von Risschäden im Bereich des Wand-Decken-Knotens
Mauerwerk 10 (2006), Nr. 6, S. 245-251
- /12/ Schneider, K.-J.; Volz, H.
Entwurfshilfen für Architekten und Bauingenieure
Berlin: Bauwerk Verlag, 2004
- /13/ Schneider, K.-J.; Schoch, T.
Stumpfstoßtechnik bei Gebäuden bis 20 m Höhe
In: Mauerwerksbau aktuell 2002, S. E.63 bis E.72, Berlin: Bauwerk Verlag, 2002
- /14/ Hirsch, R.
Verzeichnis der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für den Mauerwerksbau
In: Mauerwerk-Kalender 32 (2007), S. 511-542. Berlin: Ernst & Sohn



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
Postfach 10 2205
40013 Düsseldorf
www.edelstahl-rostfrei.de