

Einleitung	1
Foundationen	2
Labile Bauweise	2
Starre Bauweise	2
Mauerwerk aus künstlichen Steinen	3
Beispiele für Gartenmauern aus künstlichen Steinen	4
Steinmaterialien	5
Mauerverbände	6
Mauerwerk aus natürlichen Steinen	9
Natursteinarten	9
Bearbeitungsarten von Natursteinen	11
Grundsätzliche Anforderungen an Mauerwerkverbände	12
Trockenmauerwerk	13
Mörtelmauerwerk	15
Verblendmauerwerk	17
Natursteinverkleidete Mauern	19
Ausblühungen	20
Betonmauern	21
Klassische Stützmauern	21
Winkelstützmauern	22
Diverses zum Mauerbau	24
Mauerabdeckungen	24
Anschluss an Mauersockel	24
Flügelmauern	25
Literatur	26

Einleitung

„Realization is Realization in Form, which means a nature. A school has a certain nature, and in making a school the consultation and approval of nature are absolutely necessary. In such a consultation you can discover the Order of water, the Order of wind, the Order of light, the Order of certain materials. If you think of brick and you are consulting the Orders, you consider the nature of brick. „You brick, what do you want brick?“, Brick says to you, „I like an arch.“ If you say to brick, „Arches are expensive, and I can use a concrete lintel over an opening. What do you think of that, brick?“, Brick says, „I like an arch.“

Louis Kahn - Between Silence and Light

Fundationen

Labile Bauweise

Mauern in labiler Bauweise benötigen kein starres Fundament, da sich das Bauwerk beim Setzen, bei Frost und Wiederauftauen anpassen kann (Trockenmauern und andere ohne Mörtel erstellte Mauern und Treppen). Laut FLL ist eine ausreichend dimensionierte, verdichtete und frostsichere Fundationsschicht die Grundlage für die Standsicherheit einer Mauer. Stark frost- und setzungsempfindliche Schichten müssen durch eine tragfähige Fundationsschicht (Kiesgemisch 0/45, Schotter 32/50) ausgetauscht werden. Die Fundationsschicht ist auf allen Seiten mindestens 10 cm breiter als die Trockenmauer auszubilden. Bei einhäuptigen Mauerwerken (einseitig erdberührtes Mauerwerk) ist die Fundationsfläche mit mindestens 5% bergseitigem Gefälle auszuführen. Durch sickerfähige Fundationen (Schotterpackung oder Drainbeton) können Probleme durch aufsteigende Feuchtigkeit im Mauerwerk eingedämmt werden.

Bei einer Längsneigung der Mauer von über 25% ist die Sohle getreppt auszuführen.



Abb. 1 Sandsteinmauer mit labilem Fundament; Gartenbau K. Köchli, Bild: B. Schächli

Starre Bauweise

Betonmauern und alle mit Mörtel aufgemauerten Mauern und Treppen sind frostfrei zu fundieren. Die Frosttiefe im Schweizer Mittelland wird normalerweise mit 80 cm angenommen, im Gebirge bis zu 150 cm. Fundationen sind generell auf gewachsenen Boden zu gründen. Sie können Bodensetzungen nicht verhindern, gewährleisten aber ein gleichmässiges Setzen ohne Rissbildung im Baukörper. Die Breite des Fundamentes sollte aufgrund des Bodenaushubs 40 cm nicht unterschreiten. Es werden Streifenfundamente mit horizontaler Fundamentsohle eingesetzt. Als Fundamentbeton wird bei der starren Bauweise bewehrter Beton verwendet. Die Bewehrung ist gemäss Angaben eines Bauingenieurs zu erstellen.

Bei grösseren Auffüllungen können auch Punktfundamente in den gewachsenen Boden hinabreichen und eine durchgehende Fundierung ersetzen.

Fundationen für grössere Mauern sind statisch zu berechnen (Dimensionierung, Neigung, Bewehrung). Dies ist Aufgabe des Bauingenieurs.

Mauerwerk aus künstlichen Steinen

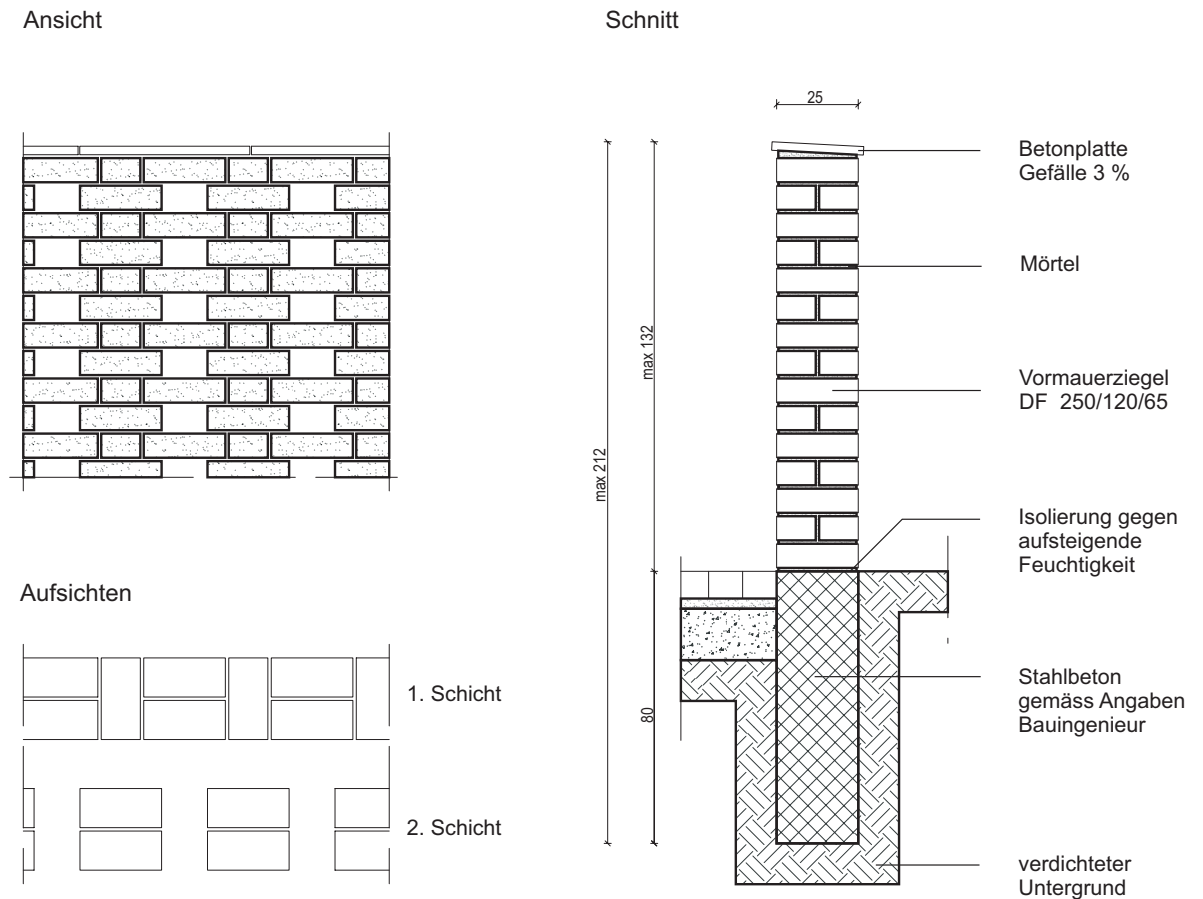
Prinzipiell gilt: "Wasser weg vom Bau". Ein grosser Teil von Mängeln lässt sich durch diese einfache Regel verhindern. Ein Verblendmauerwerk ist grundsätzlich nicht ins Erdreich zu führen.

Folgende bautechnische Gesichtspunkte sind zu beachten:

- *Stoss- und Lagerfugen sind vollfugig zu mauern.
Die Stossfuge soll 1cm, die Lagerfuge 1cm dick sein*
- *Es muss im Verband gemauert werden, die Stoss- und Längsfugen übereinanderliegender Schichten müssen versetzt sein. Lagerfugen sollen durchgehen. Schichten bestehen nur aus Ziegeln gleicher Höhe
 $L = 2B + \text{Fuge}$*
- *Sämtliche für den Bau benötigten Ziegel oder Klinker müssen zusammen bestellt werden*
- *Bei wetterbeanspruchtem Sichtmauerwerk ist ein auf die Saugfähigkeit des Ziegels abgestimmter Mörtel zu verwenden.*
- *Möglichst nicht bei Regen mauern*
- *Zur Erzielung eines gleichmässigen Farbenspieles sind Ziegel aus mehreren Paketen gleichzeitig zu entnehmen (Quermischung)*
- *Ziegel für freistehende Mauern müssen frostbeständig sein*
- *Gegen andere Bauteile ist jeweils eine Trennfuge anzuordnen. In der Mauer sind Dehnfugen im Abstand von 10 - 12 m einzubauen, bei Süd- bzw. West-Orientierung im Abstand von ca. 6 m.*
- *Für den Schutz der Mauerwerkskrone vor Witterungseinflüssen sind liegende Rollschichten aus Klinker mit seitlichem Gefälle geeignet. Eine besonders sorgfältige Vermörtelung und Fugenausbildung ist notwendig*

Beispiele für Gartenmauern aus künstlichen Steinen

Es sollte mindestens ein Sockel von 10 cm Höhe angeordnet werden. Im Garten bietet ein 30 cm breites Kiesbett als neutrale Zone zwischen dem Oberboden und dem Mauerwerk Schutz gegen Verschmutzung, Vernässung und Angriff durch Humus. Oberflächenwasser ist vom Mauerwerk wegzuleiten und durch Bodenabläufe oder durch Versickern in Verbindung mit Drainagen abzuführen. Wie bei Ziegelmauern müssen auch hier die Mauerkronen freistehender Wände mit wasserdichten Abdeckungen versehen werden, etwa aus Leichtmetall oder Betonplatten.



Freistehendes Mauerwerk, Vollmauerwerk 25 cm breit, durchbrochener gotischer Verband, in jeder 2. Reihe entfallen die Binder.

Abb. 2 Beispiel einer Gartenmauer

Steinmaterialien

Mauerziegel

Der Ziegel zeichnet sich durch eine hohe Festigkeit aus und bringt gute Voraussetzungen für rissfreie Wände mit.

Bei Mauerziegelarten unterscheidet man zwischen:

Vollziegel:	<i>max. 15% Lochung senkrecht zur Lagerfläche.</i>
Hochloch- und Leichtlochziegel:	<i>nicht frostbeständig. Mauerwerk, welches verputzt, verblendet oder mit einem anderen Wetterschutz versehen wird, erfordert keinen frostbeständigen Ziegel.</i>
Vormauerziegel:	<i>frostbeständig</i>
Vormauerhochlochziegel:	<i>frostbeständig</i>

Klinker

frostbeständig, bis zur Sinterung gebrannt, hohe Druckfestigkeit.

Keramikklinker

frostbeständig und besonders widerstandsfähig gegen mechanische Beanspruchung oder aggressive Stoffe.

Kalksandsteine

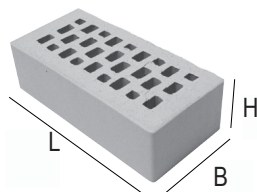
Mauersteine aus Kalk und überwiegend kieselsäurehaltigen Zuschlagstoffen.

Es gibt folgende Formate:

<i>Kalksand-Vollstein:</i>	<i>ungelocht</i>
<i>Kalksand-Lochstein:</i>	<i>gelocht, in mind. 3 Reihen</i>
<i>Kalksand-Hohlblockstein:</i>	<i>mit Hohlraum senkrecht zur Lagerfläche</i>
<i>Kalksand-Vormauerstein:</i>	<i>frostbeständig, für Sichtmauerwerk im Aussenbereich</i>
<i>Kalksand-Verblender:</i>	<i>erhöhte Frostbeständigkeit</i>

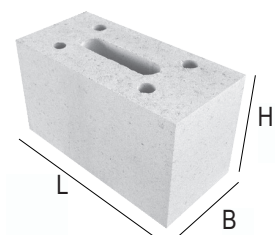
Klinker

Gängige Masse: (L/B/H cm):
24/11,5/5,2 oder 24/11,5/7,1
Abb: 3 Kelesto



Kalksandsteinziegel KS

Gängige Masse: (L/B/H cm):
25/12/14 oder 25/20/14
Abb. 4 FBB Frischbeton

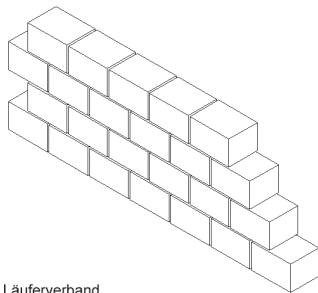


Mauerverbände

Für das tragende, aufgehende Mauerwerk (Hintermauerung) werden in der Praxis im Allgemeinen 4 Verbände ausgeführt, die den Verbandsregeln entsprechen und Druckspannungen entsprechend SIA verteilen. Es sind Läufer-, Binder-, Block- und Kreuzverband.

Läuferverband

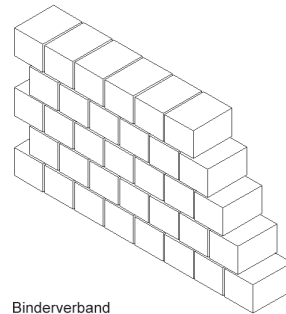
Im Läuferverband bestehen alle Schichten aus Läufern, die jeweils um $1/2$ bis $1/4$ Steinlänge gegeneinander versetzt sind. Der Verband eignet sich für Wanddicken, bei denen die Steinbreite der Wanddicke entspricht.



Läuferverband

Binderverband

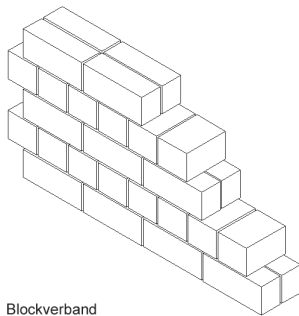
Im Binderverband bestehen alle Schichten aus Bindern, die jeweils um $1/2$ Steinbreite gegeneinander versetzt sind. Der Verband ist geeignet, wenn die Steinlänge mit der Wanddicke übereinstimmt.



Binderverband

Blockverband

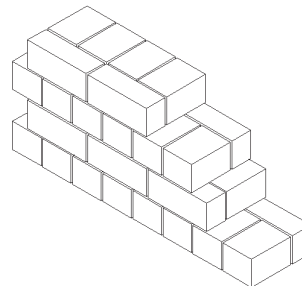
Im Blockverband wechseln Binder- und Läuerschichten regelmässig. Die Stosslinien der Läuerschichten liegen senkrecht übereinander.



Blockverband

Kreuzverband

Im Kreuzverband wechseln Binder- und Läuerschichten ebenfalls regelmässig. Die Stosslinien jeder zweiten Läuerschicht sind aber um eine halbe Steinlänge versetzt.



Kreuzverband

Abb. 5-8 Ziegelmauerwerk-Verbände

Verblendmauerwerk

Für Verblendmauerwerke sind Zierverbände zugelassen, die vom äusseren Fugenbild ausgehen und keine tragende Funktion haben. Sie werden als zweischaliges Mauerwerk ausgeführt. In diesem Fall bietet sich ein Läuferverband an.

Sichtschutzwände

Sichtschutzwände sind nichttragende Aussenwände, die nur das Wandgewicht und seitlich auftreffende Lasten aufnehmen müssen. Sie können als freistehende oder ausgesteifte Mauerwerkswände ausgeführt werden.

Freistehende Wände

Freistehende Wände sind weder durch Querwände oder Stützen, bzw. oben abschliessende Decken oder Randbalken gehalten. Unter Beachtung der Windlast kann die zulässige Wandhöhe in Abhängigkeit von der Wanddicke nach der untenstehenden Formel ermittelt werden. Die Gleichung gilt für eine Wandkrone bis 8.0 m über Gelände und ein Steinberechnungsgewicht von $\gamma = 20.0 \text{ KN/m}^3$.

Formel: $h = 22 \times d^2$ $d = \sqrt{h / 22}$
 $h = \text{zulässige Wandhöhe [m]}$
 $d = \text{Wanddicke [m]}$

In der Praxis ergeben sich daraus folgende Wanddicken / -höhen

Wanddicke	Steinberechnungs- gewicht	zulässige Wandhöhen
cm	ICN/m ³	m
12.0	20.0	0.32
25.0	20.0	1.32
38.0	20.0	3.20

Tab. 1 Zulässige Wanddicken / -höhen

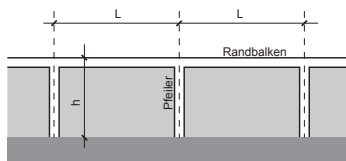
Bei einem Berechnungsgewicht von $\gamma = 18,0 \text{ KN/m}^3$ sind die zulässigen Wandhöhen um 10% zu reduzieren. Bei einer Höhe der Wandkrone über 8,00 m über Gelände (z.B. Dachgärten, Penthousewohnungen etc.) sind die Werte um 25% abzumindern. Freistehende Wände müssen an der Mauerkrone gegen Regenwasser geschützt werden.

Ausgesteifte Wände

Sollen freistehende Wände höher als die unter Tab. 1 angegebenen Grenzwerte gemauert werden, so sind sie durch Pfeiler und biegesteife Randbalken zu halten. Der obere Randbalken kann durch einen Stahlbetonbalken, z.B. unter Verwendung einer U-Schale, oder entsprechende Stahlwalzprofile hergestellt werden. Zweckmässig ist auch ein Stahlbetonfertigteil, das gleichzeitig als Abdeckhaube dient.

Ausgesteifte Wände mit oberem Randbalken

Für Wände mit oberem Randbalken werden bei einer Höhe über Gelände von 0 bis 8.0 m folgende Pfeilerabstände empfohlen:



Wanddicke d ^m [cm]	Wandhöhe h [m]	Pfeilerabstand L [m]	Pfeiler	
			Stahlprofile St. 37-2*	Stahlbeton** b / d [cm]
12.0	0 - 2,00	5,00	IPE 140	12 / 24
	2,00 - 3,00	4,00		
≥ 25.0	1,30 - 2,00	8,00	IPE 260	24 / 18
		2,00 - 3,00		
				24 / 24

* feuerverzinkt

** Betongüte und Bewehrung nach statischer Berechnung

Quelle: A. Niesel

Abb. 9 Wände mit oberem Randbalken

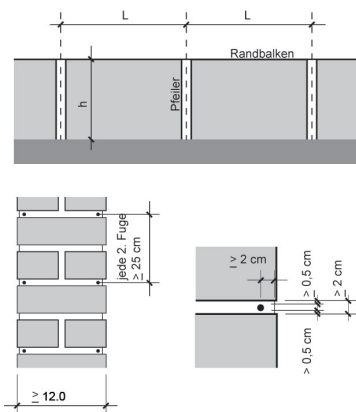
Tab. 2 Empfohlene Pfeilerabstände für Mauern bis 8.0 m über dem Gelände

Ausgesteifte Wände mit Bewehrung

Sollen Wände nur seitlich ausgesteift werden, so ist es sinnvoll, das Mauerwerk zu bewehren. Verwendet wird im Allgemeinen Betonstahl BST 500 S mit den Durchmessern 6 mm und 8 mm. Die Steifigkeit muss mindestens 12 N/mm² betragen. Die Bewehrungsstäbe dürfen glatt, gerippt oder profiliert sein (BSt IV, bei geschweissten Bewehrungselementen). Die Bewehrung wird in jeder 2. Lagerfuge eingelegt. Es sind mindestens 4 Stäbe je Meter Wandhöhe anzuordnen mit einem max. Abstand von 25 cm. Die Stäbe werden über die ganze Feldlänge ohne Stoss verlegt und in den Pfeilern (Stahlbeton) verankert. Bei freistehenden Wänden beträgt die Mörteldeckung 2.0 cm. Der Abstand zwischen dem Stabstahl und dem Stein muss mindestens 5 mm betragen. Insgesamt darf die Lagerfuge die Dicke von d = 2.0 cm nicht überschreiten.

Die Pfeiler sind statisch nachzuweisen. Schalmasse und Bewehrung nehmen mit der Wandhöhe zu. Auf die Bewehrung der Mauerflächen hat die Mauerhöhe keinen Einfluss.

(mit Abänderungen zitiert aus: A. Niesel, 'Bauen mit Grün')



Wanddicke d ^m [cm]	Pfeilerabstand L [m]	Betonstabstahl / m
		Bst III / Ø [mm] (beidseitig)
12.0	3,00	4 Ø 6
25.0	6,00	4 Ø 6
	7.50	4 Ø 8

Quelle: A. Niesel

Abb. 10 bewehrte freistehende Wände

Tab. 3 empfohlene Pfeilerabstände für bewehrte freistehende Wände

Mauerwerk aus natürlichen Steinen

Natursteinarten

Natursteine werden durch ihre geologische Geschichte in vier Hauptgruppen unterteilt. Diese sind weiter in Untergruppen geteilt.

Plutonite

Grosse Magmakomplexe bilden nach ihrer Erstarrung in der Erdkruste unregelmässige Gesteinskörper, sogenannte Plutonite - nach Pluto, dem griechischen Gott der Unterwelt. Zum Teil zeigen die Plutonite grossräumige Verteilungen von Strukturvarietäten. Dadurch variieren die technischen Eigenschaften und damit unter Umständen auch die Verwendbarkeit.

Untergruppen:

Granit, Gabbro und Diorit



11 Gabbro

Sedimentgestein

Sedimentgesteine entstehen durch Verwitterung, Transport, Ablagerung und Verfestigung von sehr viel älteren Natursteinen. Diese Verwitterungsprodukte können Gesteinen aller Arten entstammen und werden durch den Transport bis auf Sandkorngrösse zerkleinert. Die Verfestigungsvorgänge werden in physikalische, chemische und biologische Prozesse gegliedert.

Untergruppen:

Kalkstein, Sandstein, Travertin, Schiefer, Onyx, Konglomerat/ Brekzie



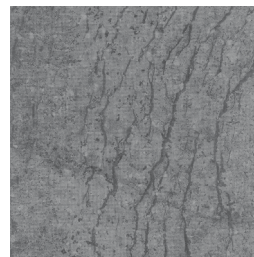
12 Kalkstein

Vulkanite

Ein grosser Teil des Magmamaterials, das an der Erdoberfläche die Vulkanite oder Ergussgesteine bildete, entstand in den oberen Teilen des Erdmantels. Es wurde nach heutigen Vorstellungen in erster Linie durch Druckentlastungen entlang von Störungszonen mobil, wanderte aus dem Mantel aufwärts durch die Erdkruste, ergoss sich als Lava über die Erdoberfläche und bildete nach dem Erkalten die Vulkanite.

Untergruppen:

Rhyolith, Trachyt, Andesit, Diabas, Basalt, Dolerit



13 Trachyt

Metamorphite

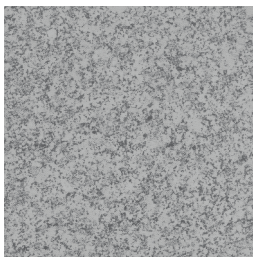
Unter Metamorphose versteht man die strukturelle oder chemische Umwandlung von Ausgangsgesteinen aller Kategorien durch Druck, Temperatur oder tektonische Bewegungen. Der chemische Bestand der Ausgangsgesteine bleibt dabei weitgehend unverändert. Zusätzlich haben Art und Menge von Wasser und Kohlendioxid einen wesentlichen Einfluss auf die metamorphe Mineralbildung.

Untergruppen:

Gneis, Marmor, Quarzit, Serpentin



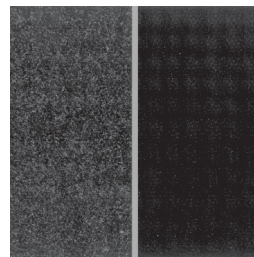
14 Marmor



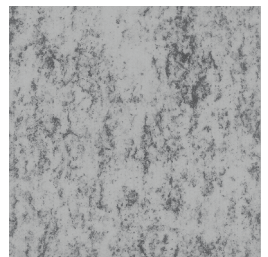
15 Granit



16 Sandstein



17 Basalt



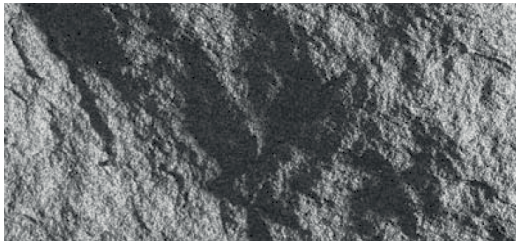
18 Gneis

Abb. 11-18 Beispiele einiger Natursteinarten

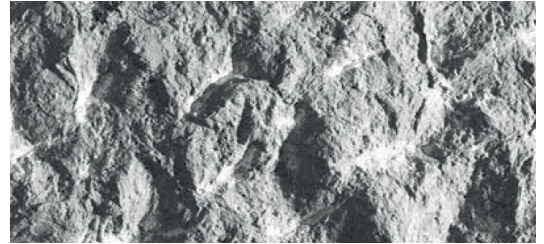
Steinart	Handelsname	Vorkommen	Farbe	Witterungsbeständigkeit
Granit	<i>Urnergranit</i>	<i>Gurtellen</i>	grau, weiss, schwarz	sehr gut
	<i>diverse</i>	<i>lokale Vorkommen im Aar- und Gotthardmassiv</i>	grau, weiss, schwarz	sehr gut
Gneis	<i>Andeer</i>	<i>Andeer</i>	grün	sehr gut
	<i>Tessinergneis hell, Iragna, Cresciano</i>	<i>Claro bis Lavorgo (Iragna, Lodrino, Cresciano)</i>	weiss-grau	sehr gut
	<i>Maggia</i>	<i>Maggiatal</i>	grau-schwarz	sehr gut
	<i>Calanca</i>	<i>Calancatal</i>	grau-schwarz	sehr gut
	<i>Verzascagneis</i>	<i>Verzascatal</i>	grau-schwarz	sehr gut
Quarzit	<i>Vals</i>	<i>Vals</i>	grau-grünlich	gut
Verucano	<i>Melserstein</i>	<i>Mels</i>	karminrot	gut
Marmor	<i>Castionemarmor</i>	<i>Castione</i>	weiss, grau, braun	gut
	<i>Cristallinamarmor</i>	<i>Peccia</i>	weiss, grau, braun	gut
Alpine Kalke und Flysch-Sandsteine	<i>Guber</i>	<i>Guber / Alpnach</i>	dunkelgrau	sehr gut
	<i>Ringgenberger</i>	<i>Ringgenberg</i>	dunkelgrau	gut
Jurakalk	<i>Lägernkalke</i>	<i>Regensberg / Steinmaur</i>	grau-gelb	relativ gut
	<i>Laufenerkalk</i>	<i>Laufen, Liesberg</i>	grau-gelb	relativ gut
	<i>Pierre de la Cernia</i>	<i>La Cernia / Neuchâtel</i>	grau-gelb	relativ gut
Muschelsandsteine	<i>Mägenwiler</i>	<i>Mägenwil, Othmarsingen</i>	grün, grau	relativ gut
Jurasandstein	<i>Oberhofer Sandstein</i>	<i>Oberhofen AG</i>	dunkelrot	mässig
Molassesandsteine	<i>Plattensandsteine</i>	<i>Staad, Rorschach, Rooterberg</i>	grau, grünlich, gelblich	relativ gut
	<i>Granitische Sandsteine</i>	<i>St. Margrethen, Teufen, oberer Zürichsee</i>	grau	gut

Tab. 4 Wichtigste Naturmauersteine der Schweiz (nicht abschliessend) (Quelle: SIA SN 505 Natursteinmauerwerk)

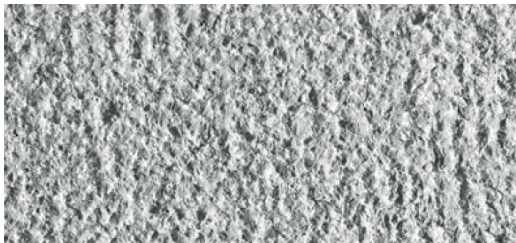
Bearbeitungsarten von Natursteinen



19 *gespalten*



20 *gespitzt*



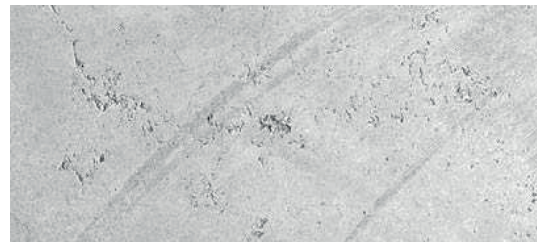
21 *gestockt*



22 *gestrahlt*



23 *geflammt*



24 *gesägt*

Abb. 19-24 Gängige Bearbeitungsarten von Natursteinen (Bildquelle: Bruno Portmann, SIA)

Grundsätzliche Anforderungen an Mauerwerkverbände

Für alle Natursteinmauerwerksarten gelten folgende Verbandsregeln, die zusätzlichen Regeln sind bei den einzelnen Ausführungsarten aufgeführt:

1. An der Vorder- und Rückfläche dürfen nirgends mehr als 3 Fugen zusammenstossen

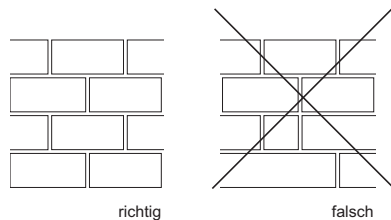


Abb. 25 Verhindern von Kreuzfugen

2. Keine Stossfuge darf durch mehr als 2 Schichten durchgehen

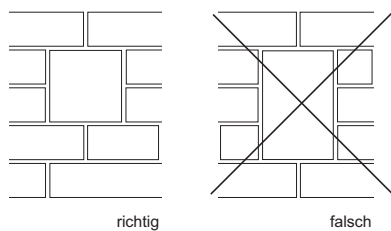


Abb. 26 Verhindern von langen Stossfugen

3. Auf zwei Läufer kommt mindestens ein Binder,
oder Binder- und Läufer-schichten wechseln miteinander ab
4. Die Dicke (Tiefe) der Binder beträgt etwa das 1.5fache der Schichthöhe, mindestens aber 30 cm
5. Die Dicke (Tiefe) der Läufer ist etwa gleich der Schichthöhe
6. Die Überdeckung der Stossfugen beträgt bei Schichtenmauerwerk mindestens 10 cm und bei Quadermauerwerk mindestens 15 cm
7. An den Ecken werden die grössten Steine eingebaut

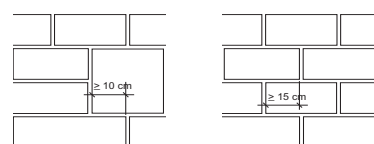


Abb. 27 Überdeckung der Stossfugen

Treten im Innern des Mauerwerkes Zwischenräume auf, so sind diese durch im Mörtelbett liegende Steinstücke auszuwickeln, damit keine Mörtelnester entstehen. Dies gilt auch für weite Fugen auf der Vorder- und Rückseite von Zyklopenmauerwerk, Bruchsteinmauerwerk und hammerrechtem Schichtenmauerwerk. Lichtflächen sind so zu fugen, dass Fugentiefe und Fugenweite gleich gross sind.

Trockenmauerwerk

Ein Trockenmauerwerk ist ein ohne Mörtel aufgeschichtetes Mauerwerk. Die Fugen sollen eng und die Hohlräume klein sein. Die Hohlräume sind mit sorgfältig gesetzten Zwickeln auszufüllen. Durch die lagerhafte Verzahnung (Reibung) wird die Wirkung des verbindenden Mörtels (Haftung) ersetzt. Das allfällige Hinterbetonieren des Mauerwerks vermindert die ökologischen Vorzüge, die ein Trockenmauerwerk mit sich bringt. Die Verwendung der Trockenmauern beschränkt sich auf freistehende (unbelastete) Mauern und auf Stützmauern (Schwergewichtsmauern) im Landschaftsbau. Dabei darf nur die Hälfte der Rohdichte der Steine als Berechnungsgewicht eingesetzt werden. Der Mauerfuss soll 1/3 der Mauerhöhe betragen, aber mindestens 30 cm. Mauerhöhen über 50 cm verlangen einen Anzug von 10% bis 20%.

Auch wenn das resultierende Moment um den luftseitigen Fusspunkt des Mauerfundaments aus Erddruck und Eigengewicht gegen das Erdreich hin wirkt, ist die Bodenpressung unter dem Fundament auf der Luftseite immer grösser als auf der Rückseite. Dies führt zu grösseren Setzungen auf der Luftseite und damit zu Abwärtsbewegungen der Mauer. Der Anzug dient also dazu, diese Bewegungen auszugleichen.

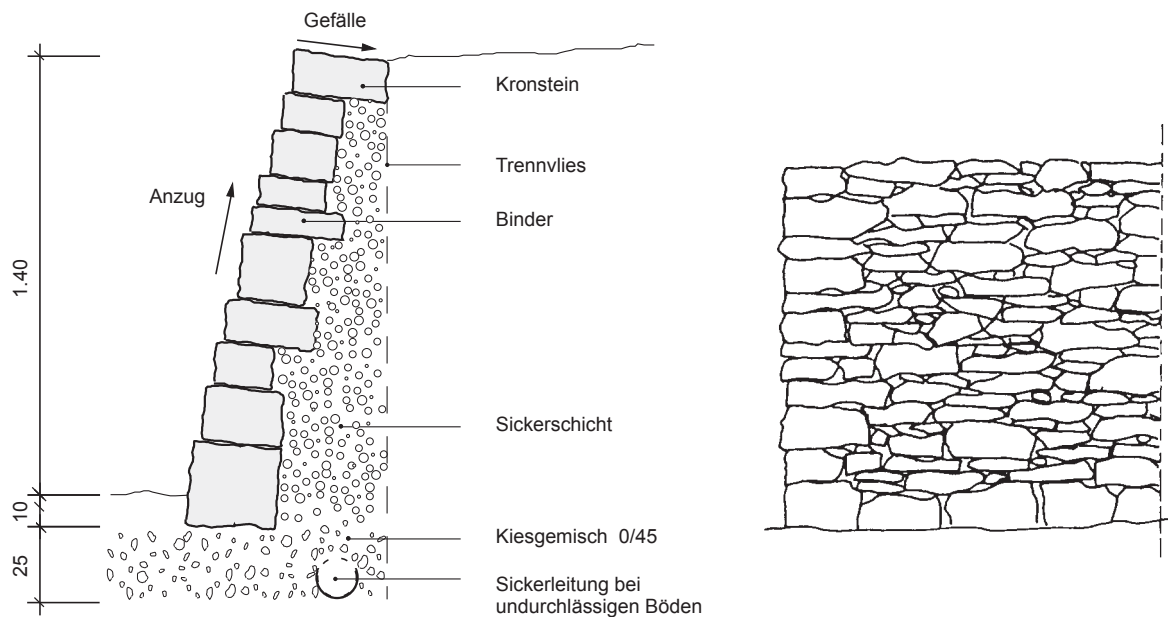
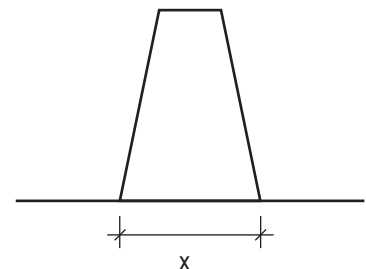
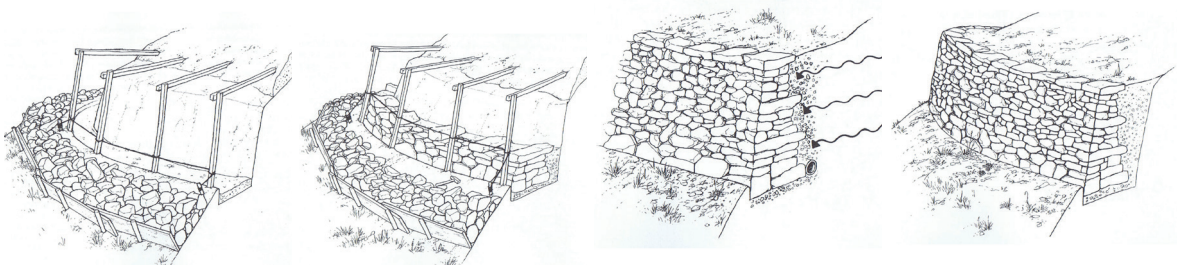


Abb. 28 Querschnitt und Ansicht einer Trockenmauer
Verwendbare Steingrössen: von 20 x 10 x 5 cm bis 80 x 40 x 40 cm

Mauerhöhe	Mauerdicke (am sichtbaren Mauerfuss)		
	ohne Anzug	10 % Anzug	15 % Anzug
1.0 m	0.35 m	0.45 m	0.50 m
1.5 m	0.40 m	0.55 m	0.65 m
2.0 m	0.50 m	0.70 m	0.80 m



Tab. 5 und Abb. 29 Erforderliche Mindestdicke für freistehende Trockenmauern, (Quelle: FLL-Empfehlung)



Schnurgerüst zur Absteckung der Mauer 1 Binder/m² in Schichten von 50cm Entwässerung bei undurchlässigen Böden Mauerabschluss mit schweren Steinen

Abb. 30 - 33 Arbeitsschritte beim Bau einer Trockenmauer (Quelle: Trockenmauer - Anleitung für den Bau und die Reparatur)



Abb. 34 + 35 Bau einer Trockenmauer (Quelle: Reto Ingold)

Steinkorbmauerwerke (Gabionen) können zur Hangsicherung und als Schallschutzelemente verwendet werden. Steinkörbe können als bewehrte Trockenmauern bezeichnet werden. Ein Gabionenkorb ist ein Behälter aus Stahlgitter oder Drahtgeflecht und besteht aus Boden, Seitenwänden und Deckel. Verstrebungen im Korb verhindern eine allfällige Verformung des Gitters beim Befüllen.

Als Füllmaterial dürfen lediglich verwitterungsresistente Gesteine oder andere Materialien (bsp. Schaumglasschotter, Glas, Recyclingbaustoffe...) eingebracht werden. Das Füllmaterial muss möglichst dicht gepackt werden. Die Füllung kann bau- oder werkseitig eingebracht werden. Es wird in geschichtete und geschüttete Füllung unterschieden.

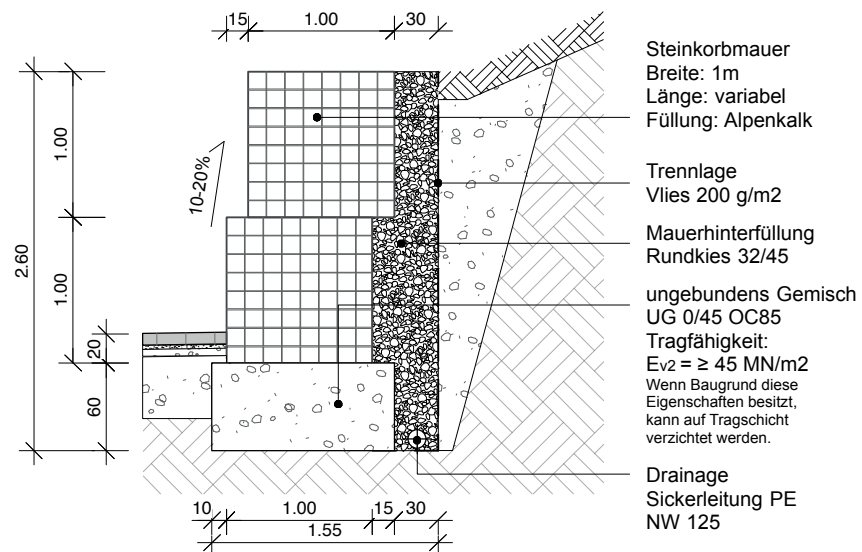


Abb. 36 Querschnitt einer Steinkorbmauer

Mörtelmauerwerk

Bruchsteinmauerwerke

Bruchsteine werden im Verband und satt in Mörtel verlegt. Es ist in seiner gesamten Dicke und in Ansätzen von höchstens 1,50 m Höhe rechtwinklig zur Krafrichtung auszugleichen. Die Vielzahl der Formen und Grössen sowie die geringe Bearbeitung der Steine bedingen eine grosse Inhomogenität des Mauerwerks. Daher sind nur geringe Druckspannungen zugelassen. Eine Spielart des Bruchsteinmauerwerks ist das Zyklopenmauerwerk. Es unterscheidet sich durch seine polygonale Fugenführung.

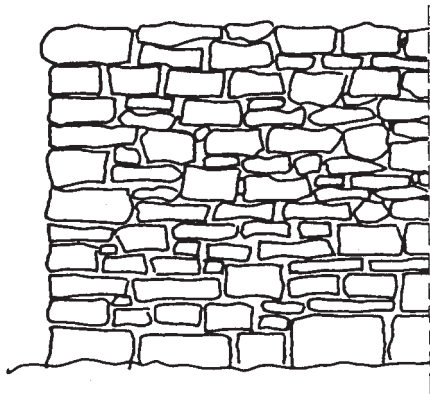


Abb. 37 Ansicht eines Bruchsteinmauerwerks

Verwendbare Steingrößen:

von 20 x 10 x 5 cm bis 90 x 45 x 45 cm

Mauerdicken:

doppelhäufiges Mauerwerk 49 / 61,5 / 74 cm etc.

Verblendmauerwerk 36,5 / 49 cm etc.

Fugendicken:

10 bis 15 mm

Hammerrechtes Schichtenmauerwerk

Die Steine der Sichtfläche erhalten bearbeitete Lager- und Stossfugen von mindestens 12 cm Tiefe. Die Fugen müssen ungefähr rechtwinklig zueinander stehen. Die Schichthöhe darf innerhalb einer Schicht und in den verschiedenen Schichten wechseln. Das Mauerwerk muss aber in seiner ganzen Dicke und in einer Höhe von höchstens 1,50 m rechtwinklig zur Krafrichtung ausgeglichen sein.

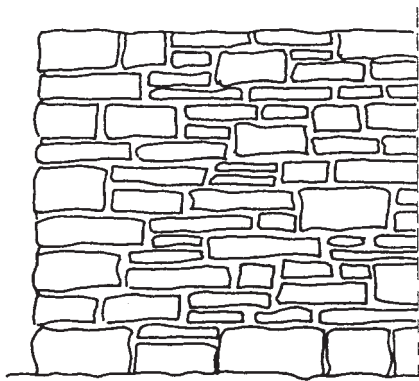


Abb. 38 Ansicht eines hammerrechten Bruchsteinwerks

Verwendbare Steingrößen:

von 20 x 10 x 5 cm bis 90 x 45 x 45 cm

Mauerdicken:

doppelhäufiges Mauerwerk 49 / 61,5 / 74 cm etc.

Verblendmauerwerk 36,5 / 49 cm etc.

Fugendicke:

10 bis 15 mm

Unregelmässiges Schichtenmauerwerk

Die Steine der Sichtfläche erhalten auf mindestens 15 cm Tiefe bearbeitete Lager- und Stossfugen. Diese müssen exakt senkrecht zueinander und zur Oberfläche stehen. Die Fugenweite an den Sichtflächen darf nicht grösser als 3 cm sein. Die Schichthöhe darf innerhalb einer Schicht sowie in den verschiedenen Schichten wechseln. Der Ausgleich des Mauerwerks in Krafrichtung muss in der ganzen Tiefe sowie in Höhenabständen von 1,50 m erfolgen.

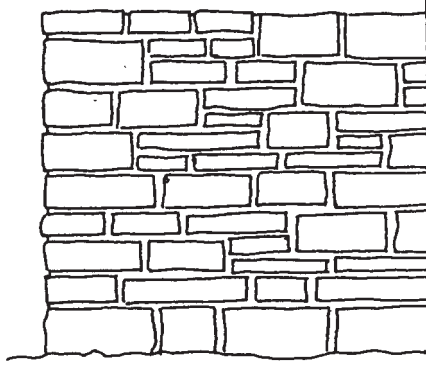


Abb. 39 Ansicht eines unregelmässigen Schichtenmauerwerks

Mauerdicken:
doppelhäuptiges Mauerwerk 25 / 38 cm etc.
Verblendmauerwerk 12 / 25 / 38 cm etc.
Fugendicken:
Stoss- und Längsfugen 8 bis 22 mm
Lagerfugen 10 bis 15 mm

Regelmässiges Schichtenmauerwerk

Es gelten zunächst die Vorschriften für das unregelmässige Schichtenmauerwerk:

- Bearbeitete Lager- und Stossfugen auf mindestens 15 cm Tiefe. Die Fugen müssen zueinander und zur Oberfläche senkrecht stehen.
- Die Fugen der Sichtfläche dürfen nicht weiter als 3 cm sein.

Darüber hinaus darf die Steinhöhe innerhalb einer Schicht nicht wechseln. Jede Schicht ist senkrecht zur Krafrichtung auszugleichen. Die Schichtsteine sind auf ihrer ganzen Tiefe in den Lagerfugen zu bearbeiten.

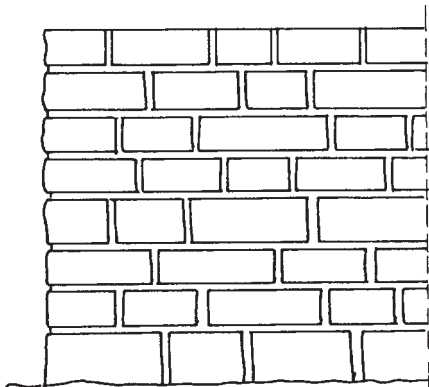


Abb. 40 Ansicht eines regelmässigen Schichtenmauerwerks

Mauerdicken:
doppelhäuptiges Mauerwerk 25 / 38 cm etc.
Verblendmauerwerk 12 / 25 / 38 cm etc.
Fugendicken:
Stoss- und Längsfugen 8 bis 22 mm
Lagerfugen 10 bis 15 mm

Quadermauerwerk

Die Steine sind genau nach den angegebenen Massen zu bearbeiten. Lager- und Stossfugen müssen in der ganzen Tiefe bearbeitet sein. Dieses Mauerwerk gestattet innerhalb der Natursteinmauerwerksarten die höchste Ausnutzung der Steifigkeit.

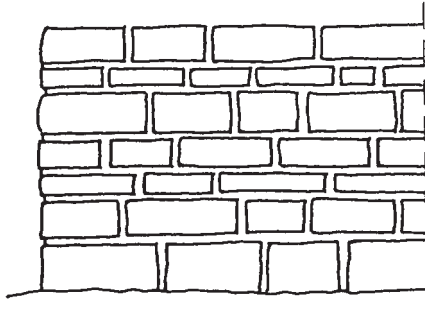


Abb. 41 Ansicht eines Quadermauerwerks

Mauerdicken:
doppelhäuptiges Mauerwerk 25 / 38 cm etc.
Verblendmauerwerk 12 / 25 / 38 cm etc.
Fugendicken
Stoss- und Längsfugen 8 bis 22 mm
Lagerfugen 10 bis 15 mm

Verblendmauerwerk

Aus Kostengründen werden Natursteine oft nur als Verblendmauerwerk verwendet. Während des Aufmauerns des Verblendsteins wird die Hintermauerung betoniert (ev. mit Schalung und Armierung).

Es müssen mindestens 30 % Bindersteine (24 cm dick und 10 cm in die Hintermauerung greifend) eingebaut werden.

Sollen sie als Mischmauerwerk zum tragenden Querschnitt gerechnet werden, so sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- *Der Verblendstein muss gleichzeitig mit der Hintermauerung im Verband gemauert werden*
- *Das Verblendmauerwerk muss wenigstens 30 % Bindersteine aufweisen*
- *Diese Binder müssen mindestens 24 cm dick sein und 10 cm in die Hintermauerung eingreifen*
- *Die Dicke der Binder muss mindestens 1/3 ihrer Höhe und mindestens 11,5 cm sein*
- *Besteht die Hintermauerung aus natürlichen Steinen, so muss jede dritte Natursteinschicht aus Bindern bestehen*

Hinterbetonierte Natursteinmauer

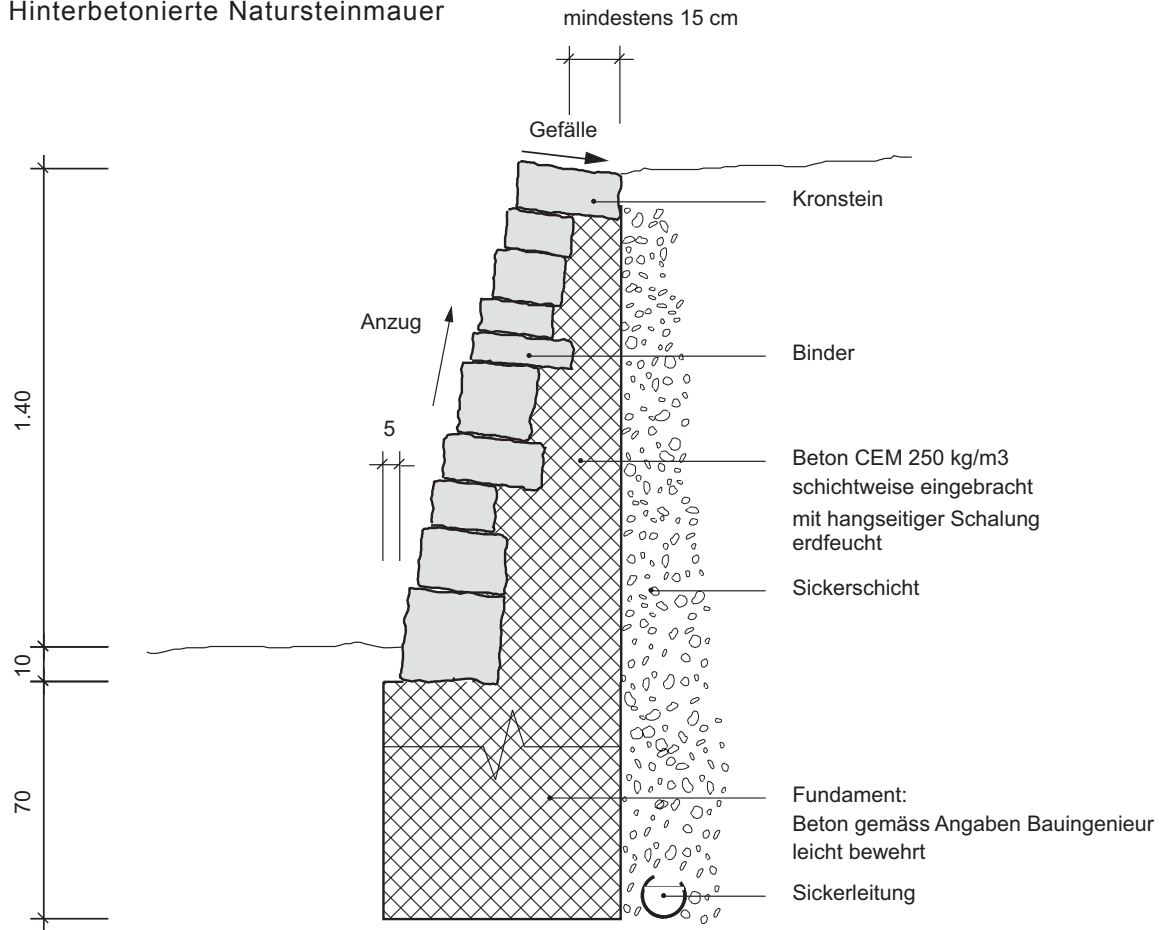


Abb. 42 Querschnitt eines Verblendmauerwerks

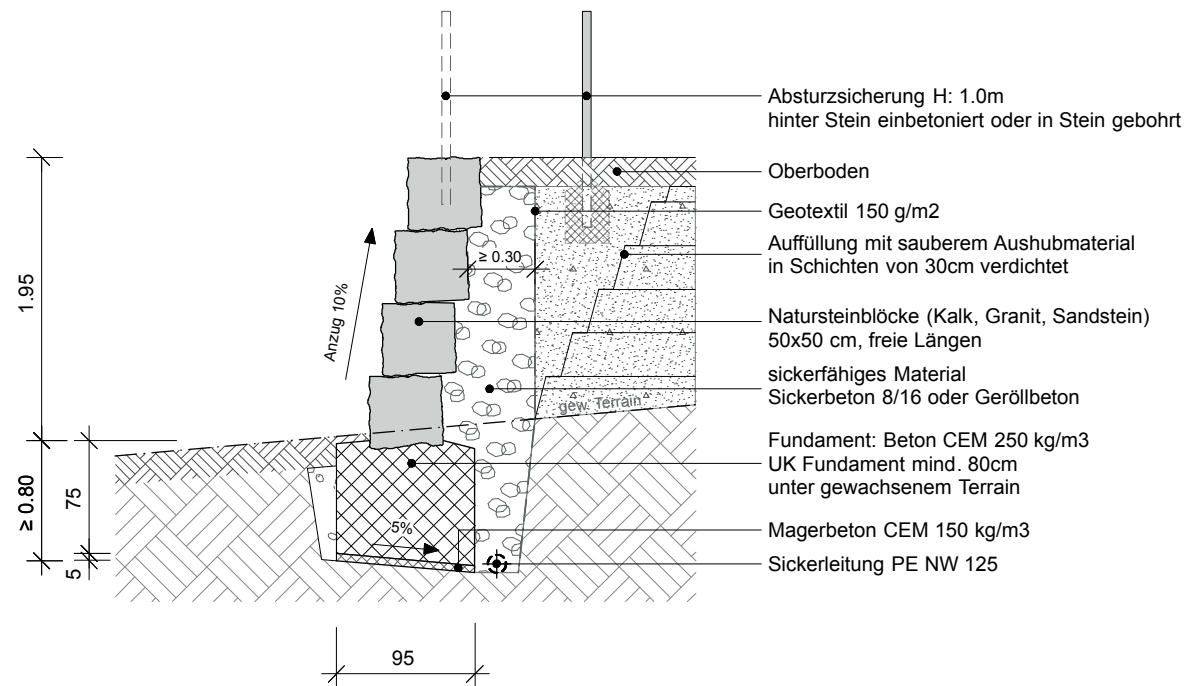


Abb. 43 Querschnitt einer Schwergewichtsmauer: Natursteinblöcke 50x50cm

Natursteinverkleidete Mauern

"Ankerschienen dienen zur Befestigung vorgehängter Elemente (Naturwerksteinplatten), die mit Hakenkopf- oder Hammerkopfschrauben befestigt werden" (Lehr, 1981, S.705).

Eine weitere Möglichkeit der Verankerung von Naturwerksteinplatten im ausgesteiften Mauerwerk ist durch Röhrenanker gegeben.

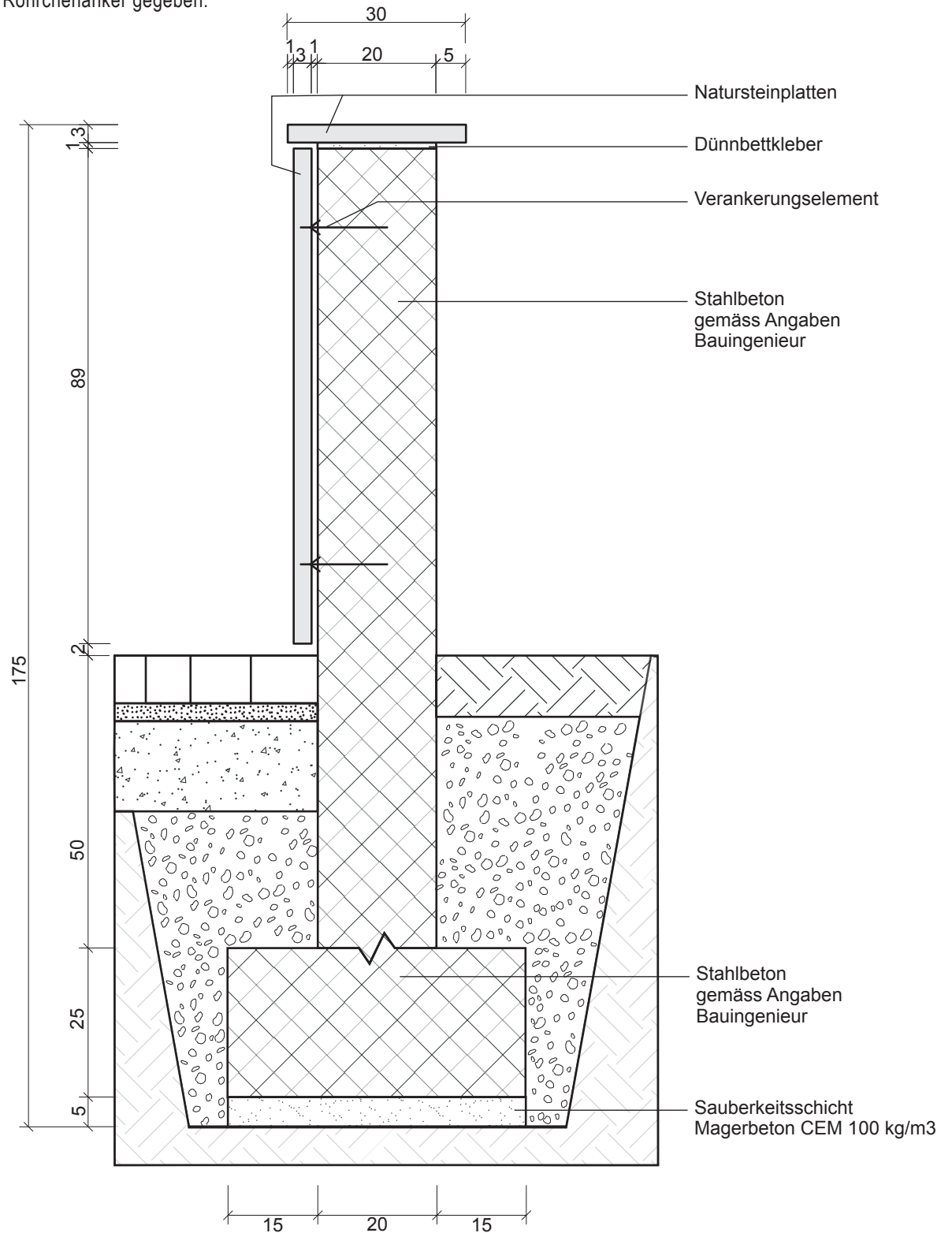


Abb. 44 Detailschnitt einer verkleideten Betonmauer

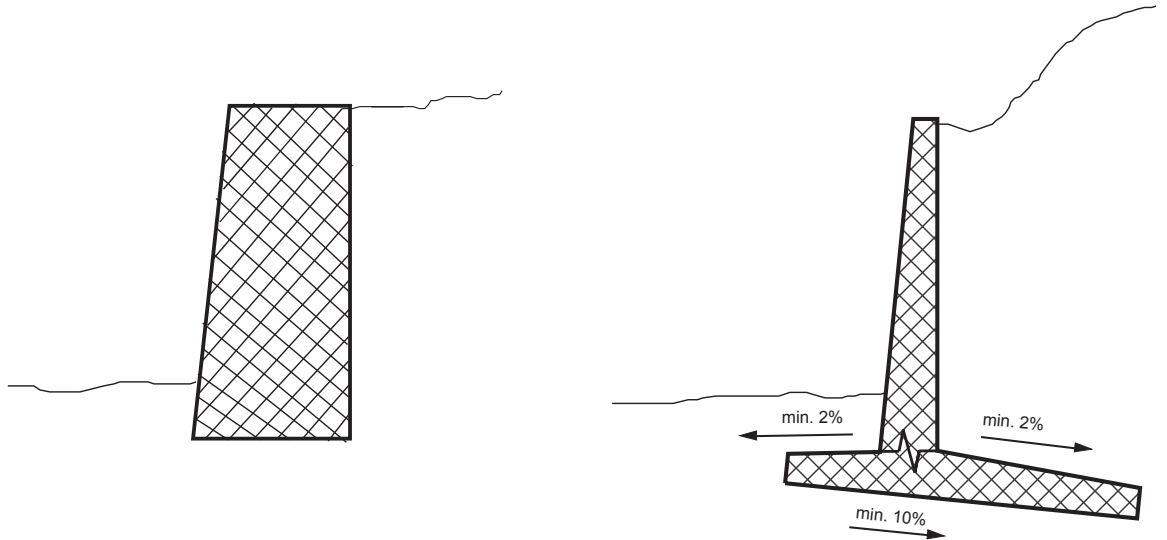
Ausblühungen

Die Ausgangsmaterialien aller natürlichen Baustoffe enthalten je nach Art und Ursprungsstelle kleine Mengen löslicher Verbindungen. Bindemittel des Mörtels enthalten Anteile an leichtlöslichen Salzen. Wasser kann ausblühfähige Stoffe lösen und transportieren. Die gelösten Substanzen werden stets an der Stelle abgeschieden, wo das Wasser verdunstet. Konstruktionen, bei denen es zu häufiger oder langanhaltender Durchfeuchtung kommt, haben deshalb auf die Bildung von Ausblühungen grössten Einfluss. Die meisten Ausblühungen verschwinden unter Witterungseinwirkung nach verhältnismässig kurzer Zeit. Trockenes Beseitigen ausgeblühter Stoffe ist - soweit möglich - die wirksamste Massnahme zur Entfernung der Ausblühungen. Bei der Verwendung von Wasser zur Reinigung werden die vom Wasser gelösten Salze von Ziegeln und Fugen teilweise wieder aufgesogen. Nur wenn trockene Beseitigung nicht den erwünschten Erfolg bringt, ist ein Reinigungsmittel zu verwenden.

Betonmauern

Für weitere Angaben z.B. Zusammensetzung von Betonarten, Normierung und Festigkeit von Beton, Dosierung und Anwendung, Betonbezeichnungen, Schalung, Arbeits- und Dehnungsfugen siehe auch Kapitel 'beton und zement'.

Klassische Stützmauern



Schwergewichtsmauer
wirkt durch Eigengewicht
für tragfähigen Boden
Anzug 5:1 bis 10:1
Beton gemäss Angaben Bauingenieur

Winkelstützmauer
auf Fundament aufliegender
Erdkörper wirkt mit
Anzug 5:1 bis 10:1
Beton gemäss Angaben Bauingenieur

Typenwahl, Armierung und genaue Dimensionierung nach Angabe IngenieurIn

Abb. 45 + 46 Beispiele von klassischen Stützmauern

Faustregel für die Bemessung von Schwergewichtsmauern

Fundamentbreite = 40 - 50% Mauerhöhe

Dies gilt auch bei horizontalem Terrain. Die Höhe wird immer Lot ab Unterkante Fundament gemessen (auch bei Mauern mit Anzug).

Winkelstützmauern

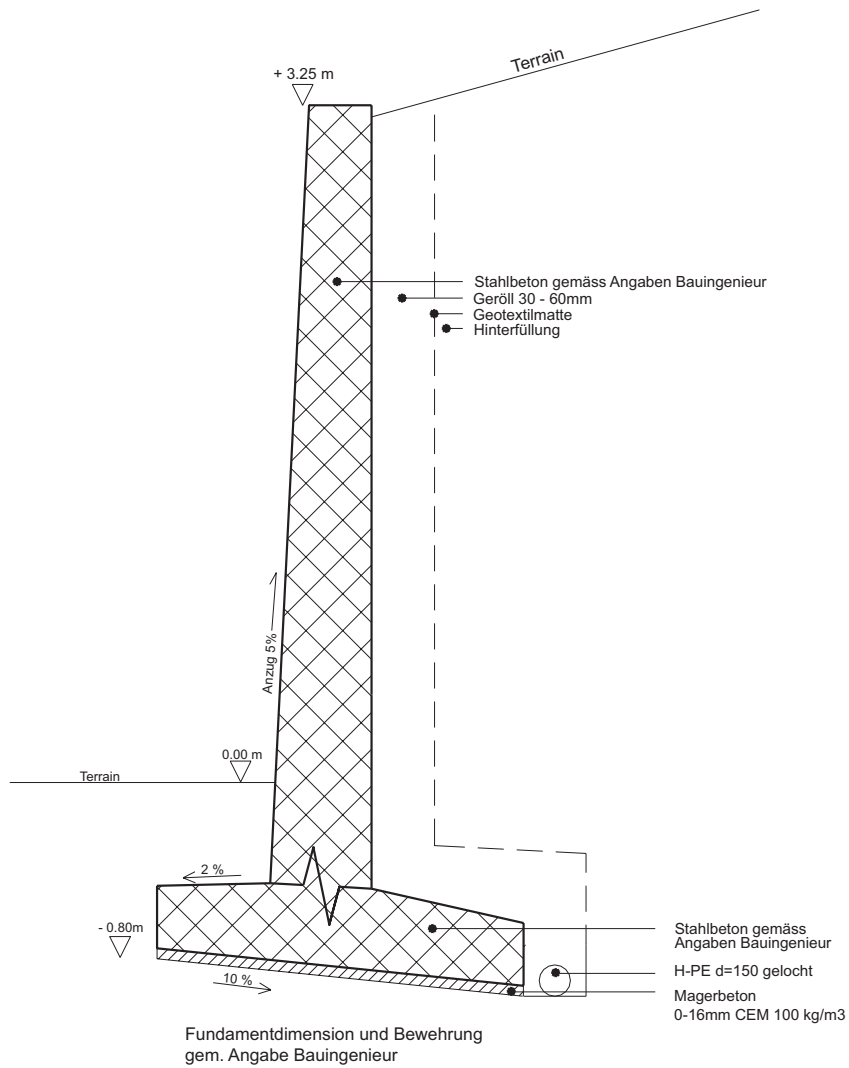


Abb. 47 Querschnitt einer Winkelstützmauer

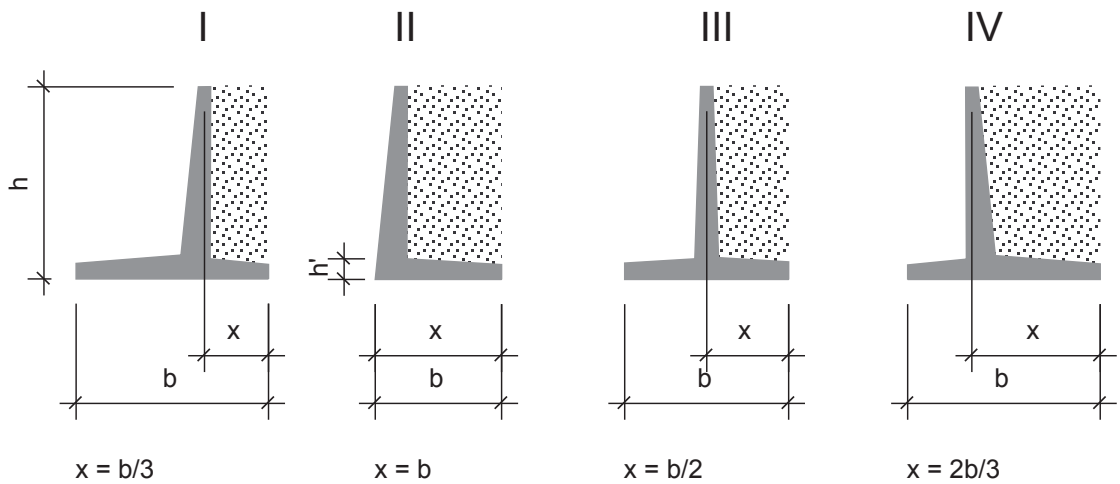
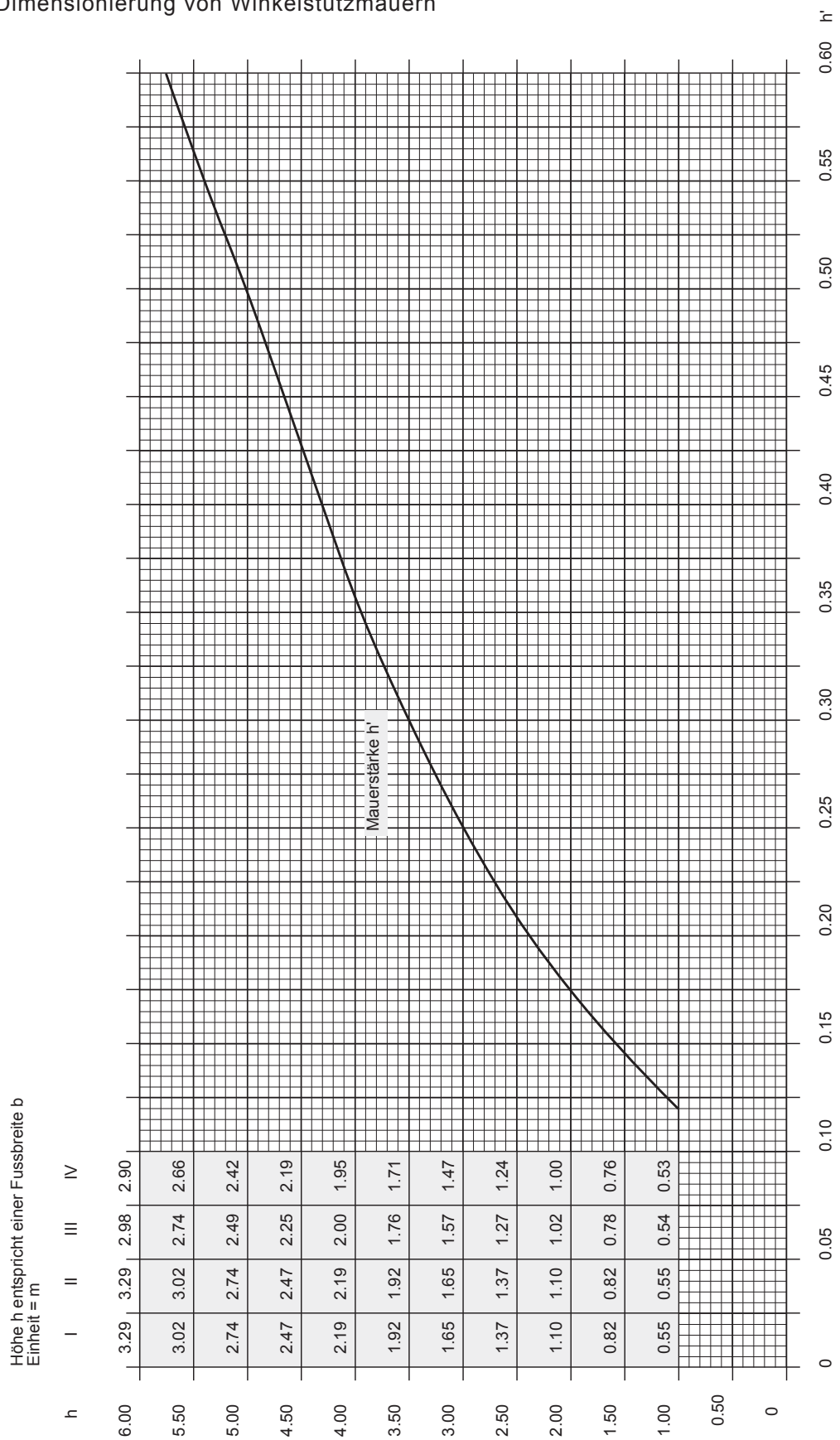


Abb. 48 - 51 Dimensionierung von Winkelstützmauertypen

Dimensionierung von Winkelstützmauern



Tab. 6 Dimensionierung von Winkelstützmauern

Diverses zum Mauerbau

Mauerabdeckungen

Mauerkronen sind so auszubilden, dass kein Wasser eindringen kann. Abdeckplatten müssen vollständig aufgeklebt und ausgefugt werden (SIA 318). Mauerabdeckungen sind mit einem Überstand ≥ 4 cm und mit einer Tropfkante zu versehen. Die Stossfugen zwischen Abdeckplatten müssen als dauerelastische Dichtfugen ausgebildet sein, da Mörtelfugen nicht wasserdicht sind und keinen dauerhaften Feuchteschutz bieten.

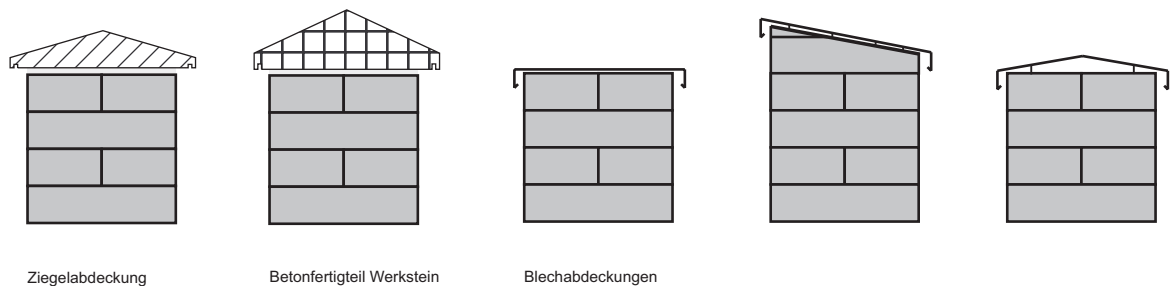


Abb. 52 - 56 Mauerabdeckungen

Bei Trennlagen rückseitiger Sickerschichten hinter Mauern ist bei Geotextilien darauf zu achten, dass sich kein Wasserstau und -druck durch Verschlamung des Gewebes bilden kann. Durch die Trennlage ist ein Materialtransport zu verhindern, jedoch der Wasserdurchtritt stets zu gewährleisten. Sickerfähige Hinterfüllungen sind mindestens 30 cm breit.

Anschluss an Mauersockel

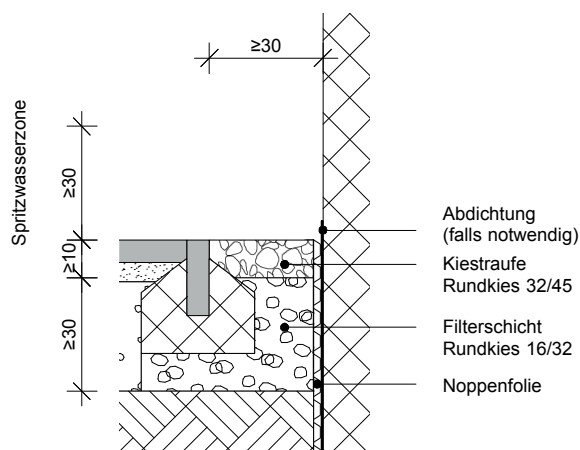


Abb. 57 Sockelausbildung mit Kiesstreifen
 (Quelle beide: Richtlinie Fassadensockelputz / Aussenanlage)

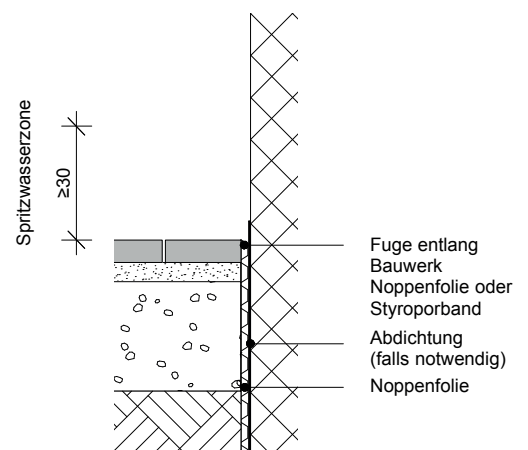


Abb. 58 Sockelausbildung mit Belagsfläche

Flügelmauern

Seitlich abgedrehte Mauerelemente, die die Steigung der Böschung aufnehmen, werden Flügelmauern genannt. Sie bilden den seitlichen Abschluss zum Gelände, zu Staudämmen oder anderen massiven Absperrbauwerken. Die Flügelmauer dient zur Bewerkstelligung des Anschlussüberganges zwischen einer Erdböschung und einem Mauerwerk.



Abb. 59 Flügelmauern beim Tunneleingang Malbun in Liechtenstein (Bild: Peter Vogt)

Literatur

- Norm SIA 266, 2015
- Norm SIA 266-2, 2012
- Norm SIA 318, 2012
- Friedrich, W. Tabellenbuch Bau und Holztechnik. Bonn: Dümmlers Verlag, 1983
- FLL: Empfehlung für Planung, Bau und Instandhaltung von Gabionen, 2012
- FLL: Empfehlung für Planung, Bau und Instandhaltung von Trockenmauern aus Naturstein, 2012
- Informationsstelle der Schweizerischen Kalksandstein Fabrikanten KS Info. Hrsg. , 8340 Hinwil
- Lehr, Richard. Taschenbuch für den Garten- und Landschaftsbau. Berlin: P. Parey Verlag, 1981
- Mahabadi, M. Konstruktionsdetails im Garten- und Landschaftsbau.
- Niesel, A. Bauen mit Grün. Berlin: P. Parey, 1990
- Schegk, Ingrid. Natursteinarbeiten im Garten- und Landschaftsbau. Stuttgart: Ulmer Verlag, 2016
- Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz Trockenmauern. Bern: Haupt Verlag, 2014
- Tufnell, R. Trockenmauer - Anleitung für den Bau und die Reparatur. Bern: Haupt Verlag, 2006
- Verband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau Baden-Württemberg e.V. Richtlinie Fassadensockelputz / Aussenanlage. Ausgabe 2002
- Ziegelforum e.V. Ziegel-Lexikon., Bavariaring 35, 8000 München 2, 1989
- Zimmermann, Astrid. Landschaft konstruieren - Materialien, Techniken, Bauelemente. Berlin: Birkhäuser Verlag, 2015