

1.3

Bautechnische
Information
Naturwerkstein

Stand: Oktober 2022

**Massivstufen und
Treppenbeläge,
außen**

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	4
2	Regelungen für den Treppenbau	4
2.1	Steigungsverhältnis	4
2.1.1	Schrittmaßregel	5
2.1.2	Bequemlichkeitsregel, Sicherheitsregel	5
2.2	Treppenlauf	5
2.3	Laufflinie	6
2.4	Podeste, Zwischenpodeste	6
2.5	Toleranzen	6
2.6	Auftritt und Unterschneidungen	7
3	Naturwerkstein für Außentreppen	7
3.1	Erscheinungsbild	7
3.2	Frost- und Frost-Tausalz-Beständigkeit	8
3.3	Abrieb	8
3.4	Biegefestigkeit	8
3.5	Trittsicherheit, Rutschhemmung, Kontraststreifen	9
3.6	Brandschutz	9
3.7	Reinigung und Instandhaltung	9
4	Entwässerung	10
4.1	Planung	10
4.2	Gefälle der Oberflächen	10
4.3	Bettung und Verlegeuntergrund	10
4.4	Dränungen	11
4.5	Abläufe	11
5.	Massivstufen	11
5.1	Stufenquerschnitte	13
5.2	Freitragende Treppen auf Streifenfundamenten	15
5.3	Stufen auf Betontragplatte über Erdreich	15
5.3.1	Beförderung der Kinderwagen über die Außentreppe	16
5.3.2	Kehrrinnen vor senkrechten Wänden z.B. bei Unterführungen	16
5.3.3	Keilförmige Stufen auf Betontragplatte über Erdreich	16
5.4	Blockstufen auf freitragender Stahlbeton-Tragekonstruktion	16
6	Treppenbekleidungen	17
6.1	Plattendicken	17
6.2	Verlegen von Stufenbekleidungen	17
6.3	Gefälle	18
6.4	Verlegemörtel	18
6.4.1	Zementmörtel mit dichtem Gefüge	18
6.4.2	Zementmörtel mit haufwerkporigem Gefüge	18
6.4.3	Hydraulisch erhärtende Dünnbettmörtel	18
6.5	Wandanschlüsse	19
6.6	Ausbildung an der Treppenwange	19
6.7	Geländeranordnung	19
6.8	Beheizte Außenstufen	19
7.	Ausschreibungen	20
7.1	Ausschreibung nach dem Standardleistungsbuch 014	20
7.2	Muster-Ausschreibungstexte	20
8.	Hinweise auf Normen und Richtlinien	26
	Anlage 1: Anleitung zum statischen Nachweis freitragender Blockstufen	26
	Anlage 2: Prüfverfahren der Wasserdurchlässigkeit	33

1 Vorbemerkungen

Außentreppe überbrücken unterschiedliche Geländehöhen und sollen eine einfache und sichere Begehung von Steigungen ermöglichen. Der Übergang von der Ebene in Treppen sollte aus Sicherheitsgründen nicht abrupt erfolgen. Im Bereich von Türen sind deshalb ausreichend dimensionierte Podeste anzuordnen.

Neben der funktionalen Bedeutung stellen besonders Treppen im Außenbereich ein wichtiges Element der Gestaltung dar. Formschöne und aufwendig gestaltete Treppen werden seit jeher zu Repräsentationszwecken genutzt. Eingangstreppe prägen den ersten Eindruck eines Gebäudes.

Naturwerkstein mit seiner unvergleichlichen Formen- und Farbenvielfalt kommt den Gestaltungswünschen der Architekten und Planern entgegen. Naturwerkstein als Baumaterial für Treppen bietet sich für historische Gebäude ebenso an wie für moderne Verwaltungs- und Bürogebäude sowie Wohngebäude, von der eleganten Villa bis zum funktionalen Einfamilienhaus. Naturwerkstein ermöglicht es, Treppen mit einem großen Maß an Eigenständigkeit in bebaute und unbebaute Situationen einzufügen oder unter Einsatz seiner vielfältigen Farben und Strukturen neue Akzente zu setzen.

Naturstein ist ein ästhetisch und technisch überzeugender Baustoff. Seine Funktionalität und Dauerhaftigkeit sind durch Bauwerke aus allen Epochen belegt. Aber auch unter ökologischen Gesichtspunkten nimmt der Naturstein durch die umweltverträgliche Gewinnung, Verarbeitung und Wiederverwertung sowie seiner Dauerhaftigkeit, Schadstofffreiheit und dem geringen CO₂-Fußabdruck eine herausragende Stellung ein.

Treppen aus Naturwerkstein werden bevorzugt aus massiven Blockstufen mit Steinlängen bis 150 cm hergestellt. Aber auch längere Blockstufen sind auf besonderen Wunsch möglich. Die hohen konstruktiven Anforderungen an eine Treppe erfordern in der Regel eine Zeichnung, in der die Anzahl der Steigungen, das Steigungsverhältnis sowie die Art und Ausführung der Treppe mit Gefälle und Entwässerung festgelegt sind. Die Querschnittsformen, Längen (Fugenschnitt) und alle Oberflächen- sowie Kantenbearbeitungen der Stufen sollten ebenfalls anhand von Detailzeichnungen festgelegt werden.

Neben der Ausführung von Treppen mit massiven Stufen sind auch Beläge aus Naturwerksteinplatten für Treppen möglich. Hier muss bereits der Untergrund alle konstruktiven Anforderungen (Tragfähigkeit, Steigungsverhältnis, Gefälle, Wasserführung, etc.) erfüllen.

Bei der Planung von Treppen können weitergehende Anforderungen des Unfallschutzes, Brandschutzes, der Fluchtwege, des barrierefreien Bauens usw. zu beachten sein.

2 Regelungen für den Treppenbau

DIN 18065 regelt Treppen im Bauwesen, wozu auch bewitterte Außentreppe zählen, die an Gebäuden oder deren Teile errichtet werden. Diese Norm ist bau-

aufsichtlich eingeführt und daher bei solchen Treppen zu beachten.

Sie legt die nachfolgenden technische Begriffe und Hauptabmessungen für Treppen im Bauwesen fest: Ein Treppenlauf wird als ununterbrochene Folge von mindestens drei Stufen (drei Steigungen) definiert.

Während die Begriffe und Messregeln allgemein für das Bauwesen gelten, beziehen sich die Festlegungen für Hauptmaße und Toleranzen nur auf Treppen in und an Gebäuden, sofern nicht Sondervorschriften bestehen, die für Treppen von dieser Norm abweichende Festlegungen und Anforderungen enthalten.

Treppen im Gelände unterliegen als Freitreppen nicht allen Regelungen der DIN 18065. Für diese werden häufig geringe Steigungen bei längeren Auftritten verwendet. Bei der Planung ist die sichere Begebarkeit dieser Treppen zu berücksichtigen.

In der Regel sind alle angegebenen Maße als Nennmaße zu verstehen, bei denen die Herstellungs- und Ausführungstoleranzen zu berücksichtigen sind. Einige der in der bauordnungsrechtlich relevanten Treppennorm DIN 18065 genannten Maße sind jedoch Grenzmaße, die keine Über- bzw. Unterschreitung für Planung und Ausführung zulassen.

Anmerkung: Allerdings kann es bei eventuell gebauten Abweichungen von den Vorgaben dieser Norm, die das Schutzziel der sicheren Begebarkeit nicht tangieren, gegebenenfalls ein bauordnungsrechtlicher Dispens erteilt werden. Bevor uneingeschränkt nutzbare Treppenanlagen abgebaut und gegen neue ersetzt werden, ist daher diese Option zu prüfen, um einen möglichen Verstoß gegen des Kreislaufwirtschaftsgesetz zu vermeiden, das ein mit einer Wiederholung einer Bauleistung verbundenem Ressourcenverbrauch, CO₂ Ausstoß und Erhöhung von dem Abfallaufkommen grundsätzlich untersagt.

2.1 Steigungsverhältnis

Um eine Treppe sicher begehen zu können, sollen die einzelnen Stufen jeweils ein gleichmäßiges Steigungsverhältnis aufweisen. Das Steigungsverhältnis wird bestimmt durch den Auftritt „a“ (Auftrittsbreite) und der Steigung „s“ (Stufenhöhe). Bei geringen Auftrittsmäßen kann eine zusätzliche Unterschneidung „u“ erforderlich sein (siehe 2.6). Bei barrierefrei Treppen dürfen Trittstufen nicht über die Setzstufen vorkragen. Eine Unterschneidung bis 2 cm ist bei schrägen Setzstufen zulässig.

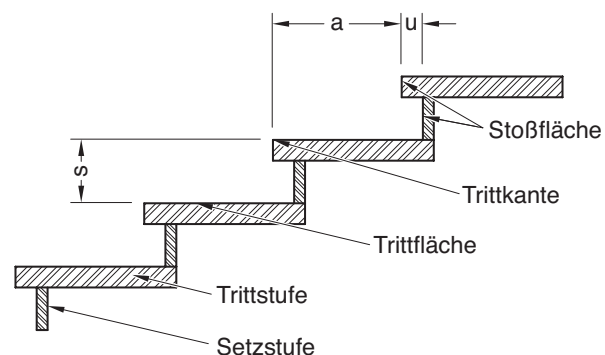


Bild 1: Benennungen einzelner Treppenteile

s = Steigung
 a = Auftritt
 u = Unterschneidung
 z = Profiltiefe oder Fasse
 r = Radius

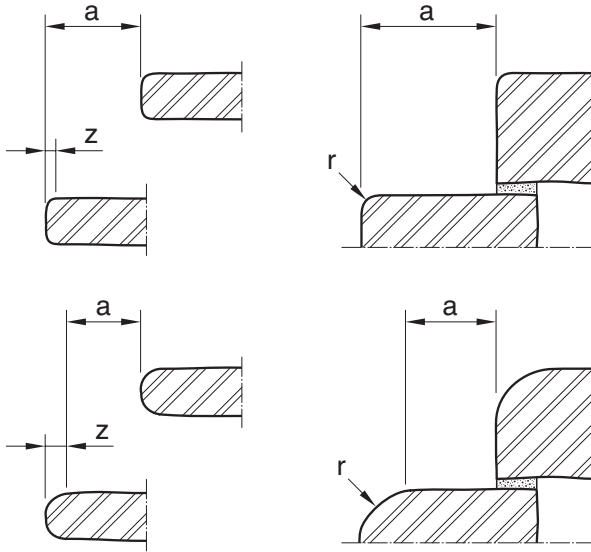


Bild 2: Messregel der Auftrittsbreite a bei Stufenvorderkanten mit Profilen

Bei profilierten oder gefasten Stufenvorderkanten, bei denen das Maß z oder der Radius r max. 8 mm ist, wird der Auftritt bis zur Vorderkante gemessen (siehe beide oberen Zeichnungen im Bild 2). Falls das Maß z oder der Radius r größer als 8 mm ist, wird der Auftritt a ab dem Schnittpunkt zur Geraden gemessen (siehe beide unteren Zeichnungen im Bild 2).

Anmerkung: Bei $r > 8$ mm verlängert sich die Lauflinie

2.1.1 Schrittmaßregel

Das normale Schrittweitenmaß eines erwachsenen Menschen beträgt beim langsamen Gehen in der Ebene im Freien ca. 70 – 75 cm. Dieses Maß verringert sich beim Begehen geneigter Flächen auf ca. 60 - 66 cm.

Nach DIN 18065 wird das Steigungsverhältnis entsprechend der Schrittweite des Menschen mit der Schrittmaßregel nach folgender Formel gerechnet:

$$2s + a = 62 \text{ cm } (\pm 3 \text{ cm})$$

s = Steigung
 a = Auftritt

Beispiel: $2 \times 17 + 29 = 63 \text{ cm}$

Mit dieser Schrittmaßregel können die üblichen Steigungsverhältnisse hinreichend genau ermittelt werden, wobei steilere Treppen ein geringeres Schrittmaß (59 cm bis 62 cm) und flachere Treppen ein längeres Schrittmaß (62 cm bis 65 cm) aufweisen sollten.

2.1.2 Bequemlichkeitsregel, Sicherheitsregel

Im Außenbereich werden häufig Treppen mit geringen Steigungshöhen bevorzugt. Aus Sicherheitsgründen sollten jedoch Steigungshöhen unter 14 cm vermieden werden.

Bei sehr steilen oder sehr flachen Steigungen ergeben sich nach der Schrittmaßregel sehr schmale oder sehr breite Auftritte. In solchen Fällen kann das Steigungsverhältnis mit nachstehenden Regeln überprüft werden:

a) Bequemlichkeitsregel: sie geht davon aus, dass der Kraftaufwand beim Begehen einer Treppe dann am geringsten ist, wenn der Auftritt 12 cm größer als die Steigungshöhe ist:

$a - s = 12 \text{ cm}$. Sie berücksichtigt nicht das Schrittmaß.

b) Sicherheitsregel: sie eignet sich für die Bemessung von Steigungsverhältnissen bei sehr hohen oder sehr niedrigen Steigungen. Sie berücksichtigt hierbei, dass eine richtig bemessene Auftrittsfläche für das sichere Begehen einer Treppe maßgebend ist. Die Steigungsverhältnisse werden bei der Sicherheitsregel nach folgender Formel bestimmt:

$$s + a = 46 \text{ cm}.$$

Vorzugsweise werden bei Außentritten die Steigungsverhältnisse nach der vorgenannten Sicherheitsregel unter Beachtung der Schrittmaßregel bestimmt.

2.2 Treppenlauf

Ein Treppenlauf hat min. 3 Steigungen in Folge. Die nutzbare Treppenlaufbreite und die nutzbare Podestbreite, darunter versteht man den Abstand zwischen den Handlauf - Innenkanten, müssen der jeweiligen Verkehrsdichte angemessen sein und müssen die in Tabelle 1, DIN 18065, angegebenen Werte beachten. Empfohlene Treppenbreiten sind im Anhang unter Punkt 6 - Anleitung zu statischen Nachweis - aufgeführt.

Der Treppenlauf soll nach Möglichkeit gleichförmig sein, d.h. Treppen, die sich aus geraden und gerundeten Laufteilen zusammensetzen, sollten vermieden werden. Die Maßregeln der DIN 18065 sind hierzu zu beachten.

Als Treppenlauflänge bezeichnet man das Maß von Vorderkante Antrittsstufen bis Vorderkante Austrittsstufe, gemessen im Grundriss an der Lauflinie.

Hat also eine Treppe n Steigungen, so beträgt die Länge ihrer Lauflinie (n - 1) Auftrittsbreite.

2.3 Lauflinie

Die Lauflinie einer Treppe ist eine gedachte Linie, die den üblichen Weg der Benutzer dieser Treppe angeben soll. Dieser Weg der Benutzer ist jedoch nicht ganz eindeutig zu definieren. Er ist abhängig von der Breite der Treppe, der Lage des Handlaufs, der Aufwärts- oder Abwärtsbewegung, dem Alter, der Größe und dem körperlichen Zustand der Benutzer.

Lauflinien verschiedenartiger Treppen sind in DIN 18065 dargestellt.

Bei geraden Treppen kann die Lauflinie, unabhängig vom tatsächlichen Weg der Benutzer; in der Mitte angenommen werden, da bei solchen Treppen das Steigungsverhältnis an jeder Stelle gleich ist.

2.4 Podeste, Zwischenpodeste

Nach max. 18 Stufen sollte ein (Zwischen-) Podest angeordnet werden, um ein ermüdungsfreies Begehen der Treppe zu ermöglichen. Ein gerades (Zwischen-) Podest sollte mindestens so tief sein, dass es dem Schrittmaß der vorherigen Treppensteigung entspricht. Das bedeutet für die Tiefe eines „einschrittigen“ Podestes:

$$\text{Tiefe} = a + (2 \times s + a);$$

z. B. für das Steigungsverhältnis 17/29:

$$\text{Länge} = 29 + (2 \times 17 + 29) = 92 \text{ cm}$$

DIN 18065 fordert für Gebäude bis zu 2 Wohnungen eine Podest-Tiefe von mind. $2,5 \times a$, bei anderen Treppen von mind. $3 \times a$ der angrenzenden Treppenläufe.

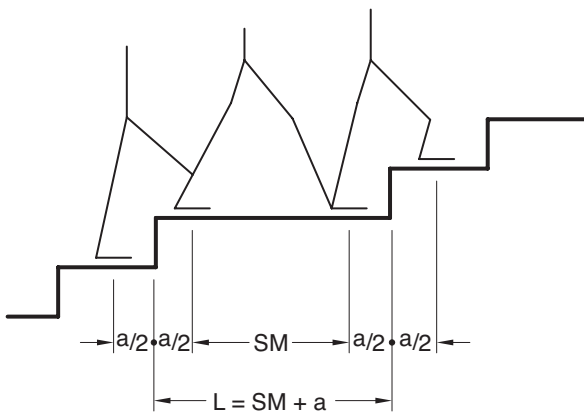


Bild 3: Podestlänge

Bei „mehrschrittigen“ Podesten, die im Außenbereich zu bevorzugen sind, ist stets zu der Summe der Schrittmaßlängen noch ein Auftritt hinzuzuzählen.

Die Trittfläche der Austrittsstufe ist bereits Teil der (Zwischen-) Podestebene. Optisch gehört sie jedoch noch zum Treppenlauf und sollte daher so breit wie die jeweiligen Auftritte sein.

Zur Überwindung flacher Geländesteigungen können mehrere ein- oder mehrschrittige Podeste eingeplant werden. Bei der Gesamttreppenhöhe ist das notwendige Gefälle der Podeste (s. Abs. 3.2) zu berücksichtigen.

2.5 Toleranzen

Die in DIN 18065 für fertige Treppenläufe festgelegten zulässigen Toleranzen dürfen für Treppen in und an Gebäuden nicht über- oder unterschritten werden. Die Abweichung vom Nennmaß sowie die Differenz der Steigungshöhe zwischen 2 Stufen darf danach nicht mehr als 0,5 cm betragen. Die maximale Treppensteigung und der kleinste Treppenauftritt müssen eingehalten werden; d. h. auf die Mindest- und Höchstmaße für Steigung und Auftritt nach DIN 18065 dürfen die Toleranzen nicht angewendet werden.

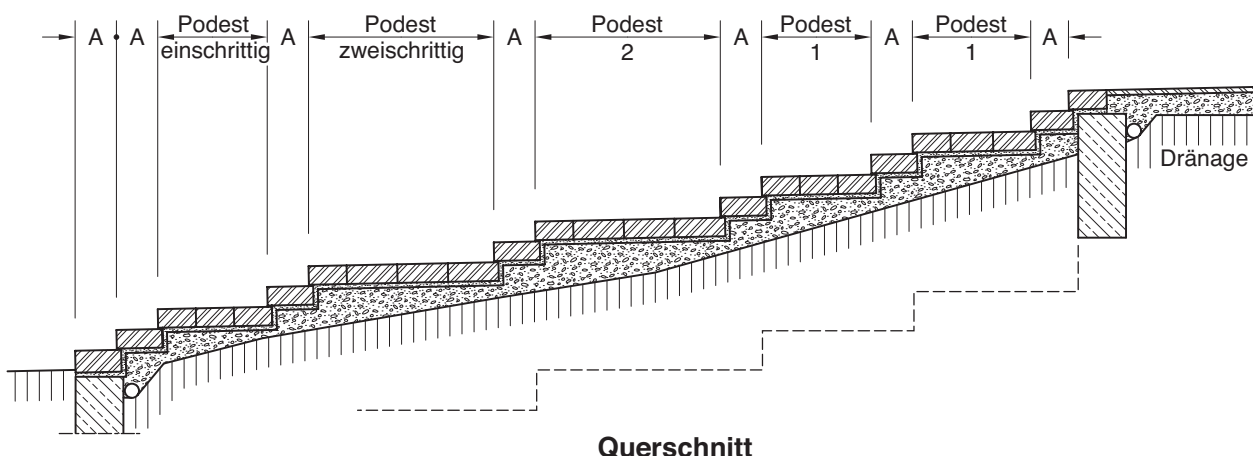
Um ein sicheres Begehen einer Treppe zu gewährleisten, lassen die in dieser Norm festgelegten Regelungen einen Höhenausgleich beim Versetzen praktisch nicht zu. Bei notwendigen Treppen vor Wohngebäuden mit bis zu zwei Wohnungen darf das Istmaß der Steigung der Antrittsstufe höchstens 15 mm vom Nennmaß (Sollmaß) abweichen (siehe Bild 4), bei Treppen vor anderen Gebäuden lediglich 5 mm. Dies erfordert einen passgenauen Anschluss der Beläge im Außenbereich an die Gebäudetreppen.

Es ist daher erforderlich, das Steigungsverhältnis vor Versetzbeginn genau ermittelt zu haben, um eine der Norm entsprechende Stufeinteilung vornehmen zu können. Hierbei ist auch das erforderliche Oberflächengefälle der Stufen und Podeste zu berücksichtigen.

Ein genaues Aufmaß der Treppenanlage ist zur Bestimmung des Steigungsverhältnisses unerlässlich.

Für Treppen im Gelände ist die Norm zwar nach deren Anwendungsbereich nicht grundsätzlich anzuwenden, aber dennoch deren Einhaltung zu empfehlen, insbesondere, wenn es sich um Treppenanlagen handelt, die als Erschließung für Gebäude dienen, auch wenn es dann nicht Treppen an Gebäuden sind.

In DIN 18202, Toleranzen im Bauwesen, Begriffe, Grundsätze, Anwendung, enthält Angaben für Tole-



Querschnitt

Bild 4: Podestanordnung

ranzen, die allerdings nicht unbedingt bindend sind. Sie bieten lediglich eine Orientierung. Maßgeblich sind Toleranzen, die bei gleicher Art von Werken als üblich definiert werden können und solche, die gegebenenfalls vertraglich beschrieben sind.

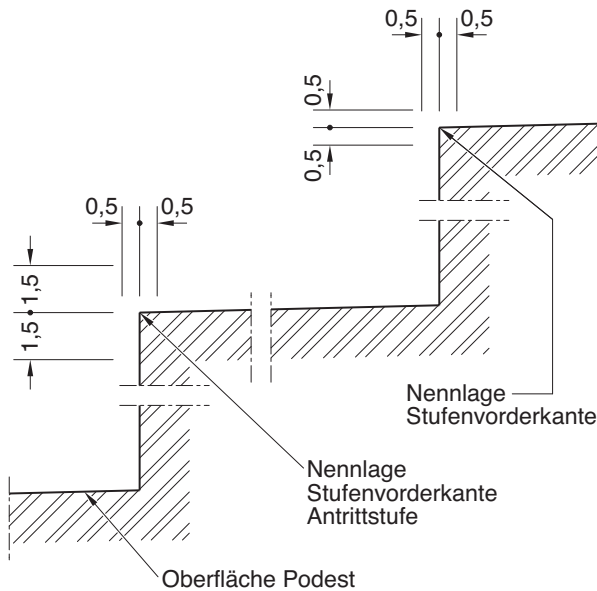


Bild 5: Toleranzen der Stufenvorderkanten bei Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohnungen (Maße in cm)

2.6 Auftritt und Unterschneidungen

Baurechtlich notwendige Treppen müssen nach DIN 18065 einen Auftritt a von mind. 260 mm und max. 370 mm aufweisen. Bei Wohngebäude mit bis zu zwei Wohnungen muss der Auftritt a mind. 230 mm und max. 370 mm aufweisen. Bei baurechtlich nicht notwendigen Treppen darf der Auftritt zwischen 210 mm und 370 mm betragen.

Bei Stufen von baurechtlich notwendigen Treppen, deren Treppenauftritt (a) unter 260 mm liegt, muss die Unterschneidung (u) mindestens so groß sein, dass insgesamt 260 mm Trittläche ($a + u \geq 260$ mm) erreicht werden.

Bei Stufen von baurechtlich nicht notwendigen Treppen, deren Treppenauftritt (a) unter 240 mm liegt, muss die Unterschneidung (u) mindestens so groß sein, dass insgesamt 240 mm Trittläche ($a + u \geq 240$ mm) erreicht werden

Offene Treppen sind um mindestens 30 mm zu unterschneiden.

Bei barrierefreien Treppen entsprechend DIN 18040 dürfen Trittstufen nicht über die Setzstufen vorkragen. Eine Unterschneidung bis 2 cm ist bei schrägen Setzstufen zulässig.

3 Naturwerkstein für Außentreppen

Anforderungen an Naturwerksteine für Außentreppen sind in DIN EN 12058 (Bodenplatten und Stufenbeläge) oder in DIN EN 12059 (Steine für Massivarbeiten) geregelt.

Für die Verwendung von Naturstein als Werkstein für Außenbeläge sind die Frostbeständigkeit, die Abriebfestigkeit, die Biegefestigkeit sowie die Wasseraufnahme von hervorgehobener Bedeutung.

3.1 Erscheinungsbild

Farbe und Gefüge eines Gesteins werden von den unterschiedlichen Mineralien und deren räumliche Verteilung bestimmt, aus denen das Gestein zusammengesetzt ist. Da die Zusammensetzung und Verteilung einzelner Mineralien im Gestein durch den natürlichen Entstehungsprozess sehr unterschiedlich sein können, sind Farb- und Gefügeunterschiede natürliche Eigenschaften von Natursteinen. Gerade dies macht die Faszination des Natursteins aus, da somit jeder Naturwerkstein ein Unikat ist.

So sind auch gemäß DIN 18 332 - Naturwerksteinarbeiten, Abs. 2.1.4, sind Farb-, Struktur- und Texturschwankungen innerhalb desselben Vorkommens ausdrücklich zulässig.

Die Farbe, Textur, Struktur sowie Oberflächenbearbeitung der Natursteine sind visuell zu bestimmen, üblicherweise mit Hilfe einer Bezugsprobe desselben Steins, die geeignet ist, als Muster das Erscheinungsbild allgemein zu beschreiben.

Einschränkungen der Farb-, Struktur- und Texturschwankungen sind nach DIN 18332 Abs. 0.2.5 in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

Die Festlegung einer eingeschränkten Bandbreite im Aussehen der Naturwerksteine ist eine besondere Leistung und muss schriftlich vereinbart werden. Hierzu ist ein Protokoll der Auswahlbesprechung anzufertigen und von allen Beteiligten zu unterzeichnen. Das Versetzen und Verlegen von Mustern ist eine besondere Leistung (DIN 18332 Ziffer 4.2.5), die dem Auftragnehmer (AN) vergütet werden muss.

Eine Bezugsprobe sollte aus einer ausreichenden Anzahl von Musterstücken mit üblichen Abmessungen bestehen, die die natürliche Charakteristik wiedergeben und spezifische Merkmale des Gesteins, wie z. B. typische Poren und Löcher, Aderungen, Korrosionsspuren, Risse, Flecken etc., aufzeigen. Da aber selbst umfangreiche Bemusterungen nicht immer vorhersehbar alle möglichen Varianten abdecken, sollte vertraglich darauf hingewiesen werden, dass eine Bemusterung nicht alle späteren Schwankungen zu diesen Merkmalen vollständig abdecken kann.

Die Bezugsprobe fordert nicht die strenge Gleichförmigkeit zwischen der Probe selbst und der tatsächlichen Lieferung; natürliche Schwankungen dürfen immer auftreten.

Die in der Bezugsprobe dargestellten Merkmale gelten als für das jeweilige Gestein typisch und sind nicht als Mangel anzusehen.

Weitere Hinweise zum Naturstein und der Bemusterung sind in BTI 4.1 Wissenswertes über Naturstein enthalten.

3.2 Frost- und Frost-Tausalz-Beständigkeit

Naturwerksteine unterliegen in unseren Breitengraden insbesondere einer Beanspruchung aus Frost-Tau-Wechseln. Allgemein kann ein Gestein bei der Beurteilung der Frost- und Verwitterungsbeständigkeit als brauchbar angesehen werden, wenn es sich bereits unter mindestens ebenso ungünstigen Klima- und Einbaubedingungen bewährt hat, wie sie bei der vorgesehenen Verwendung zu erwarten sind.

Naturwerksteine nach DIN EN 12058 oder nach DIN EN 12059 müssen einer Prüfung mit 56 Frost-Tauwechseln nach DIN EN 12371 unterzogen werden, wenn keine ausreichende Erfahrung über die Widerstandsfähigkeit gegen Frosteinwirkung vorliegen.

Die nationale Norm 52008, Prüfverfahren für Naturstein, Beurteilung der Verwitterungsbeständigkeit, beschreibt in Anhang D ein weiteres Verfahren zur Beurteilung der Frost- und Verwitterungsbeständigkeit, welches aufgrund der Wasserlagerung der Prüfkörper im Frostversuch eine sehr hohe Beanspruchung verursacht. Eine zusätzliche Prüfung nach DIN 52008 Anhang D ist insbesondere bei kritischen Natursteinen zum Nachweis der praktischen Tauglichkeit möglich.

Die Verwendung von Tausalzen stellt eine hohe Beanspruchung der Natursteine und der Verlegemörtel dar und sollte, auch aus Umweltschutzgründen, vermieden werden. Viele Natursteine sind unempfindlich gegen Tausalze, nicht jedoch Verlege- und Fugenmörtel. Falls für das betreffende Gestein keine Erfahrungen vorliegen, kann der verwendete Naturstein nach TL Pflaster-StB 06/15 oder DIN 52008, Anhang E einer Frost-Tausalzprüfung unterzogen werden.

3.3 Abrieb

Treppen aus Naturwerkstein erfahren eine schleifende Beanspruchung, bei der die Oberfläche der Treppen angegriffen wird, die mit zunehmender Nutzungsfrequenz der Treppe auf deren Oberfläche einwirkt. Der Widerstand des Natursteins gegen diese Beanspruchung wird als Abriebfestigkeit bezeichnet.

chung wird als Abriebfestigkeit bezeichnet.

Naturwerksteine nach DIN EN 12058 oder nach DIN EN 12059 müssen einer Prüfung des Widerstandes gegen Verschleiß nach DIN EN 14157 unterzogen werden. Das Verfahren B dieser Norm entspricht im Wesentlichen der nationalen Norm DIN 52108, Verschleißprüfung mit der Schleifscheibe nach Böhme. Die Werte können daher miteinander verglichen werden.

Je höher der angegebene Wert, desto niedriger ist die vorhandene Abriebfestigkeit. Entsprechend der jeweiligen Nutzungsart sollte die erforderliche Abriebfestigkeit eines Belags festgelegt werden. Bei stark frequentierten Belägen sollten niedrige Werte des Schleifverlustes ($< 25 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$) vorliegen.

Nachstehende Tabelle enthält Richtwerte der Abriebfestigkeit von verschiedenen Gesteinsgruppen.

3.4 Biegefestigkeit

Während bei starr gebetteten Treppenbelägen und Massivstufen aufgrund der direkten Lastabtragung in den tragfähigen Untergrund keine Anforderungen an die Biegefestigkeit gestellt werden, ist für freitragende Stufen oder Beläge auf nachgiebigen Untergründen die Biegefestigkeit für den erforderlichen statischen Nachweis nach DIN EN 12372 bzw. DIN EN 13161 zu ermitteln.

Naturwerksteine nach DIN EN 12058 oder nach DIN EN 12059 sind der Prüfung der Biegefestigkeit nach DIN EN 12372 oder 13161 zu unterziehen. Für die statische Bemessung ist der charakteristische Wert (unterer Erwartungswert) maßgebend.

Erfahren Treppenplatten oder Massivstufen bemessungsrelevante Biegebeanspruchungen, ist der Einfluss von Frost-Tau-Wechsel nach DIN 12371 sowie der Einfluss der Oberflächenbearbeitung auf die Biegefestigkeit zu prüfen, sofern diese die Biegefestigkeit beeinträchtigen können.

3.5 Trittsicherheit, Rutschhemmung, Kontraststreifen

Freitreppen und Podeste sollen trittsicher sein. Die Trittsicherheit von Naturstein ist abhängig von der jeweiligen Gesteinsart und der vorgesehenen Oberflächenbearbeitung. Als trittsicher haben sich die Oberflächenbearbeitungen geflammt, gestockt, stahlsandgesägt, trocken- oder hochdruckwassergestrahlt, bei sehr porigen Natursteinen auch grob- bis mittelgeschliffen, bewährt.

Naturwerkstein-Fachbetriebe beraten über die verschiedenen Möglichkeiten der Oberflächenbearbeitung. In Zweifelsfällen sind entsprechende Prüfungen des Rutschwiderstands durchzuführen.

Die Rutschhemmung der Oberflächen wird wesentlich durch die Instandhaltung, der Reinigung und Pflege, (siehe 3.7) beeinflusst. Verschmutzungen und Biofilme auf den Oberflächen vermindern die Trittsicherheit erheblich.

Rauere Bearbeitungen der vorderen Stufenoberfläche (z.B. gestrahlter ca. 3 cm breiter Streifen einer sägerauen Trittstufe) erhöhen die Rutschsicherheit und

Tabelle 1: Richtwerte Schleifverlust

Gesteinsgruppe	Schleifverlust nach DIN EN 14157 – Verfahren B
	$\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$
Granit, Syenit, Basalt, Rhyolit, Gabbro u.ä.	4 – 8
Basaltlava	12 – 15
Quarzit, Grauwacke	4 – 15
Quarzitische Sandsteine	10 – 25
Sonstige Sandsteine	15 – 35
Dichte Kalksteine und Marmor	10 – 35
Sonstige Kalksteine	15 – 80
Travertin	20 – 35
Gneise u.ä.	4 – 10
Serpentinite	8 – 18

Erkennbarkeit. Bei abgerundeten Stufenvorderkanten sollte der Radius zwischen 2 mm und 10 mm betragen. Naturwerksteine nach DIN EN 12058 müssen zu ihrer CE-Kennzeichnung der Prüfung der Rutschhemmung nach DIN EN 14231 unterzogen werden. Diese Prüfung erfolgt mittels des Pendelprüfgeräts. Die mit dem Pendelprüfgerät ermittelten Werte lassen sich nicht auf die Rutschhemmungswerte, die in Deutschland mittels der „Schiefen Ebene“ ermittelt werden, umrechnen. Die Anforderungen der Berufsgenossenschaft an die Rutschhemmung werden jedoch mittels der „Schiefen Ebene“ nach DIN EN 16165 ermittelt, so dass eine Ermittlung der Rutschhemmung nach diesem Verfahren weiterhin erforderlich ist.

Die Anforderungen an die Rutschhemmung von Belagsoberflächen werden in der DGUV Regel 108-003 (früher BGR 181), Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr, definiert. Der Geltungsbereich der DGUV Regel 108-003 erstreckt sich auf:

Arbeitsräume, Arbeitsbereiche und betriebliche Verkehrswege, deren Fußböden nutzungsbedingt bzw. aus dem betrieblichen Ablauf heraus mit gleitfördernden Stoffen in Kontakt kommen, die eine Gefahr des Ausrutschens darstellen.

Belagsoberflächen im privaten Nutzungsbereich fallen demnach nicht unter die Regelungen der DGUV Regel 108-003, dennoch müssen die Oberflächen von Treppenbelägen auch im privaten Nutzungsbereich hinreichend trittsicher und damit rutschhemmend sein.

Oberflächen von Außentritten in gewerblichen Bereichen müssen entsprechend der DGUV Regel 108-003 der Bewertungsgruppe R 11 oder der Bewertungsgruppe R 10 mit einem Verdrängungsraum von 4 cm³/dm² entsprechen.

Zur Wahrung der Verkehrssicherheit – insbesondere bei nicht ausreichend ausgeleuchteten Stufenabgängen zu öffentlichen Verkehrsmitteln wie z.B. U-/S-Bahnen sowie ähnlicher Treppen im öffentlichen Raum – sind Kontraststreifen in die Stufenvorderkante bündig einzulegen und dauerhaft mit der Trittstufe zu verbinden. Beispielsweise können bei Stufenanlagen aus dunklem Stein helle Streifen einer gleichen Gesteinsart wie die Stufen eingelegt werden.

Die Kontraststreifen müssen mind. an jeder An- und Austrittstufe – auch bei Zwischenpodestanschlüssen angebracht werden. Die Kontraststreifen sollten einen Leuchtdichtekontrastwert $K \geq 0,4$ entsprechend DIN 32975 aufweisen

Nur aufgemalte oder mit Folie aufgeklebte gelbe und weiße Streifen, stellen oftmals eine nicht ausreichende Notlösung dar, da sich diese Warnstreifen abtrennen, i.d.R. nicht erneuert werden und im Fall eines Unfalls kein Versicherungsschutz bestehen kann. Kontraststreifen aus Naturstein sind zwar aufwändiger, jedoch dauerhaft wirksam.

Hinweise für Treppen in und an Gebäuden, die für Menschen mit Mobilitäts-einschränkungen sowie für kognitiv eingeschränkte Menschen barrierefrei nutzbar sein müssen, enthält die Reihe der DIN 18040, Barrierefreies Bauen.

Für sehbehinderte Menschen müssen die Elemente solcher Treppe leicht erkennbar sein. Das wird z. B. erreicht mit Stufenmarkierungen aus durchgehenden Streifen, die folgende Eigenschaften aufweisen

- auf Trittstufen beginnen sie an den Vorderkanten und sind 4 cm bis 5 cm breit;
- auf Setzstufen beginnen sie an der Oberkante und sind mindestens 1 cm, vorzugsweise 2 cm, breit;
- sie heben sich visuell kontrastierend sowohl gegenüber Tritt- und Setzstufe, als auch gegenüber den jeweils unten anschließenden Podesten ab.

Bei bis zu drei Einzelstufen und Treppen, die frei im Raum beginnen oder enden, muss jede Stufe mit einer Markierung versehen werden.

Handläufe müssen sich visuell kontrastierend vom Hintergrund abheben.

3.6 Brandschutz

Natursteine werden in der Regel der Brandklasse A1 zugeordnet. Ausnahmen sind Gesteine, die mehr als 1 % Masse- oder Volumenanteil Asphalt oder andere brennbare Stoffe (z.B. Harze oder Spachtelmasse) enthalten. Derartige Gesteine finden jedoch praktisch keine Anwendung für Platten oder Massivstufen im Außenbereich.

Freitragende Stufen von notwendigen Treppen müssen für den Brandfall mit einer ausreichenden Resttragsicherheit versehen sein.

3.7 Reinigung und Instandhaltung

Um die natürliche Schönheit der Natursteinoberflächen und deren Rutschhemmung dauerhaft zu erhalten, empfiehlt sich die regelmäßige Reinigung mittels klaren Wassers und weichen Bürsten. Bei der Verwendung von Reinigungs- und Pflegemitteln ist deren Eignung mit den Herstellern abzuklären. Hochdruckreiniger entfernen tiefsitzenden Schmutz, bei unsachgemäßer Handhabung können jedoch die Oberflächen und Fugen geschädigt werden. Die Intervalle der Reinigung werden durch die Umgebungsbedingungen und die Nutzungsfrequenz bestimmt.

Verschmutzungen von Natursteinen im Außenbereich können zum Befall von Flechten, Moosen und Algen führen, die optische Veränderungen und auch Gefügeschäden der Werksteine und Mörtel hervorrufen können.

Säureempfindliche Natursteine, wie beispielsweise Marmor, Kalk- und Sandsteine, dürfen nicht mit chemisch aggressiven Reinigern behandelt werden. Im Fachhandel werden entsprechende Reinigungs- und Pflegemittel sowie auf dem jeweiligen Naturstein abgestimmte Pflegeanleitungen angeboten.

Weitere Hinweise enthält die BTI 3.2 Reinigung und Pflege, herausgegeben vom DNV.

Aufgrund der thermischen Verformung der Naturwerksteine sind feine Risse in Mörtelfugen unvermeidlich. Mörtelfugen und ungebundene Fugen müssen regelmäßig inspiziert, gewartet und ggfls. instandgesetzt werden. Über Fugen in den Untergrund eindringende Feuchtigkeit ist häufig die Ursache von Beanstandungen. Durch die Auswahl dichter und wasserabweisenden

der Fugenmaterialien kann dies vermindert, jedoch nicht verhindert werden.

4 Entwässerung

4.1 Planung

Flächen im Außenbereich - auch Treppen - sind grundsätzlich zu entwässern.

Bei der Planung von Treppen ist auf eine kontrollierte Entwässerung zu achten.

Die Neigung der Oberflächen, der Bettung und des Untergrundes sind für eine funktionsfähige Entwässerung aller wasserführenden Ebenen in der Planung der Außentreppe vorzugeben, um Korrekturen am Verlegeuntergrund während der Versetzarbeiten möglichst zu vermeiden.

Grundsätzlich müssen Treppenanlagen, die mit einer Entwässerung ausgestattet werden, an ihrem Fußpunkt entwässert werden. Angrenzende Bodenflächen, wie Podeste oder Zwischenpodeste müssen dann gleichermaßen über ein Entwässerungssystem eingedrungenes Sickerwasser ableiten können. An größeren Stufenanlagen kann auch eine zusätzliche Entwässerung in Bodenabläufe von größeren Zwischenpodesten erforderlich sein.

4.2 Gefälle der Oberflächen

Stufen und Podeste von Außentritten sollten ein ausreichendes Gefälle aufweisen, um Niederschlagswasser schnell und sicher abzuleiten. Zur Vermeidung länger auf den Aufritten stehenden Wassers und der daraus resultierenden Feuchtigkeitsbelastung sowie der Unfallgefahr, die durch einem aus dem Wasserstau resultierenden mikrobiellen Bewuchs und höherer Verschmutzungsgefahr gefördert wird, ist bei der Planung ein Gefälle anzugeben.

Eisbildung auf den Treppen kann hierdurch jedoch nicht verhindert werden, da bereits anfallendes Tauwasser auf den Steinoberflächen bei bestimmten klimatischen Bedingungen eine Eisbildung verursachen kann.

Eine sichere Vermeidung von Eisbildung ist nur bei einer Beheizung der Treppenstufen möglich.

Aufgrund der Oberflächenspannung des Wassers ist ein geringer Wasserstau an der Stufenvorderkante auch bei ausreichendem Gefälle der Auftritte unvermeidlich.

Entsprechend DIN 18065 müssen Treppenpodeste und Trittstufen, bei denen eine Entwässerung erforderlich ist, mit einem Funktionsgefälle ausgebildet werden. Das Funktionsgefälle ist materialabhängig. Das Funktionsgefälle darf den Grenzwert 3 % nicht überschreiten.

Die Freitreppenstufen im Gelände sollen bei geschliffener Oberflächenbearbeitung ein Funktionsgefälle von mind. 1,5 % und max. 3 % aufweisen. Bei rauer Oberflächenbearbeitung ein Gefälle von mind. 2 % und max. 3 %. Podestflächen sollten ebenfalls ein Gefälle von mind. 2 % und max. 3 % aufweisen.

Im eingebauten Zustand (Ist-Lage) dürfen die Auftritts-

flächen der Zwischenpodeste von der Nennlage (Soll-Lage) in jede Richtung maximal $\pm 0,5$ %, jedoch nicht mehr als 1 cm, abweichen. Der Grenzwert von 3 % für das Funktionsgefälle ist ein Grenzmaß und darf nicht überschritten werden.

4.3 Bettung und Verlegeuntergrund

Treppen- und Podestbeläge sowie Blockstufen sind in der Regel nicht wasserdicht. Vor allem im Bereich der Fugen dringt Feuchtigkeit in die Bettung und den Verlegeuntergrund ein. Dies führt zu Durchfeuchtungen der Belagsbettung. Die Speicherung von Wasser im Mörtelbett wird durch im Untergrund vorhandene Unebenheiten und möglicherweise Gegengefälle verstärkt. Kann die im Mörtel eingetragene Feuchte nicht abgeleitet werden, können Feuchteflecken, Kalkausblühungen und Frostschäden entstehen.

Wasserundurchlässige Untergründe (z.B. Beton) sollten ein ausreichendes Gefälle aufweisen. Dies gilt auch für Podeste und Zwischenpodeste von Treppenanlagen. Auch abgetreppte Untergründe sollen bauseits bereits mit Gefälle vorgesehen werden. Ist im Untergrund kein Gefälle bzw. sind Teilbereiche mit Gegengefälle vorhanden, ist vor der Verlegung ein Gefälleestrich oder eine Gefällespachtelung und zusätzlicher Verbundabdichtung zu empfehlen, um Gegengefälle und daraus resultierende Pfützen im Belagsaufbau zu vermeiden. Bei der Gefälleausbildung der Auftrittsflächen sollte ein Quergefälle vermieden werden.

Treppenuntergründe aus Beton sind vorzugsweise wasserundurchlässig mit Drainbeton herzustellen. Alternativ ist WU-Beton oder Normalbeton mit einer Verbundabdichtung zu empfehlen.

Um an sichtbaren Treppenwangen ein Austreten von kalkhaltigem Sickerwasser seitlich der Stufen zu vermeiden, sollte eine Aufkantung im Auf- und Stoßtrittsbereich vorgesehen werden. Diese ist in die Abdichtungsmaßnahme, z.B. mit einer Verbundabdichtung einzubeziehen. Bei Putz- oder Spachtelschichten auf Treppenwangen kann der oberseitige Schutz der Putzschicht gegen von oben abtropfendes Wasser erforderlich sein.

Das in Bettung und Verlegeuntergrund eingedrungene Wasser muss gezielt abgeführt werden (z.B. Dränleitung am Fußpunkt der Treppe). Übliche, auch sehr wasserundurchlässige Verlegemörtel weisen als Werkmörtel nur eine geringe horizontale Wasserableitfähigkeit auf. Durch die Anordnung von kapillarbrechenden Dränmatten wird die horizontale Entwässerung wesentlich verbessert und die Trocknung saugfähiger Steinsorten beschleunigt.

Durch das Anlegen von Kanälen im Verlegemörtel kann die Entwässerung ebenfalls verbessert werden, jedoch können sich die Mörtelstreifen bei saugfähigen Steinsorten mit einem hohen Kapillarporenanteil an der Oberfläche des Belages farblich dunkler abzeichnen. Es ist deshalb ein vollflächiger Auftrag einer Haft- oder Dichtschlämme auf den Plattenrückseiten zu empfehlen. Vorsorglich sollte die Funktionalität vorher an einer Probefläche überprüft werden.

Kann bei Treppen in Ausnahmefällen kein oder nur ein zu geringes Gefälle im Untergrund hergestellt werden, ist die Verlegung auf wasserableitenden Systemen, beispielsweise kapillarbrechenden Drainagematten, zu empfehlen.

Treppen im Gelände können auch in einem dränfähigen Verlegemörtel auf wasserdurchlässigen Untergründen (z.B. Dränbeton über wasserdurchlässigem Erdreich) erstellt werden. Insbesondere ist am Fußpunkt der Treppe die Wasserableitung sicher zu stellen, so dass kein Wasserrückstau im Stufenbereich entstehen kann.

4.4 Dränungen

Optionale Stufendränungen unter Bettungsschichten aus haufwerksporigem Dränmörtel sollten auf der Oberseite ein feinmaschiges Gitter und kein dichtes Vlies aufweisen. Die Maschenweite des Gittergewebes muss auf die Körnung des verwendeten Mörtels abgestimmt sein. Feinporige Kunstfaservliese als oberseitige Abdeckung sind nur bedingt geeignet, weil sich darauf Feinstoffe ablagern können, die die vertikale Entwässerung beeinträchtigen.

Einteilige Stufendränungen sind einfacher zu verarbeiten als zweiteilige. Bei der Verlegung von Stufendränungen ist sicherzustellen, dass in den Stoßbereichen von Dränelementen kein Mörtel bis auf die untere wasserführende Ebene gelangt.

Vollflächig verlegte Stufendränungen wirken praktisch wie Trennlagen zum Untergrund, so dass die Einbettung eines Gittergewebes aus Edelstahl zur Lagestabilität und Vermeidung thermisch bedingter Haarrisse zwischen Auf- und Stoßtritt erforderlich ist.

Die Auftrittflächen von hochbelasteten, z.B. gewerblich genutzten Stufen, die stärkeren mechanischen Belastungen ausgesetzt sind, sollten mit haufwerksporigem Dränmörtel im Verbund zum Untergrund verlegt werden. Um in den Stufenbelag gelangendes Sickerwasser an den beiden Horizontalfugen von Stoß- und Auftritt vorbeizuleiten, ist eine Dränung für den senkrechten Teil der Stufe zu empfehlen.

Bei der Verlegung auf Stufendränungen sollten die Innenecken zwischen Stoß- und Auftritt mit einer geeigneten weichen Dichtmasse verfugt werden.

4.5 Abläufe

An größeren Stufenanlagen und großflächigen Podesten sollte eine gezielte Entwässerung unterhalb des Belags vorgesehen werden, sodass allenfalls geringe Mengen Sickerwasser in tiefer liegende Treppenkonstruktionen entwässert werden. Wenn z.B. die Oberflächenentwässerung größerer Podestflächen über Bodenabläufe erfolgen soll, ist durch Gefälle im Podest vom Treppenaustritt wegführend auszuschließen, dass größere Wassermengen in die Treppenkonstruktion gelangen.

Abläufe müssen alle wasserführenden Ebenen entwässern, d. h. die Belagsoberfläche und den Untergrund.

Ist keine Versickerung des Regenwassers gewährleistet, ist je 250 m² Bodenfläche eine Ablaufrinne oder ein Bodenablauf DN 100 vorzusehen, die jeweils in einen Vorfluter und eine Vorflut zu entwässern sind (z.B. Kanal oder Sickerschacht).

Ablaufrinnen, Bodenabläufe und Wasserspeicher sind so zu dimensionieren, dass diese das anfallende Oberflächenwasser sicher ableiten können. Sie müssen inspizierbar und zu Wartungszwecken zugänglich sein.

Oberflächenwasser von oben an Treppen angrenzenden Flächen sollte nicht über die Treppen geleitet werden, sondern ist in eigene Abläufe abzuführen. Auch bei größeren Podestbelägen und großflächigen Treppenanlagen sind Zwischenentwässerungen zu empfehlen.

5. Massivstufen

Außentreppen sollten vorzugsweise als Massivstufen (Blockstufen) ausgeführt werden.

Die Steigung wird gebildet von:

- der Fuge zwischen den Stufen
- der Stufendicke
- und dem Stufengefälle

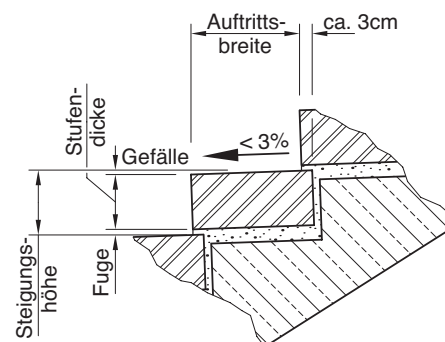


Bild 6: Blockstufen

Je nach Feinheit der Oberflächenbearbeitung und zum Ausgleich geringer Maßtoleranzen beträgt die Dicke der Fuge i. d. R. 8 bis 12 mm.

Üblicherweise wird Trasszementmörtel zur Fugenfüllung verwendet. Geeignete Werkmörtel und Spezialmörtel können ebenfalls verwendet werden. Aufgrund der thermischen Bewegungen sind feine Risse im Fugenmörtel zu erwarten. Durch Fugenfüllung aus elastischen Dichtstoffen kann das Eindringen von Feuchtigkeit in den Untergrund vermindert werden.

Die Stufenbreite setzt sich zusammen aus der Auftrittsbreite und einer Auflagerfläche (Untergriff) von ca. 3 cm Breite (vgl. Bild 5). Damit wird ein ausreichend breites Mörtelband für den Toleranzausgleich gewährleistet.

Die Blockstufen sind vorzugsweise auf einem wasserdurchlässigen Grobkorn-Dränmörtel (siehe 4.2 und 6.4) im vorgesehenen Gefälle zu verlegen. Die Mörtelbettdicke sollte dann aufgrund der groben Körnung mind. 5 cm betragen. Zur Sicherstellung des Haftverbundes, ist der Auftrag eines Haftvermittlers in ausrei-

chender Dicke auf der Unterseite der Blockstufen und der Tragschicht zu empfehlen. Die vorbetonierten Stufen des Auflagers sind bereits mit einem Gefälle von etwa 2 % vorzusehen. Durch die Anordnung von Entwässerungskanälen oder Dränmatten wird die Wasserableitung im Mörtelbett verbessert.

Bei betonierten Treppenläufen ist auf das erforderliche Alter (in der Regel 6 Monate) zu achten, so dass die unvermeidlichen Schwind- und Kriechverformungen weitestgehend abgebaut sind.

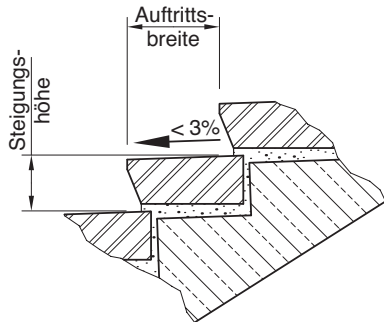


Bild 7: Blockstufen mit oberseitig eingearbeiteten Gefälle

Bei geraden und leicht gewendelten Treppenläufen kann die gesamte Stufenanlage im Gefälle verlegt werden. Auch dieser Unterbau soll bereits das erforderliche Gefälle aufweisen. Dies fällt optisch wenig auf, weil das Gelände auch mit Gefälle an das Gebäude herangeführt wird.

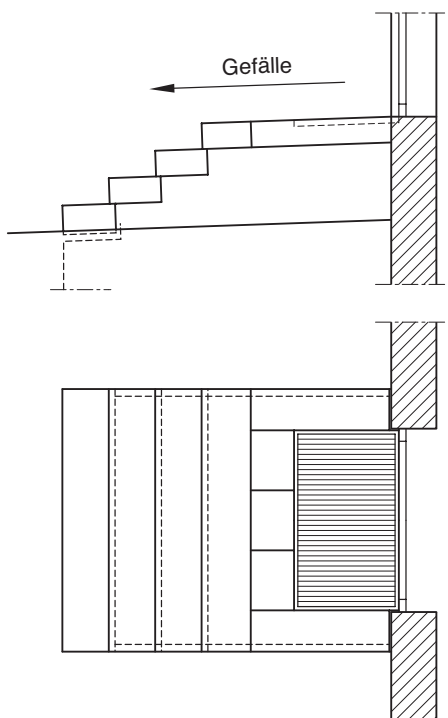


Bild 8: Gerade Treppe mit einheitlicher Gefällerichtung (senkrecht zum Gebäude)

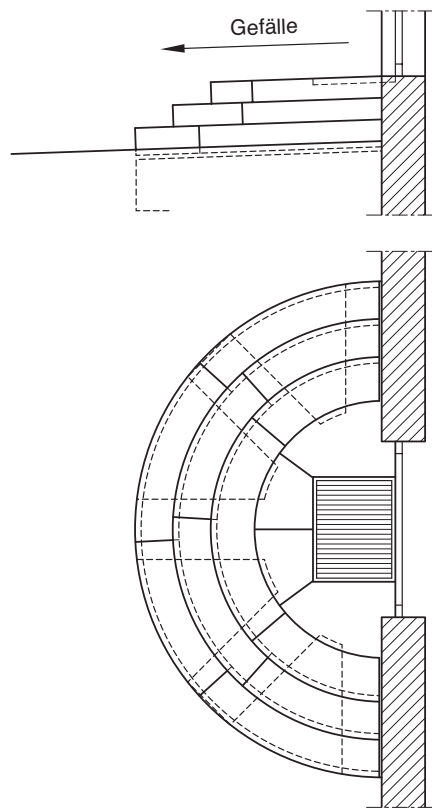


Bild 9: Gerade Treppe mit einheitlicher Gefällerichtung (senkrecht zum Gebäude)

Das Gefälle kann auch bei Rundtreppen und Treppenanlagen mit Abtrepung nach zwei oder drei Seiten in eine Hauptrichtung senkrecht zur Gebäudefront geführt werden.

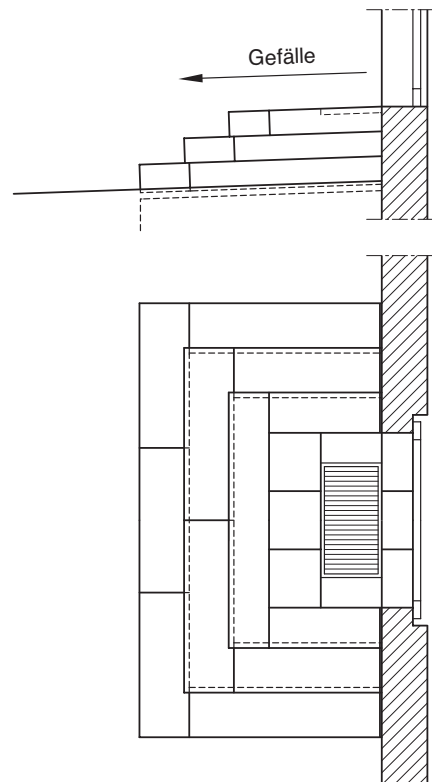


Bild 10: Mehrseitige Treppe mit einheitlicher Gefällerichtung (senkrecht zum Gebäude)

Sollen jedoch die nach hinten laufenden Stufen waagrecht verbleiben, so ist schon das Podest nach drei Seiten zu entwässern und an die Stufenenden im Auftritt das Gefälle einzuarbeiten.

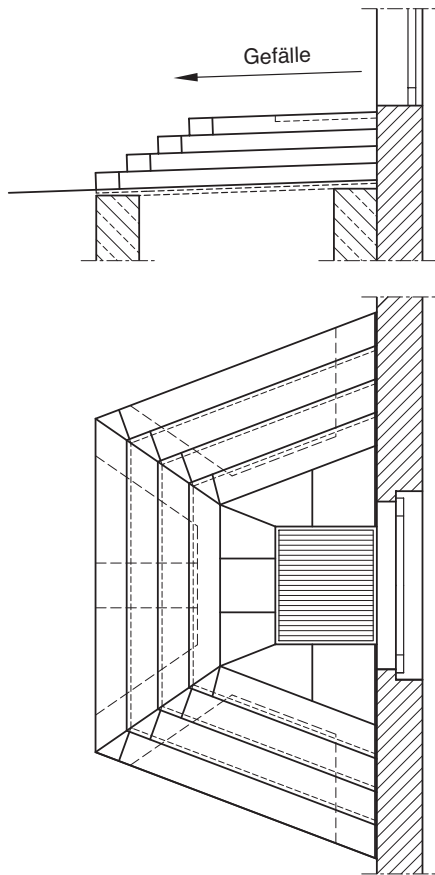


Bild 11: Mehrseitige Treppe mit unterschiedlichen Gefällerrichtungen

Der Anschluss der seitliche Stufen (Anbrettung) erfolgt über eine rechtwinklige Stoßfuge und nicht über eine Gehrungsfuge.

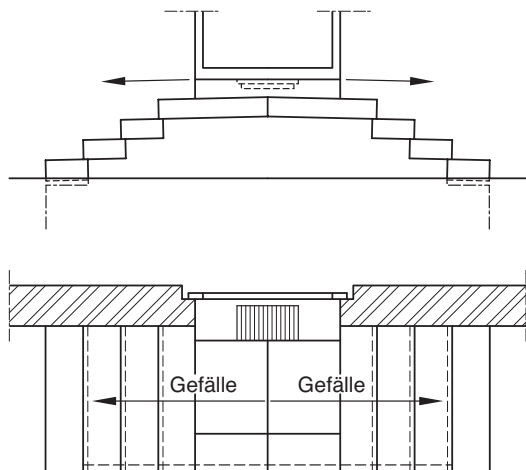


Bild 12: Mehrseitige Treppe mit unterschiedlichen Gefällerrichtungen

Bei der Freitreppe nach zwei Richtungen und Stufen rechtwinklig zur Gebäudefront kann das Gefälle von Podestmitte aus nach beiden Seiten verlaufen, so

dass die Stufen zwar waagrecht in der Länge, jedoch sonst im Gefälle verlegt werden.

5.1 Stufenquerschnitte

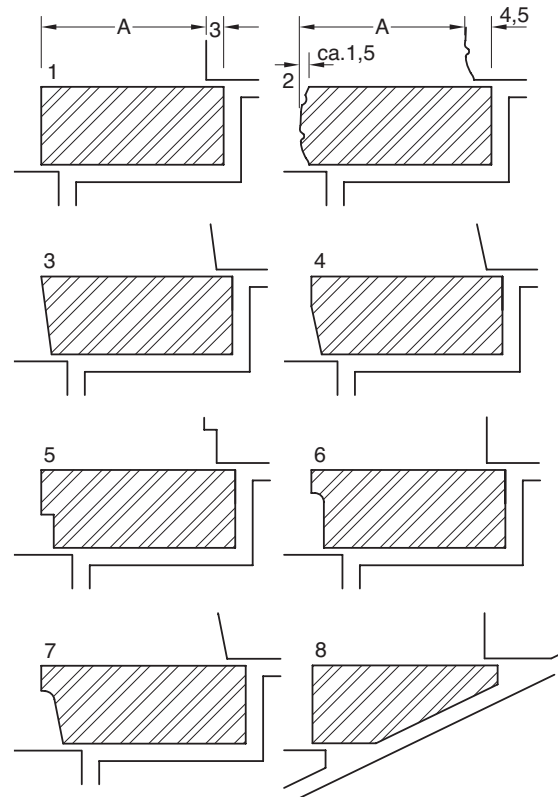


Bild 13: Beispiele von Stufenquerschnitten (Systemdarstellungen ohne erforderliches Gefälle < 3 %)

Abb. 1 Blockstufe mit Rechteckquerschnitt

Sie wird am meisten verwendet. Die Bearbeitung der Auftrittsfläche und der Ansichtsfläche ist meist gleich.

Abb. 2 Blockstufe mit Rechteckquerschnitt, jedoch mit bossierter Ansichtsfläche

Bossen können eine Ausladung von ca. 2 cm haben, so dass die notwendige Auftrittsfläche ohne Bossen gerechnet werden muss und die Stufenbreite gegenüber der Stufe (1) entsprechend größer wird.

Während die Oberflächen vom Regen jeweils rein gewaschen werden, setzt sich der Schmutz auf den raueren Vorderseiten ab. Diese Ausführungsart erfordert, dass in gewissen Abständen die Ansichtsflächen gereinigt werden müssen.

Abb. 3 Blockstufe mit unterstochener Ansichtsfläche

Wird die Blockstufe nach (1) im Gefälle verlegt, dann entsteht schon eine geringfügig unterstochene Ansichtsfläche.

Eine Unterschneidung der Ansichtsfläche zum Zwecke der Vergrößerung der Auftrittsfläche ist erst empfehlenswert, wenn die rechnerische Auftrittsfläche kleiner als 26 cm wird. Dieser Vorteil kann nur beim Aufwärtsbegehen der Stufenlage genutzt werden.

Die Unterschneidung wird, wenn vorgesehen, mit 1,5 bis 2 cm ausgeführt.

Abb. 4 Ansichtsfläche mit Platte und Unterstechung

Profilierte Ansichtsflächen dienen meist architektonischen Zwecken, um den Stufenanlagen durch die Schattenwirkung mehr Leichtigkeit zu verleihen.

Die Platte (rechtwinkliger oberer Teil) ist je nach Stufenhöhe 4 bis 6 cm, die Unterstechung 1,5 cm.

Abb. 5 Ansichtsfläche mit Platte und Falz

Die Platte kann 4 bis 8 cm hoch sein, die Falztiefe 2 bis 3,5 cm.

Abb. 6 Ansichtsfläche mit Platte und eingesetzter Restfläche

Die Platte ist meist 4 bis 5 cm hoch. Der Übergang zur eingesetzten Restfläche wird mit einer Viertelkehle herbeigeführt.

Abb. 7 Ansichtsfläche mit Platte und unterstochener eingesetzter Fläche

Es ist eine Variation zur Profilierung der Stufe (6). Die Profilierungen der Stufen (Abb. 5 bis 7) erfordern eine feinere Oberflächenbearbeitung z. B. fein gespitzt, mittel und fein gestockt, scharriert, gestrahlt.

Abb. 8 Keilstufe

Diese Stufenform kommt vorwiegend zur Ausführung, wenn diese auf einer schrägen Betontrageplatte verlegt wird. Die Unterseite ist auf Maß abbossiert. Die hintere Stegdicke muss bei magmatischen Gesteinen mindestens 4 cm und bei allen anderen Gesteinen 5 bis 6 cm betragen. Die Ansichtsfläche kann nach (Abb. 3 bis 7) profiliert werden.

5.2 Freitragende Treppen auf Streifenfundamenten

Die erforderliche Dicke von freitragenden Treppen muss auf der Grundlage einer statischen Bemessung (siehe Anlage) oder einer bauaufsichtlichen Zulassung bestimmt werden. Als zulässige Biegefestigkeit $\sigma_{u5\%}$ sollte der untere Erwartungswert (5-% Quantil bei einem Vertrauensniveau von 75 % für mindestens 10 Versuche) nach DIN EN 12372 bzw. DIN EN 13161 unter Berücksichtigung von Sicherheitsbeiwerten (siehe Anhang) angenommen werden.

Baulich notwendige Treppen sowie Außentreppen mit größeren Absturzhöhen aus freitragenden Natur-

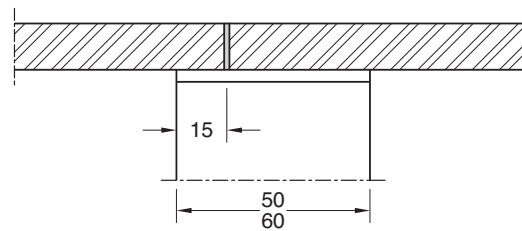
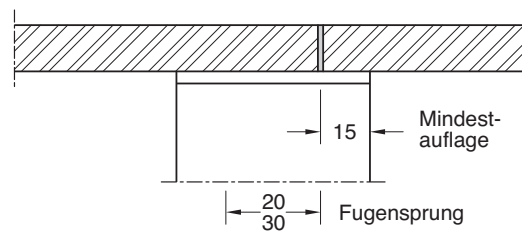
werksteinen bedürfen einer konstruktiven Absturz-sicherung, die bei einem plötzlichen Bruch der Naturstufenstufe noch eine Resttragfähigkeit ermöglicht. Dies kann z.B. durch nichtrostende Stähle in Bohrungen oder in Nuten an den Unterseiten der Stufen gewährleistet werden. Die Resttragfähigkeit der Trittstufen ist nachzuweisen.

Bei Naturwerksteinstufen, die durch ein eingeklebtes Gewebe verstärkt sind (sog. 3 + 3 Stufen), müssen die Angaben der erforderlichen Zulassung beachtet werden, insbesondere ob die Anwendung im Außenbereich zulässig ist.

Massivstufen können auf Streifenfundamenten mit Betonwangen oder Ausmauerungen aus frostwiderstandsfähigen Mauersteinen sicher und beständig aufgelagert werden.

Üblich sind Stufenlängen bis 1,50 m, je nach Natursteinart können auch Stufenlängen bis 2,50 m einteilig hergestellt werden.

Bei Treppenbreiten bis 1,50 m werden in der Regel lediglich an den Außenseiten Streifenfundamente vorgesehen. Bei breiteren Treppen sind Zwischenaufleger erforderlich.



Mittleres Streifenfundament

Bild 14: Auflagerung auf mittlerem Streifenfundament

Die Mindestauflage der Blockstufen sollte mindestens

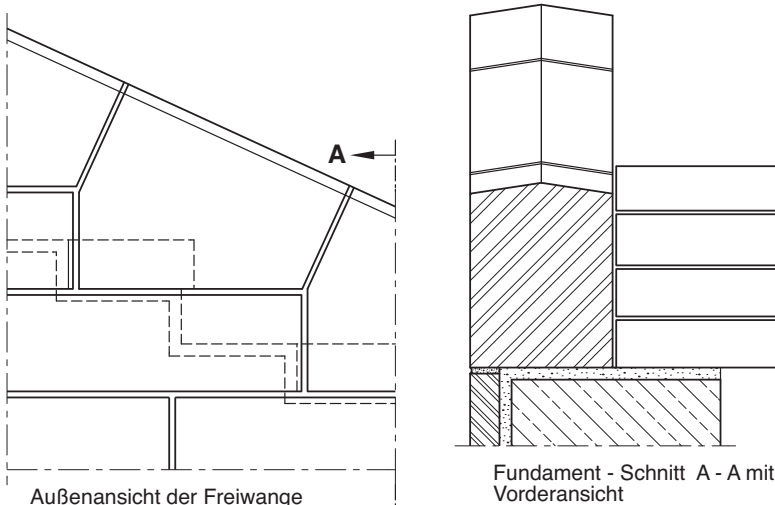


Bild 15: Treppenwangen mit Natursteinbekleidung

15 cm betragen. Um einen Fugensprung von 20 bis 30 cm bei mehrteiligen Stufen zu ermöglichen, ist die Breite des mittleren Auflagers entsprechend zu erhöhen.

Auf den Lagerflächen ist eine gleichmäßige Lastverteilung zu gewährleisten.

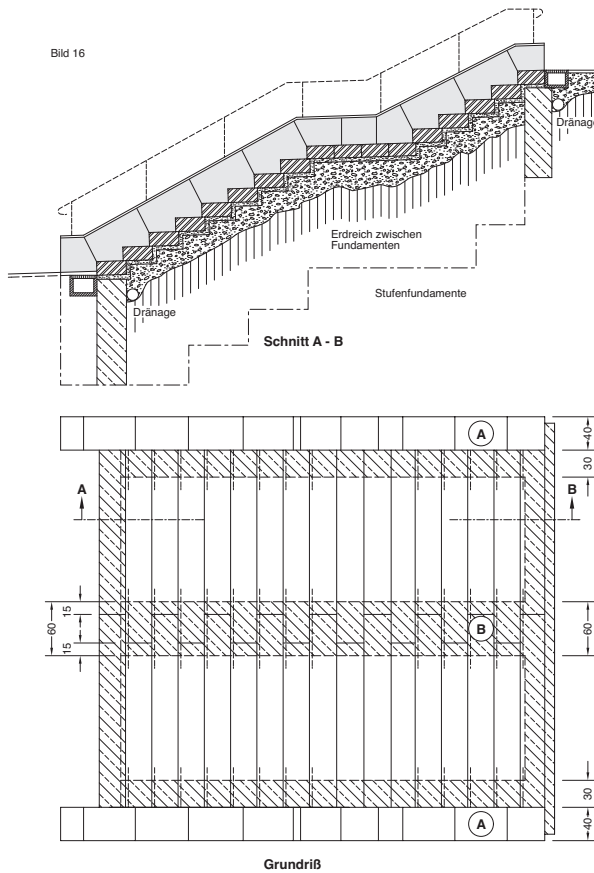


Bild 16: Freitragende Massivstufen über Erdreich

Im Bild 15 und 16 sind (beispielsweise) zur seitlichen Begrenzung massive Freiwangen angeordnet. Diese greifen über zwei Stufenbreiten und werden auf breiterem Streifenfundament versetzt. Die Außenbekleidung bis zum Gelände kann mit außenseitig gleich bearbeiteten und verankerten Natursteinplatten ausgeführt werden.

Zwischengeschaltete Podestflächen werden ebenfalls mit Platten in Stufendicke ausgeführt.

Das Erdreich unter der Treppe kann wasserführende Schichten aufweisen. Besonders bei den meist unter das Gelände einbindenden Antrittsstufen kann Erdreich angeschwemmt werden und bei starkem Regen die Erdschlämme durch die infolge Feuchtigkeits- und Frostbelastung gelockerten Lager-Mörtelfugen austreten. Zur Ableitung von unter den Belägen sicherndem Wasser sind oberhalb von Querschnitten Dränungen erforderlich.

5.3 Stufen auf Betontragplatte über Erdreich

Die Stufenaufleger können im Zuge der Errichtung der Treppenunterkonstruktion aufgebracht werden. Die Massivstufen werden mit dräufähigem Trasszementmörtel (siehe 6.4.2) verlegt.

Oberflächenwasser von anschließenden Terrassen wird über Ablaufrinnen abgeleitet. Auch am Fuß der Treppe sollte eine Ablaufrinne angeordnet werden.

5.3.1 Beförderung der Kinderwagen über die Außentreppe

Sind Außentreppe mit besonderen Beförderungstreifen für Kinderwagen vorgesehen, sind Ausnehmungen in der Profilierung des Treppenlaufs für die Räder anzulegen deren Abstand min. 35 cm (als Gehfläche) betragen soll. Die Stufen zwischen den Lauf radführungen sollen die gleiche Stufenfolge aufweisen wie die Treppe. Die Ausnehmungen sind außerhalb des Hauptgehbereichs der Treppe anzulegen (siehe Bild 17).

5.3.2 Kehrinnen vor senkrechten Wänden z.B. bei Unterführungen

Vor seitenbegrenzenden Wänden sind Handläufe über Kehrinnen anzuordnen, um die Gefahr des Betretens zu mindern.

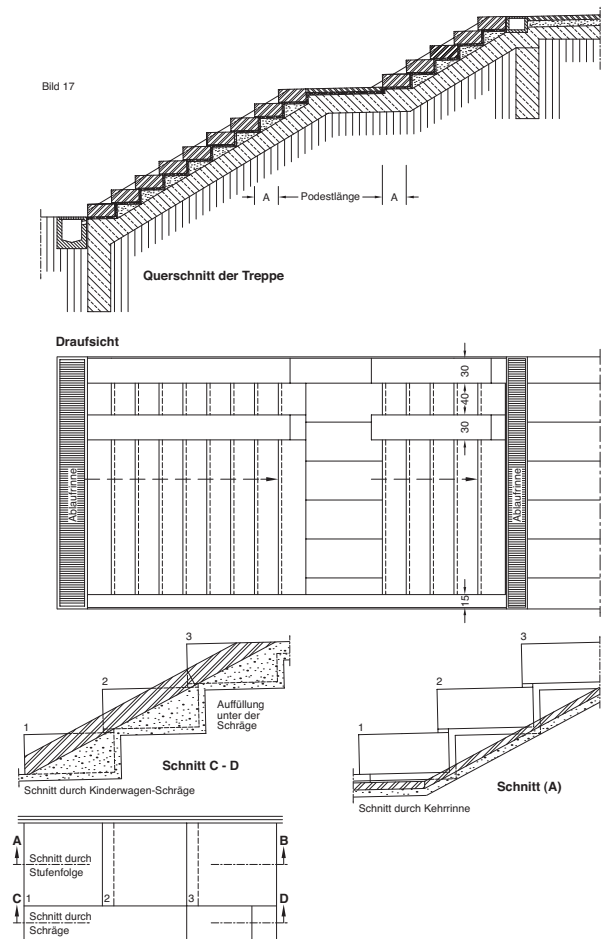


Bild 17: Treppenausführung mit Kehrinne und Kinderwagen-Beförderungstreifen

5.3.3 Keilförmige Stufen auf Betontragplatte über Erdreich

Die Keilstufenform macht das Anbetonieren von Stufenauflegerkeilen entbehrlich.

Die Stufen sollten ebenfalls nicht vollständig auf durchgehendes Mörtelbett verlegt werden, sondern

möglichst auf ca. 5 cm dicken Mörtelbändern aus poröserem Grobkorn-Dränmörtel mit ausgesparten schmalen Kanälen.

Wenn die Antrittsstufe nicht unter Gelände einbindet, so sollte sie wie die Antrittsstufe nach dem Podest mit einer zusätzlichen Schubverdübelung ausgestattet sein, wobei 2 bis 3 Dübel \varnothing 14 mm bis 16 mm aus Edelstahl auf die Stufenlänge verteilt und im Bereich der Mörtelbänder ausreichen.

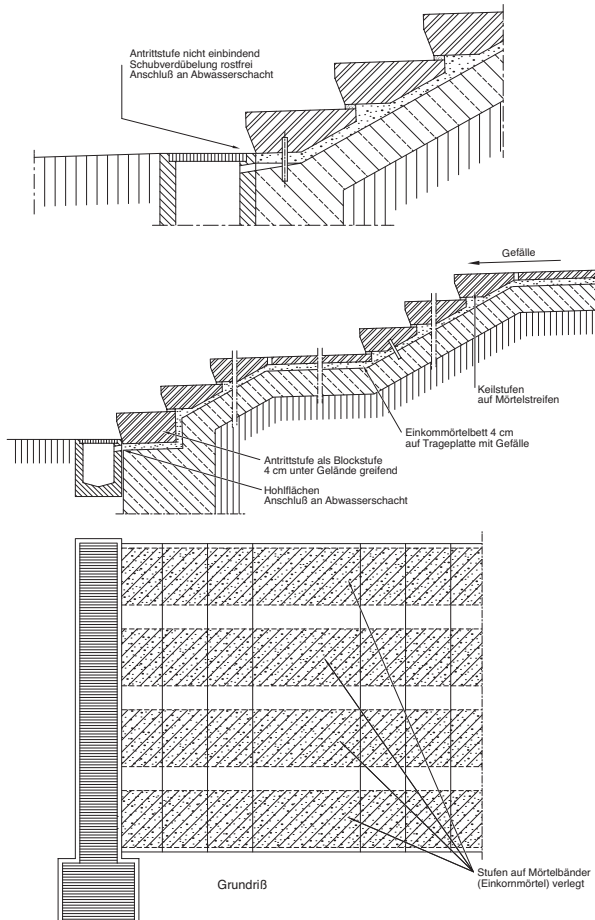


Bild 18: Keilstufen auf schräger Betontragplatte

5.4 Blockstufen auf freitragender Stahlbeton-Tragekonstruktion

Freitragende Stahlbetonkonstruktion, z.T. Verlängerungen der Geschoßdecke, sind von der Außenluft umflutet und den Witterungseinflüssen ausgesetzt. Sie weisen gegenüber den Natursteinbelägen unterschiedliche Ausdehnungen auf. Bei beschatteter Unterkonstruktion und besonderer Naturwerksteinbekleidung können infolge ungleicher Bewegungen der beiden Bauteile Verschiebungen auftreten.

Neben dem Oberflächengefälle des Belags zu den Stufen hin, sollte als zweite wasserführende Schicht, die Stahlbetonplatte mit Gefälle zum gemeinsamen Ablauf hin ausgerichtet sein. Ein Grobkorn-Dränmörtelbett (siehe 4.2 und 6.4) sorgt für den Ablauf der eingedrungenen Feuchtigkeit.

Ist der Stahlbetontreppenlauf nicht wasserundurchlässig, ist eine Verbundabdichtung empfehlenswert. Maßnahmen für einen evtl. erforderlichen Chlorid-

schutz (Tausalz) der tragenden Konstruktion sind vom Planer vorzugeben.

Die Lagerfugen der Stufen sind mit dichten und evtl. hydrophobierten Trassmörteln oder elastischen Dichtstoffen zu schließen.

Im Mörtelbett der Stufenaufgabe könnten ebenfalls schmale Abflussstreifen freigehalten und ein Anschluss an einem Abwasserschacht hergestellt werden.

Bei sichtbaren Treppenwangen sollte der seitliche Wasseraustritt aus dem Bettungsmörtel durch eine wasserundurchlässige Aufkantung verhindert werden.

Podestbeläge sind von aufgehenden Wänden und Antrittsstufen mittels bis auf den Verlegegrund durchgehenden Dehnfugen zu trennen.

6 Treppenbekleidungen

Das Steigungsverhältnis wird von der Unterkonstruktion bestimmt. Ein Ausgleich unregelmäßiger Steigungen ist nur begrenzt möglich. Naturwerksteine können nur auf einem geeigneten Untergrund verlegt werden. Gegebenenfalls ist eine Untergrundvorbereitung erforderlich.

6.1 Plattendicken

Die Trittplattendicke sollte mind. 30 mm dick sein. Je nach Steigungsverhältnis und Unterscheidung ist sie ca. 40 mm bis 60 mm breiter als die Auftrittsweite.

Die Stoßtritte sollten mind. 20 mm dick sein.

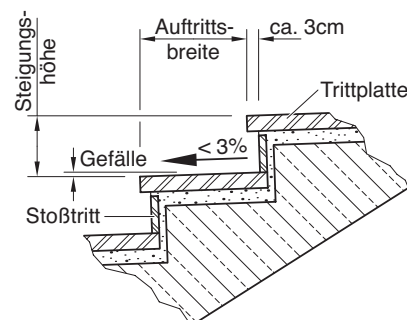


Bild 19: Systemskizze einer Treppenbekleidung

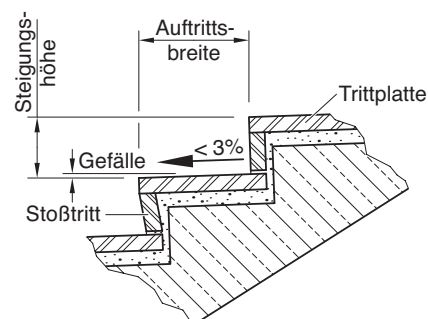


Bild 20: Treppenbekleidung mit Stoßtrittvarianten

Diese Stoßtrittvarianten sind bei barrierefreie Treppen entsprechend DIN 18040 erforderlich.

6.2 Verlegen von Stufenbekleidungen

Platten und Werkstücke sind gemäß DIN 18332 - Naturwerksteinarbeiten - senkrecht, fluchtrecht und waagrecht oder mit einem Gefälle (siehe 4.1) unter

Berücksichtigung des angegebenen Höhenbezugspunkt zu versetzen oder zu verlegen.

Abs. 3.3 der DIN 18332 regelt die Ausbildung von Fugen, Abs. 3.4 die Ausbildung von Bewegungsfugen.

Setzstufen können am tragenden Untergrund mit nichtrostenden Stählen verankert oder durch Dorne und Klammern mit den Trittstufen verbunden werden, um die Lagesicherheit zu gewährleisten.

Die Wasserableitung im wasserdurchlässigen Mörtelbett kann durch das Anlegen von Entwässerungskanälen oder Dränungen verbessert werden.

Bei sichtbaren Treppenwangen sollte der seitliche Wasseraustritt aus dem Bettungsmörtel durch eine wasserundurchlässige Aufkantung verhindert werden.

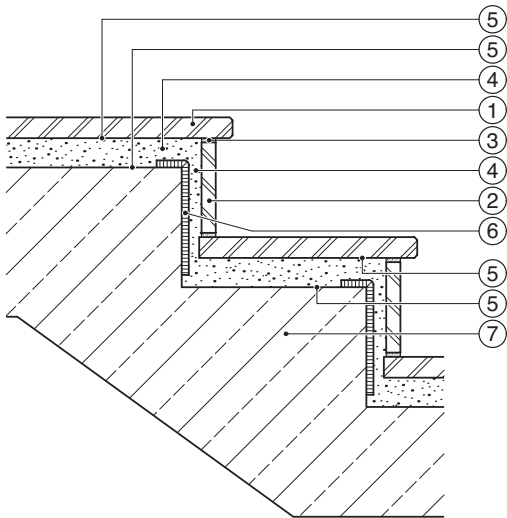


Bild 21: Treppenbeläge im wasserdurchlässigen Mörtelbett

- 1: Trittplatte d ca. 30 mm
- 2: Stoßtrittplatte d ca. 20 mm
- 3: Fugenmörtel
- 4: Dränmörtel
- 5: Haftbrücke
- 6: Evtl. Dränmatte
- 7: Stahlbeton (vorzugsweise WU-Beton)

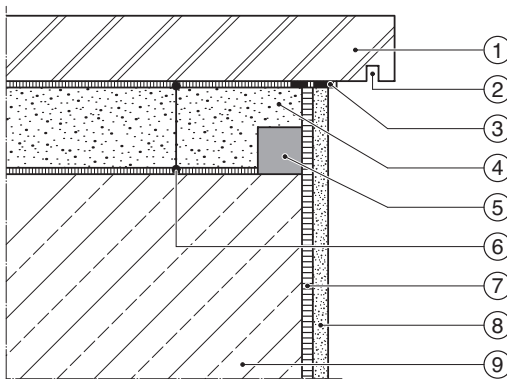


Bild 22: Detailschnitt der seitlichen Treppenbegrenzung

6.3 Gefälle

Stufenbeläge können nicht wasserundurchlässig hergestellt werden, sodass unter die Beläge eindringendes Wasser abzuleiten ist.

Neben einem Oberflächengefälle zur Vermeidung von Gegengefälle (Abs. 4.1) ist ein Gefälle zur Vermeidung von Gegengefälle der wasserführenden Schichten im Untergrund und zur Beschleunigung der Wasserableitung sinnvoll. Allerdings verbleibt Wasser auch bei Gefälle aufgrund von Adhäsionen im Belagsaufbau. Dies gilt insbesondere bei Verlegearten im Mörtelbett.

Bei ausreichenden Dränräumen sickert Wasser auch bei geringer Neigung aufgrund hydraulischen Gefälles über die jeweils nur kurzen Fließstrecken eines Auftritts. Gegengefälle des Verlegeuntergrundes soll vermieden werden, wozu ein Gefälle von ca. 2 % auf den wasserführenden Auftritten des Verlegeuntergrundes vorgesehen werden sollte.

6.4 Verlegemörtel

Als Bindemittel für den Verlegemörtel hat sich Trasszement bewährt. Der Trassanteil im Zement sollte über 40 % liegen. Bei Bedarf kann Trassmehl zugesetzt werden, Luftkalkzusätze sind zu vermeiden. Der Verlegemörtel sollte wasserdurchlässig (Grobkorn-Dränmörtel) sein und große Poren aufweisen. Die Wasserdurchlässigkeit (Prüfverfahren siehe Anlage 2) sollte mind. 3×10^{-3} m/s betragen. Dadurch wird die kapillare Wasseraufnahme reduziert, der Wasserabfluss erleichtert und die Frost- und Tausalzbeständigkeit erhöht.

6.4.1 Zementmörtel mit dichtem Gefüge

Die Mörtelbettdicke für Bodenbeläge im Außenbereich beträgt bei einer Dickbettverlegung mit dichtem Mörtelgefüge zwischen 10 mm und 30 mm. Der übliche Verlegemörtel entsprechend DIN 18332 ist nicht als Lastverteilungsschicht geeignet und benötigt immer einen tragfähigen, trockenen Untergrund mit ausreichendem Gefälle.

Bei dichten, glatten Natursteinunterseiten sollte der Haftverbund durch eine Kontaktschicht verbessert werden.

- 1: Trittplatte d ca. 30 mm
- 2: Evtl. Wassernut
- 3: Trennfolie
- 4: Dränmörtel
- 5: Wasserundurchlässige Aufkantung
- 6: Haftbrücke
- 7: Putzträger
- 8: Außenputz
- 9: Stahlbeton (vorzugsweise WU-Beton)

Zementäre Mörtel mit dichtem Gefüge neigen bei Nässe zu Ausblühungen und erhöhen die Gefahr von Verfärbungen im Naturstein. Aufgrund der kapillaren Wasseraufnahme solcher Verlegemörtel sind beständige Feuchtflecken und Kalkablagerungen auf den Belagsoberflächen unvermeidbar. Bei hoher Wassersättigung können Frostschäden im Verlegemörtel auftreten.

Die Verlegung von Naturwerksteinbelägen in Zementmörtel mit dichtem Gefüge ist deshalb nur eingeschränkt empfehlenswert.

6.4.2 Zementmörtel mit haufwerkporigem Gefüge

Beläge im Außenbereich sind üblicherweise nicht wasserdicht. Um in den Untergrund eindringendes Wasser schnell abzuleiten, ist die Verwendung eines dränfähigen Mörtels (Grobkornmörtel) empfehlenswert.

Für wasserdurchlässige Mörtel ein Mischungsverhältnis Zement zu Sand von etwa 1 : 6 Raumteilen zu empfehlen. Als Zuschlag ist beispielsweise Kies der Körnung 2/4 bis 4/8 oder Splitt 2/5 bis 4/11 ohne Feinanteile unter 2 mm zu verwenden. Der Zementleim darf die Poren nicht verschließen. Vor der Verlegung ist eine Eignungsprüfung des Mörtels empfehlenswert.

Die Mörtelbettdicke sollte bei der Verwendung von Mörteln mit haufwerkporigen Gefüge mind. 50 mm betragen. Aufgrund des geringen Wasseranspruchs und der geringeren Schwindverformung dieser Mörtel ist dies ohne Probleme möglich. Zur Sicherstellung des Haftverbundes ist eine geeignete Kontaktschicht zwischen Naturwerkstein und Verlegemörtel vorzusehen. Bei der Verbundverlegung auf Betonuntergründen ist ebenfalls eine Haftschlämme aufzubringen.

Bei Werkmörteln ist deren Eignung zur Verlegung von Naturstein im Außenbereich und die Wasserdurchlässigkeit (Prüfverfahren siehe Anlage 2) von mind. 5 x 10⁻⁴ m/s vom Hersteller nachzuweisen.

6.4.3 Hydraulisch erhärtende Dünnbettmörtel

Außenbeläge bis ca. 60 cm Kantenlänge, insbesondere Fliesen aus Naturstein nach DIN EN 12057, können auch im kombinierten Floating-Buttering-Verfahren nach DIN 18157 mit Dünnbettmörtel (Güteklasse C2 und S2 nach DIN EN 12004) oder Fließbettmörtel auf einer Lastverteilungsschicht verlegt werden. Hierbei sind die Verarbeitungshinweise des Herstellers zu beachten. Schnell abbindende zweikomponentige Verlegesysteme sind zu bevorzugen, da diese eine frühere Belastung der Flächen sicherstellen. Kunststoff vergütete Mörtelsysteme haben den Vorteil, dass diese bei entsprechender Vergütung einen dauerhaften Haftverbund auch zu sehr dichten Naturwerksteinmaterialien, wie Quarzite, Schiefer usw. sicherstellen.

Bei dünnen Mörtelbettschichten sind erhöhte Anforderungen an die Ebenheit der Verlegeuntergründe und die Maßtoleranzen der Natursteindicke (Kalibrierung) zu stellen. Eine ebene und möglichst hohlraumarme Verlegung ist nur bei kleinen Plattenformaten, nicht jedoch bei einteiligen Stufenbelägen möglich.

Dünnbettmörtel werden üblicherweise in Kombinati-

on mit einer Verbundabdichtung entsprechend dem Merkblatt „Hinweise für die Ausführung von flüssig zu verarbeitenden Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten für den Innen- und Außenbereich“ verwendet.

Eine direkte Verlegung auf Estrich ohne Abdichtung ist nicht zu empfehlen. Sofern direkt auf einer Lastverteilungsschicht ohne Verbundabdichtung verlegt werden soll, ist unterhalb der dränfähigen Lastverteilungsschicht eine geeignete Dränmatte anzuordnen.

Aufgrund unvermeidbarer Hohlstellen bei der Verlegung ist diese Verlegemethode bei dichten Naturwerksteinen mit feinen Kapillarporen problematisch, da sich Feuchtigkeit im Verlegeuntergrund aufstauen und dies zu Feuchtflecken und Frostablösungen führen kann.

Die Verlegung von Naturwerksteinbelägen im Dünnbettmörtel ist deshalb nur eingeschränkt empfehlenswert.

6.5 Wandanschlüsse

Die Stufenbekleidung darf nicht eingespannt sein. Anschlussfugen sind in ca. 10 mm Breite auszuführen und mit elastischen Dichtstoffen oder Profilen zu schließen.

Das Eindringen von Niederschlag in die Anschlussfugen kann nicht verhindert werden, sollte durch dichte Fugenfüllungen jedoch möglichst vermindert werden.

Als Spritzwasserschutz sollten Wandsockel aus dichten Naturwerksteinen oder anderen Stoffen aus gegenüber Spritzwasser unempfindlichen Stoffen an angrenzenden Bauteilen im Freien mit einer Mindesthöhe von 150 mm ausgeführt werden. Die Wandsockel können auf die Stufenbekleidung abgetrept aufgesattelt werden.

6.6 Ausbildung an der Treppenwange

Die Stufenbekleidung steht üblicherweise an der Treppenwange mindestens 3 bis 5 cm über, wenn die Wange nicht verputzt ist. Wird die Wange (nach dem Verlegen der Stufenbeläge) verputzt, ist der Überstand entsprechend (um die Putzdicke) zu vergrößern. Tritt- und Setzstufe können nach Vorgabe der Planung unterschiedliche Überstände aufweisen.

Falls unterseitige eingefräste Wasserabtropfrillen (Breite \geq 6 mm) als besondere Leistung vorgesehen sind, muss ein Abstand der Rille von mindestens 30 mm von der fertigen Wangenoberfläche vorhanden sein, damit sie wirksam werden. Dennoch lässt sich nicht sicher vermeiden, dass von den Rückseiten der höher anschließenden Stufen Wasser auch hinter die Tropfrillen gelangen kann.

Bei sichtbaren Treppenwangen sollte der Ablauf von Wasser seitlich an den Stufen durch den Einbau einer Aufkantung vermieden werden. Bei Putz- oder Spachtelschichten auf Treppenwangen kann der oberseitige Schutz der Putzschicht gegen von oben abtropfendes Wasser erforderlich sein.

6.7 Geländeranordnung

Geländer sind vorzugsweise seitlich in der Treppenwange zu verankern.

Geländereinbände müssen die Holmkräfte in die Unterkonstruktion (Rohbau) sicher einleiten. Die Holmkräfte und die Verankerung sind statisch nachzuweisen.

Das Durchbohren von Natursteinplatten zur Verankerung von Geländestäben sollte möglichst vermieden werden. Falls erforderlich, sind Geländerbohrungen vor Ort mit Diamanthohlbohrgeräten auszuführen. Zwischen Bohrloch und Geländestab muss eine Bewegungsfuge angeordnet sein, die zwängungsfrei verschlossen wird.

6.8 Beheizte Außenstufen

Durch die Verwendung von Heizsystemen bei Außenstufen kann der Einsatz von schädlichen Tausalzen und harten Streumitteln vermieden und somit die Beanspruchung der Natursteine sowie Verlege- und Fugenmörtel reduziert werden. Naturstein eignet sich aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeit besonders gut für beheizte Treppenbeläge. Heizsysteme sollten möglichst oberflächennah eingebaut werden.

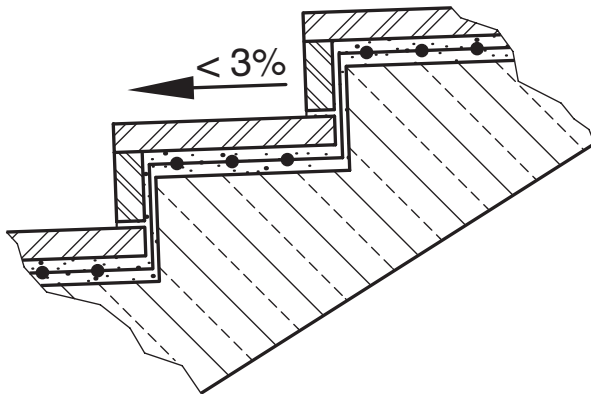


Bild 23: Systemskizze einer beheizten Trittstufe

7. Ausschreibungen

Im Leistungsverzeichnis sind Abrechnungseinheiten wie folgt vorzunehmen:

- **Längenmaß (m)**, getrennt nach Bauart und Maßen: Für Stufen und Schwellen, Sockelleisten, schräg und abgetrennt, Anschlag-, Trenn- und Eckschutzschienen, Verankerungsschienen, Eck- und Randplatten, Schräg- und Gehrungsschnitte, nicht winklige Schnitte, Eckausbildungen mit zweiseitigen Gehrungsschnitten, Eckausbildungen mit zweiseitiger Gefälleneigung, Gleitschutzkanten- oder Profile, Abdeckplatten, sichtbare Stirnflächen, Wassernasen, gewendelte Stufen, bearbeitete Köpfe und Verkröpfungen
- **Anzahl (Stück)**, getrennt nach Bauart und Maßen: Für Stufen, Schwellen, abgetreppte und schräge Sockelleisten, bearbeitete Köpfe und Verkröpfungen, Bohrungen und Ausklinkungen, einzelne Werkstücke, Abdeckungen. Einbauen von Anschlag-Trennschienen, Mattenrahmen, Winkelrahmen, Roste und Tragkonstruktionen für andere Einbauteile, Anarbeiten an andere Einbauteile.

Bei Abrechnung nach **Längenmaß (m)** wird die größte Werkstücklänge (Länge des kleinstumschriebenen Rechtecks) gerechnet.

Die Abrechnungseinheit **Flächenmaß (m²)** ist für Treppen nicht geeignet und sollte nur für Podestflächen angewendet werden.

Die vorgesehene Bearbeitungsart aller Stufenflächen (Auftritt, Vorderansicht, seitliche Köpfe, Untersichten) ist genau zu beschreiben und im Leistungsverzeichnis mit eigenen Positionsnummern und der entsprechenden Abrechnungseinheit vorzusehen.

7.1 Ausschreibung nach dem Standardleistungsbuch 014

Im Leistungsbereich 014 - Naturwerksteinarbeiten, Betonwerksteinarbeiten - wird ein Weg zur Lösung der Ausschreibung und Abrechnung dargestellt. Die Standardbeschreibung ermöglicht die Aufstellung eines einfachen Leistungsverzeichnisses und ist für die automatisierte Datenverarbeitung geeignet. Eine vollständige und technisch einwandfreie Beschreibung von Bauleistungen ist ohne besondere Ergänzungen (ausführliche Beschreibungen, Zeichnungen, etc.) jedoch nicht möglich.

7.2 Muster-Ausschreibungstexte

Beispiel 1: Blockstufen auf abgetreppten Betonfundamenten

Pos. 1: Außentreppenstufen als Blockstufen, Steigungsverhältnis 30 x 16 cm auf vorhandenem abgetreppten Betonfundament aufliegend, im Dränmörtel aus Trasszement mit einer Haftschlämme im Gefälle nach Zeichnung verlegen und mit Mörtel in 10 mm Breite verfugen, Blockstufe 34 x 15 cm im Querschnitt, Einzellänge 125 cm, Material: Mainsandstein, Tritt- und Stoßfläche geschliffen C 60,

a)	.... Stück	x	..... EURO/Stück	Summe: .....EURO
b)	.... m	x	..... m	Summe: .....EURO

Pos. 2: Zulage zu Pos. 1 für die Bearbeitung der seitlichen Köpfe. Stufenköpfe geschliffen C 60.

.... Stück	x EURO/Stück	Summe: .....EURO
------------	---	------------------	------------------

Pos. 3: Zulage zu Pos. 1 für die Bearbeitung von Untersichten (Umköpfe). Sichtfläche gefräst.

.... m	x EURO/m	Summe: .....EURO
--------	---	--------------	------------------

Pos. 4: Antrittstufen als Blockstufen, sonst wie Pos. 1, jedoch a/b = 34 x 19 cm im Querschnitt und untere Seite abbossiert.

a)	.... Stück	x	..... EURO/Stück	Summe: .....EURO
b)	.... m	x	..... m	Summe: .....EURO

Pos. 5: Austrittstufen als Blockstufen, sonst Pos. 1, jedoch 30 x 15 cm im Querschnitt und Anschlussfuge von 6 cm Rückkante

a)	.... Stück	x	..... EURO/Stück	Summe: .....EURO
b)	.... m	x	..... m	Summe: .....EURO

Pos. 6: Zulage zu Pos. 1 für das Ausfräsen von einer Nut zur Aufnahme von Kontraststreifen und das Einkleben eines farblich abgesetzten Naturstreifens aus in den Trittflächen

a)	.... Stück	x	..... EURO/Stück	Summe: .....EURO
b)	.... m	x	..... m	Summe: .....EURO

Pos.7: Zulage zu Pos. 6 für das Ausfräsen von einer Nut zur Aufnahme von Kontraststreifen und das Einkleben eines farblich abgesetzten Naturstreifens aus in den Stellflächen

a)	.... Stück	x	..... EURO/Stück	Summe: .....EURO
b)	.... m	x	..... m	Summe: .....EURO

Pos. 8: Podestplatten aus Mainsandstein. Format 50 x 50 cm, 5 cm dick, liefern und im Gefälle von 3 % auf 5 cm dicken Dränmörtel aus Trasszement mit einer Haftschlämme verlegen und bei ca. 5 mm breiten Fugen mit Trasszementmörtel verfugen.

Beispiel 2: Blockstufentreppe nach Zeichnung

Pos. 1: Außentreppenstufen als Blockstufen aus Muschelkalk-Kernstein nach Zeichnung. Bearbeitung der Trittplächen mittelgestockt, Ansichtsflächen: scharriert, Hieb 3-4 mm. Steigungsverhältnis 32 x 15 cm, auf vorhandenem und abgetreppten Betonfundament im Dränmörtel aus Trasszement mit einer Haftschlämme im Gefälle verlegen und 8 mm breit mit Trassmörtel verfugen.

Normalstufen, 165 cm lang, Querschnitt 36 x 14 cm, beide Köpfe sichtbar.

a) 11 Stück	.....EURO/Stück	Summe:	EURO
b) 18,15 m	.....EURO/m	Summe:	EURO

Pos. 2: Zulage zu Pos. 1 für die Bearbeitung der seitlichen Köpfe. Stufenköpfe scharriert.

.... Stück	x EURO/Stück	Summe:	EURO
------------	---	------------------	--------------	------

Pos. 3: Zulage zu Pos. 1 für die Bearbeitung von Untersichten (Umköpfe). Sichtfläche scharriert.

.... m	x EURO/m	Summe:	EURO
--------	---	--------------	--------------	------

Pos. 4: Antrittstufen, 165 cm lang, Querschnitt 36 x 19 cm beide Köpfe sichtbar und Unterseite auf Maß abbossiert

a) 2 Stück	.....EURO/Stück	Summe:	EURO
b) 3,30m	.....EURO/m	Summe:	EURO

Pos. 5: Austrittstufen, 165 cm lang, Querschnitt 32 x 14 cm, beide Köpfe sichtbar, hintere Kante als Anschlusskante gefräst.

a) 2 Stück	.....EURO/Stück	Summe:	EURO
b) 3,30 m	.....EURO/m	Summe:	EURO

Pos. 6: Podestplatten zwischen den Stufen, Format 70 x 50 cm, 5 cm dick aus Muschelkalk, Sichtflächen gestockt, im ca. 5 cm dicken Dränmörtel aus Trasszement mit einer Haftschlämme verlegen und 5 mm breit mit Trassmörtel verfugen, einschließlich Aussparung lt. Zeichnung

2,22 m ²EURO/m ²	Summe:	EURO
---------------------	--------------------------	--------------	------

Pos. 7: Stufenteile zwischen Kinderwagenschrägen, sonst wie Pos. 1, 45 cm lang, 36/14 cm im Querschnitt, beide Köpfe sichtbar.

a) 11 Stück	.....EURO/Stück	Summe:	EURO
b) 4,95 m	.....EURO/m	Summe:	EURO

Pos. 8: Stufenteile wie Pos. 5, jedoch als Antrittstufen 36/19 cm im Querschnitt.

a) 2 Stück	.....EURO/Stück	Summe:	EURO
b) 0,90 m	.....EURO/m	Summe:	EURO

Pos. 9: Stufenteile wie Pos. 5, jedoch als Austrittstufen 32/14 cm im Querschnitt.

a) 2 Stück	.....EURO/Stück	Summe:	EURO
b) 0,90 m	.....EURO/m	Summe:	EURO

Pos. 6: Podestplatten, Plattenformat 85 x 55 cm, Material und Oberflächenbearbeitung wie Pos. 1, Kanten gefräst, im Gefälle im Dränmörtel aus Trasszement mit einer Haftschlämme verlegen und Trasszementmörtel verfugen.

1,40 m²EURO/m² Summe:EURO

Pos. 7: Zulage für die Schubverdübelung aus nichtrostendem Stahl 14-16 mm laut Zeichnung einbauen.

3 Stück EURO/Stück Summe:EURO

Beispiel 4: Plattenbelag auf Betontreppe

Pos. 1: Stufenbelag aus Granit, Steigungsverhältnis 16/30 cm, Unterschneidung 3 cm, Trittplatten 120 x 35 x 4 cm, Trittfläche geflammt, auf vorhandenem Gefälle im Dränmörtel aus Trasszement mit einer Haftschlämme verlegen und mit Trasszementmörtel verfugen.

a) Stück x EURO/Stück Summe:EURO

b) m x m Summe:EURO

Pos. 2: Zulage zu Pos. 1 für die Bearbeitung der sichtbaren Stirnfläche, Oberfläche geschliffen C120, obere und untere Kante gefast ca. 2 x 2 mm.

a) Stück x EURO/Stück Summe:EURO

b) m x m Summe:EURO

Pos. 3: Zulage zu Pos. 1 für die Bearbeitung der seitlichen Köpfe. Stufenköpfe geschliffen C 120.

.... Stück x EURO/Stück Summe:EURO

Pos. 4: Zulage zu Pos. 1 für die Bearbeitung von Untersichten (Umköpfe).

Sichtfläche der Unterschneidung geschliffen C 120.

a) Stück x EURO/Stück Summe:EURO

b) m x m Summe:EURO

Pos. 5: Zulage zu Pos. 1 für seitlich eingefräste Wasserabtropfkanten nach Zeichnung

.... Stück x EURO/Stück Summe:EURO

Pos. 6: wie Pos. 1, jedoch Stellplatten 120 x 10,5 x 3 cm, Stoßfläche geflammt.

a) Stück x EURO/Stück Summe:EURO

b) m x m Summe:EURO

Pos. 7: Zulage zu Pos. 6 für die Bearbeitung der seitlichen Köpfe. Stellköpfe geschliffen C 120.

.... Stück x EURO/Stück Summe:EURO

Pos. 8: Zulage zu Pos. 1 für das Ausfräsen von einer Nut zur Aufnahme von Kontraststreifen und das Einkleben eines farblich abgesetzten Natursteinstreifens aus in den Trittplatten

a) Stück x EURO/Stück Summe:EURO
b) m x m Summe:EURO

Pos. 9: Zulage zu Pos. 6 für das Ausfräsen von einer Nut zur Aufnahme von Kontraststreifen und das Einkleben eines farblich abgesetzten Natursteinstreifens aus in den Stellplatten

a) Stück x EURO/Stück Summe:EURO
b) m x m Summe:EURO

8. Hinweise auf Normen und Richtlinien

DIN EN 197-1	Zement – Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien für Normalzement;
DIN EN 197-2	Zement – Konformitätsbewertung;
DIN EN 206	Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
DIN EN 1341	Platten aus Naturstein für Außenbereiche - Anforderungen und Prüfverfahren;
DIN EN 1925	Prüfverfahren von Naturstein - Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten infolge Kapillarwirkung;
DIN EN 1936	Prüfung von Naturstein - Bestimmung der Reindichte, der Rohdichte, der offenen Porosität und der Gesamtporosität;
DIN EN 12004	Mörtel und Klebstoffe für Fliesen und Platten
DIN EN 12057	Naturstein - Fliesen - Anforderungen
DIN EN 12058	Naturstein - Bodenplatten und Stufenbeläge - Anforderungen
DIN EN 12059	Naturstein – Steine für Massivarbeiten
DIN EN 12371	Prüfung von Naturstein - Bestimmung des Frostwiderstandes;
DIN EN 12372	Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung der Biegefestigkeit unter Mittellinienlast;
DIN EN 12407	Prüfverfahren von Naturstein - Petrographische Prüfung;
DIN EN 12440	Naturstein - Kriterien für die Bezeichnung;
DIN EN 12670	Terminologie von Naturstein;
DIN EN 13161	Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung der Biegefestigkeit (unter konstantem Moment);
DIN EN 13755	Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung der Wasseraufnahme bei atmosphärischem Druck;
DIN EN 14157	Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiß;
DIN EN 14231	Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung des Gleitwiderstandes mit Hilfe des Pendelprüfgerätes
DIN 18299	Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art
DIN 18332	Naturwerksteinarbeiten
DIN 18318	Verkehrswegebauarbeiten; Pflasterdecken, Plattenbeläge, Einfassungen
DIN 1164	Zement mit besonderen Eigenschaften;
DIN 52008	Prüfverfahren für Naturstein; Beurteilung der Verwitterungsbeständigkeit

Bautechnische Informationen des DNV

BTI 1.6	Mörtel für Außenarbeiten
BTI 1.7	Bauchemische und bauphysikalische Einflüsse
BTI 3.2	Reinigung und Pflege
BTI 4.1	Wissenswertes über Naturstein

Anlage 1:

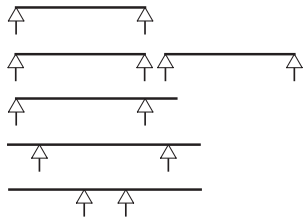
Anleitung zum statischen Nachweis freitragender Blockstufen

0 Einleitung Sicherheit

Werden Stufen aus Naturwerkstein auf Biegung beansprucht, müssen sie statisch nachgewiesen werden. Sie sind mit einer **5fachen** Sicherheit zu bemessen. Statisch unbestimmte Systeme sind zu vermeiden.

1 Systeme

1.1 Freiliegende Stufen

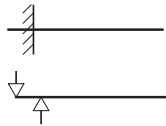


liegen auf zwei Unterstützungen (Lager) und bilden Einfeldträger

Einfeldträger mit Kragarm, oder

Einfeldträger mit 2 Kragarmen.

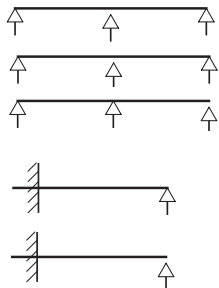
1.2 Freitragende oder auskragende Stufen



sind Kragträger, wenn sie einseitig im Mauerwerk oder Beton eingespannt sind.

Im Verankerungsgrund kann man sich ebenfalls 2 Lager vorstellen.

1.3 Unbestimmtes statisches System (vermeiden)



Zwei- oder Mehrfeldträger

Wenn ein Lager nachgibt, stellt sich ein statisch bestimmtes System ein: ein Einfeldträger oder ein Einfeldträger mit Kragarm

Ein einseitig eingespannter Träger wird ein Kragträger, wenn das äußere Lager nachgibt.

2 Geltungsbereich

Der Nachweis gilt nur für Stufen mit zwei Unterstützungen oder für einseitig eingespannte Stufen, bei satt untermörtelten Stufen nur für den Kragträger.

Der Nachweis gilt nicht für statisch unbestimmt gelagerte Stufen, den Untergrund, die Verankerung gegen Abheben, für Treppen in Fabriken und Warenhäusern (wegen besonders großen Einzellasten), und für die Lasteinleitung des Geländers in den Naturwerkstein.

3 Baustoffe

Naturwerkstein

mit einem amtlichen Prüfzeugnis, nicht älter als 3 Jahre, mit Angabe der Biegezugfestigkeit.

Untergrund:

Beton(fundament)

Stahlbeton (-balken oder -fundament)

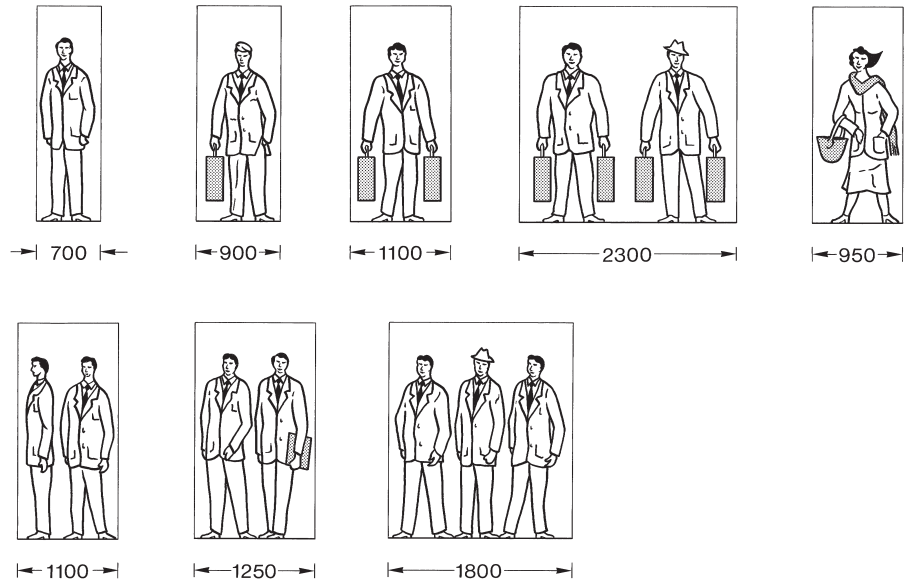
Mauerwerk (z.B. Treppenhauswand)

Stahl

Verankerung (gegen Verschieben oder Abheben): Nichtrostender Stahl W. Nr. 1.4571

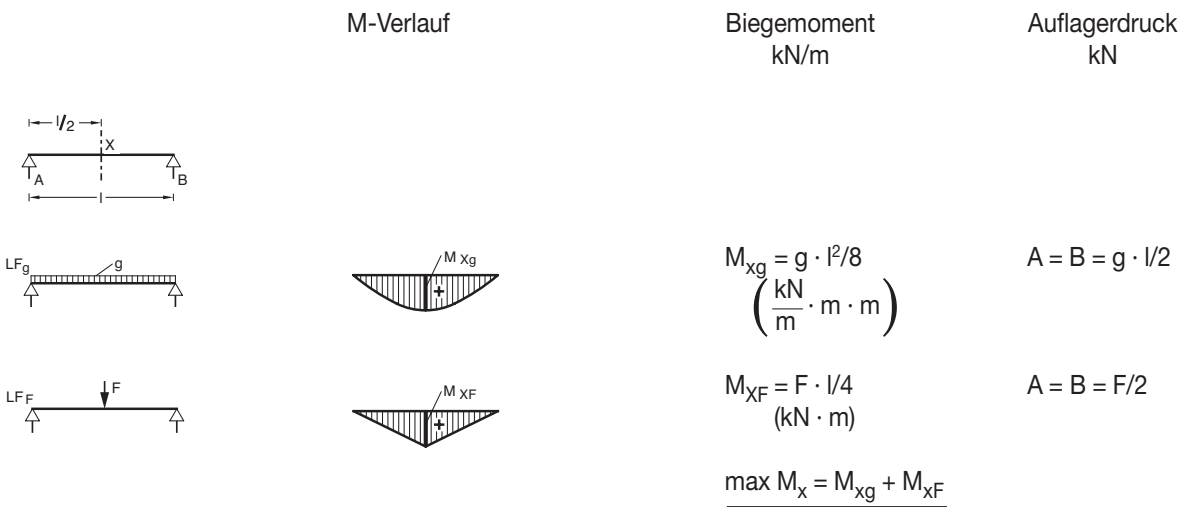
Mörtel: Zement-Mörtel MöGr III

6 Platzbedarf auf Treppen (nach Neufert)

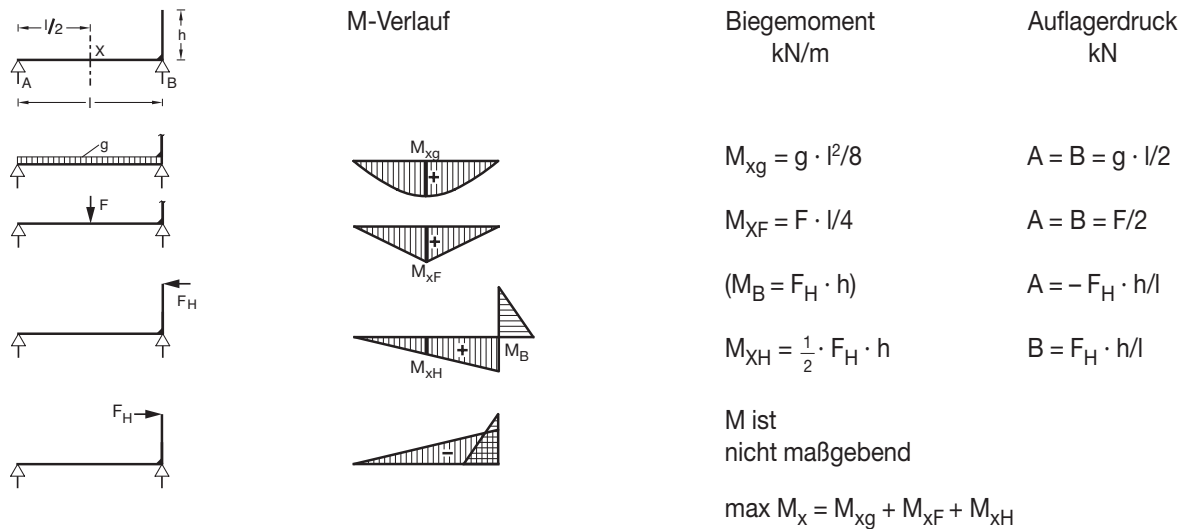


7 Belastungssysteme

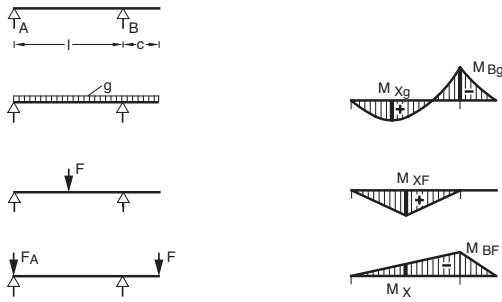
7.1 Einfeldträger



7.2 Einfeldträger mit Geländer



7.3 Einfeldträger mit Kragarm



$$\max M_x = M_{xg} + M_{xF}$$

oder

$$\max M_B = M_{Bg} + M_{BF}$$

das größere Biegemoment ist maßgebend.

Nachweis der Abhebesicherheit
Sicherheit ist vorhanden, wenn

$$1,1 M_{ki} \leq 0,9 M_{St}$$

$$M_{ki} = M_{BF}; M_{St} = g \cdot (l + c) \cdot \frac{[(l + c) - c]}{2}$$

Abhebegefahr besteht, wenn

$$1,1 M_{ki} > 0,9 M_{St}$$

Zu verankernde Abhebelast F_A

$$F_A = (l \cdot 1,1 M_{ki} - l \cdot 0,9 M_{St}) / l$$

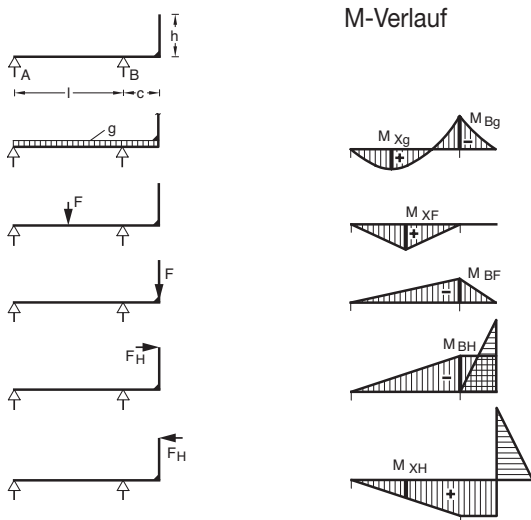
$$M_{xg} = g \cdot (l^2 - c^2)^2 / (8 \cdot l^2)$$

$$M_{Bg} = -0,5 \cdot g \cdot c^2$$

$$M_{xF} = 0,25 \cdot F \cdot l$$

$$M_{BF} = F \cdot c$$

7.4 Einfeldträger mit Kragarm und Geländer



M-Verlauf

$$\max M_x = M_{xg} + M_{xF} + M_{xH}$$

oder

$$\max M_B = M_{Bg} + M_{BF} + M_{BH}$$

das größere Biegemoment ist für die Bemessung maßgebend.

Der Nachweis der Abhebesicherheit vom Lager A ist erforderlich.

$$M_{BH} = F_H \cdot h$$

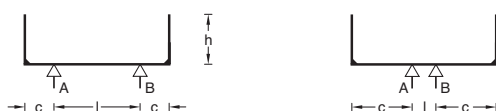
$$M_{xH} = 0,5 \cdot F_H \cdot h$$

Weitere Beispiele

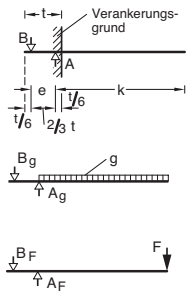
7.5 Einfeldträger mit 2 Kragarmen



7.6 Einfeldträger mit 2 Kragarmen und Geländer



7.7 Kragträger



M-Verlauf



Biegemoment
kNm

$$M_{Hg} = g \cdot k^2 / 2$$

$$M_{AF} = F \cdot k$$

$$\max M_A = M_{Ag} + M_{AF}$$

Auflagerdruck
KN

$$A_g = g \cdot k \cdot (0,5 k + e) / e$$

$$B_g = g \cdot k - A$$

$$A_F = F \cdot (k + e) / e$$

$$B_F = F \cdot k / e$$

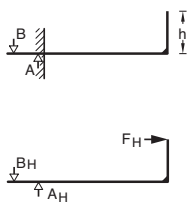
$$= F - A_F$$

Kantendruck:
 $\max A = A_g + A_F$

Abhebelast:
 $\max B = B_g + B_F$

Bemerkung: Die Einspannung und die Lastweiterleitung im Verankerungsgrund sind nachzuweisen. Der Verankerungsgrund muß tragfähig, kipp-, abhebe- und verdrehsicher sein.

7.8 Kragträger mit Geländer



MAg siehe Kragträger
MAF siehe Kragträger

Ag }
Bg } siehe Kragträger
Af }
Bf }

$$M_{AH} = F_H \cdot h$$

$$A_H = B_H = M_{AH} / e$$

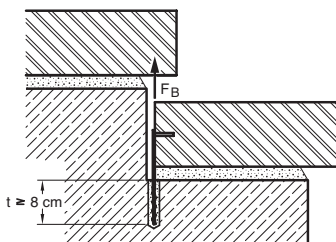
$$\max M_A = M_{Ag} + M_{AF} + M_{AH}$$

$$\max A = A_g + A_F + A_H$$

$$\max B = B_g + B_F + B_H$$

Bemerkung: siehe Kragträger

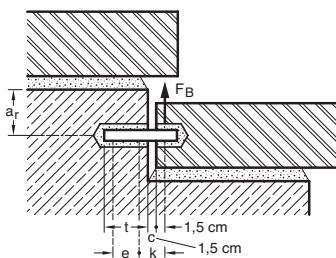
8 Verankerung einer Stufenplatte gegen Abheben



Verankerung aus nichtrostendem Stahl, W-Nr. 1.4571

- a) mit einem Halteanker;
zul $F_B \cong F_z$ nach DIN 18516 Teil 3

8.1



- b) mit einem Rundbolzen,
einseitig eingespannt; $t \geq 8 \text{ cm}$

Moment

Auflager

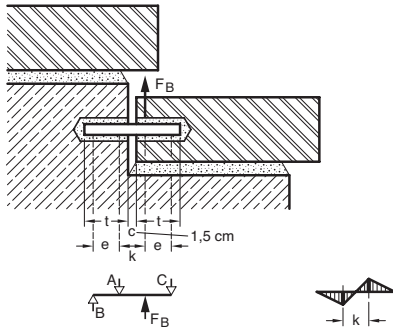
$$M_A = F_B \cdot k$$

$$A = F_B \cdot (e + k) / e$$

$$B = A - F_B$$

$$(k \cong 1,5 + c + \frac{t}{6})$$

8.2



c) mit einem Rundbolzen,
beidseitig eingespannt; $t \geq 8 \text{ cm}$

$$t_{li} = t_{re}$$

$$\left(k \approx c + 2 \cdot \frac{t}{6} \right)$$

$$M_A = F_B \cdot \frac{k}{2}$$

$$A = F_B$$

8.3

Bemessungsbeispiel:

Rundbolzen, nichtrostender Stahl W.-Nr. 1.4571
beidseitig eingespannt; $t = 90 \text{ mm}$, zul $\sigma = 160 \text{ N/mm}^2$

Belastung: $F_B = 2 \text{ kN} = 2000 \text{ N}$

Kraglänge: $k = c + 2 \cdot \frac{90}{6} = 15 + 30 = 45 \text{ mm}$

Biegemoment: $M_A = F_B \cdot k/2$
N mm
 $= 2000 \cdot 45/2 = 45\,000 \text{ N mm}$

erf. Widerstandsmoment

gew: $\varnothing 15 \text{ mm}$ $W_{erf} = M_A/160 = 45\,000/160 = 281 \text{ mm}^3$
 $W_{vorh} = 15^3 \cdot \pi/32 = 331 \text{ mm}^3 > 281 \text{ mm}^3$

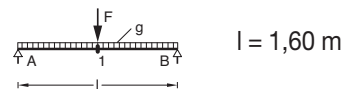
Beispiel

9 Bemessung einer freitragenden Stufenplatte

9.1 Baustoff:

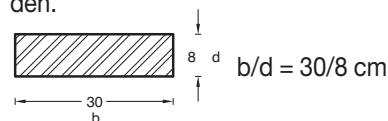
Naturwerkstein ...
zul $\sigma_{bz} = 3,2 \text{ N/mm}^2$ nach Prüfbericht Nr. ... , vom ... (Achtung: 5fache Sicherheit)
 $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$

9.2 System



9.3 Belastung

Der Querschnitt der Stufenplatte ist entweder vorgegeben oder er muß geschätzt werden.



g

Streckenlast (Eigengewicht)
 $g = b \cdot d \cdot \gamma = (\text{m} \cdot \text{m} \cdot \text{kN/m}^3)$
 $= 0,3 \cdot 0,08 \cdot 27 =$

0,65 kN/m

F

Einzellast; öffentl. Gebäude
 $F =$

2,0 kN

9.4 Schnittgrößen

LF_g	$A = B = g \cdot l/2 \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \text{m} \right)$ $= 0,65 \cdot 1,6/2 =$	0,52 kN
	$M_1 = g \cdot l^2/8 \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \text{m}^2 \right)$ $= 0,65 \cdot 1,6^2/8 =$	0,208 kN m
LF_F	$A = B = F/2 = 2,0/2 =$ $\text{max A (F über dem Lager)} =$ $M_1 = F \cdot l/4 = (\text{kN} \cdot \text{m})$ $= 2,0 \cdot 1,6/4 =$	1,0 kN 2,0 kN 0,80 kN m
LF_{g+F}	$\text{max A} = 0,52 + 2,0 =$ $\text{max } M_1 = 0,208 + 0,80 =$	2,52 kN 1,008 kN m

9.5 Bemessung

Das Widerstandsmoment W der (rechteckigen) Stufenplatte (m^3)

W (cm^3)	$W = b \cdot d^2/6 \quad (\text{cm} \cdot \text{cm}^2/6)$ $W = 30 \cdot 8^2/6 =$	320 cm^3
-----------------------	--	-------------------

Die Biegespannung ist in Pkt. 1 maßgebend

σ_{bz} (N/mm^2)	$\sigma_{bz} = \frac{1000 \cdot \text{max } M_1}{W} \left(\frac{1000 \cdot \text{kNm}}{\text{cm}^3} \right)$ $= \frac{1000 \cdot 1,008}{320} = \frac{3,15 \text{ N/mm}^2}{\text{zul } \sigma_{bz} = 3,2 \text{ N/mm}^2} < 3,2$
-----------------------------------	---

Anlage 2:

Prüfung der Wasserdurchlässigkeit

Prüfgerät und Prüfmittel:

- Metall- oder Kunststoffring (lichter Durchmesser etwa 290 mm, Höhe min. 30 mm);
- plastischer Dichtstoff , schnellbindender Zement oder ein anderes schnellbindendes Bindemittel
- kreisförmige Schablone (Außendurchmesser etwa 290 mm);
- Prüfflüssigkeit = Leitungswasser
- Stoppuhr.

Durchführung der Prüfung:

Die kreisförmige Schablone wird auf die Oberfläche der Tragschicht aufgelegt. Auf sie wird rundherum ein Dichtstoff in einer Breite von 10 mm aufgetragen. Nach dem Entfernen der Schablone wird der Metallring so in den Dichtstoff eingedrückt, dass eine einwandfreie Abdichtung erreicht wird. In den Metallring werden dann 2 l der Prüfflüssigkeit eingefüllt. Nach einer Wartezeit von ca. 60 sec wird nochmals 2 l der Prüfflüssigkeit eingefüllt bzw. bis zur Messmarke von 30 mm nachgefüllt und mit der Stoppuhr die Zeit gemessen, bis die gesamte Prüfflüssigkeit vertikal abgeflossen ist.

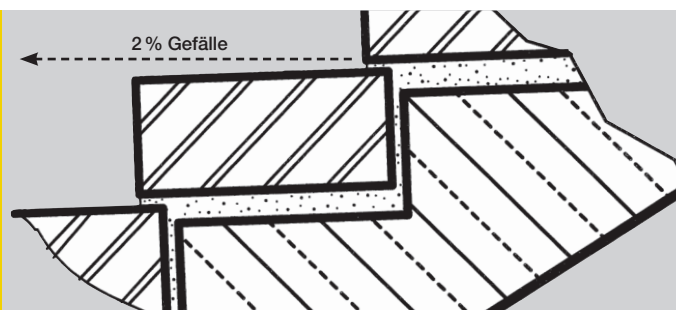
Auswertung:

Eine Prüfmenge von 2 l ergibt einen Wasserstand von ca. 30 mm bei einem Prüfungs-Durchmesser von 290 mm.

Ablaufzeit von	5 min	= 1×10^{-4} m/s
Ablaufzeit von	60 sec	= 5×10^{-4} m/s
Ablaufzeit von	30 sec	= 1×10^{-3} m/s

Hinweis:

Das Prüfverfahren ist vertraglich zu vereinbaren.



Herausgeber:
Deutscher Naturwerkstein-Verband e.V.
Sanderstraße 4
97070 Würzburg
www.natursteinverband.de

Copyright: Printed in Germany 2022
Druck: Kummor GmbH, Kitzingen

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung behält sich der Herausgeber vor.

Die vorliegende Bautechnische Information berücksichtigt die Ergebnisse wissenschaftlicher Erkenntnisse und langjähriger Erfahrungen aus der Praxis, die sich bei der Ausführung von Naturwerksteinarbeiten ergeben haben. Sie berücksichtigt ferner alle zur Zeit geltenden betreffenden Baunormen und dient vorwiegend als Information für die praktische Anwendung, jedoch nur unter Ausschluss jeglicher Haftung.