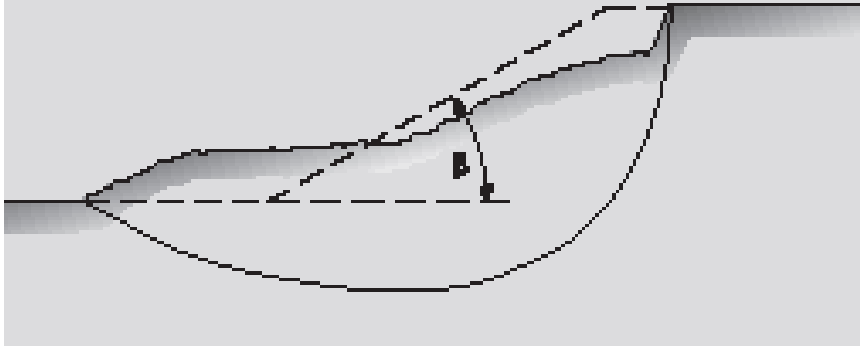
Hangsicherungen aus Beton

Die vier Haupt-Bodenarten

Bezeichnung	Mittlere Korverteilung			
Kies	2.0	–	60.0	mm
Sand	0.06	–	2.0	mm
Silt	0.002	–	0.06	mm
Ton	0.0	–	0.002	mm

Darstellung 1



Verformung einer Böschung bei einer Rutschung

Bodenarten

Um das Risiko bei Erdbauarbeiten abzuschätzen respektive einzuschränken, sind die verschiedenen Bodenarten nach ihren Eigenschaften in Gruppen klassifiziert.

Die wichtigsten Kriterien der Klassifikation sind:
– Korngrösse/Kornform/Kornabstufung
– mineralogische Beschaffenheit der kleinsten Teilchen
– Kohäsion/Konsistenz

Mit verschiedenen Prüfmethoden können die vorhandenen Eigenschaften (Bodenkennwerte) des Untergrundes zuverlässig ermittelt werden.

Diese Bodenkennwerte sind notwendig, um den Druck der Hinterfüllung gegen die Hangsicherung zu berechnen, die Belastung des Untergrundes und die Standsicherheiten überprüfen zu können.

Als Untergrund versteht man den Baugrund, das heisst, den gewachsenen Boden oder den anstehenden Fels.

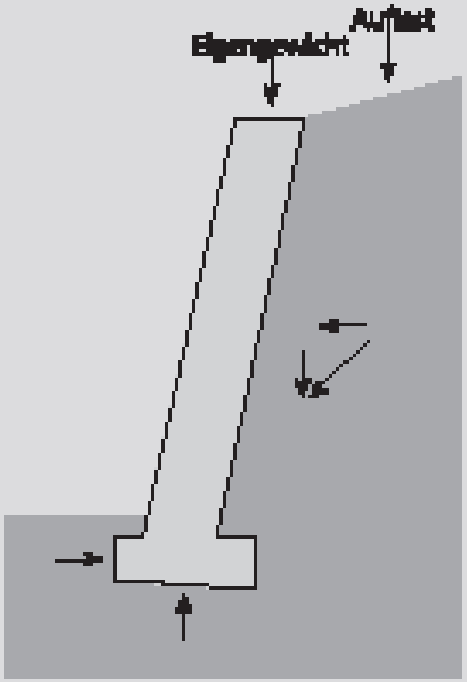
Natürliche Böschungen/Rutschungen

Jede abgeböschte Geländeoberfläche (natürliche Böschung oder künstlicher Einschnitt) hat die Tendenz, sich unter dem

Erfahrungsgemäss sind Böschungen im Lockergestein mit einer max. Neigung von 2:3 (vertikal – horizontal) standsicher. (Böschungswinkel $\beta \leq 34°$)

Gibb Bauplanung Umgebung

Darstellung 2



Schwergewichtsmauer

Hangsicherungssysteme

Die Kräfte, die einen Kollaps einer Hangsicherung herbeizuführen suchen und diejenigen, die entgegenwirken, können wir mit den folgenden gebräuchlichen Systemen in ein Gleichgewicht bringen:

– Schwergewichtsmauer
– Winkelstützmauer
– Betonpalisaden
– Verankerte Stützmauer mit Erdankern
– Geogitter bewehrte Hangsicherung
– Spund-, Pfahl- und Rühlwand, etc.

In dieser Broschüre werden die Produkte der Bereiche Mauern, Schwergewichts- und Winkelstützmauern, Palisaden und Bewehrte Erde erläutert.

Schwergewichtsmauer

Wird die Standsicherheit einer Hangsicherung vorwiegend durch ihr Eigengewicht erzeugt, spricht man von einer Schwergewichtsmauer. Dazu zählen sowohl die offenen (begrünbaren) als auch geschlossenen Systeme. (Siehe Darstellung 2)

Vorteil:

– Keine oder nur leichte Bewehrung erforderlich
– «Niedrigere» Betonfestigkeit genügend
– Geringer Erdaushub
– Kleine Fundamentbreiten
– Eignet sich hervorragend als Hangsicherung vor bestehenden Böschungen
– Die einzelnen Hangsicherungselemente können lose aufeinander verlegt werden

Nachteil:

– Ästhetik (klobig, wirkt schwer)

Voraussetzungen um Hangsicherungen sicher zu bauen:

- Oberflächliche Beurteilung des Baugrundes
- Baggerschlitze zur tiefgründigen Beurteilung
- Sondierbohrungen um fundierte Kenntnisse des Untergrundes zu erhalten
- Laboruntersuchungen
- Ausreichende Standsicherheit gegen Kippen, Gleiten und Grundbruch
- Frosteindringtiefe berücksichtigen
- Zulässige Setzungen nicht überschreiten
- Zulässige Bodenpressungen nicht überschreiten
- Keine unzulässigen Auflasten

Fundation von Hangsicherungen

Erfahrungen haben gezeigt, dass die Ursache der meisten Zusammenbrüche von Hangsicherungen das Versagen der Fundation ist.

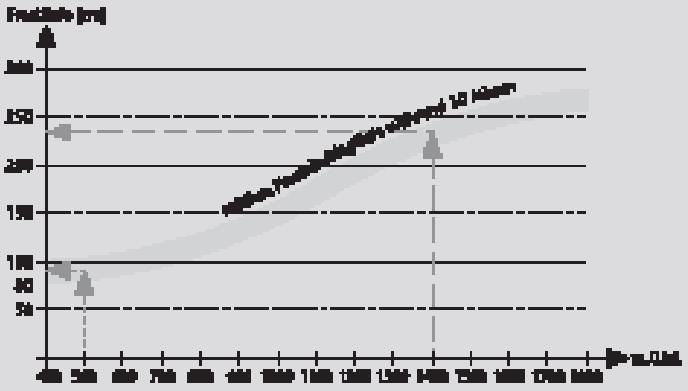
Standsicherheiten

Was versteht man unter Kippen?
Der Erddruck ist zu gross. Die Hangsicherung wird nach vorne gekippt. Gegen Kippen wird mit einem Standsicherheitsfaktor von mindestens 1.5 gerechnet.

Was versteht man unter Gleiten?
Die Reibung zwischen Fundamentsohle und Baugrund ist zu klein. Die Hangsicherung wird nach vorne weggestossen. Der Erdwiderstand auf der Vorderseite der Hangsicherung wirkt dem Gleiten entgegen.

Gegen Gleiten wird mit einem Sicherheitsfaktor von mindestens 1.5 gerechnet.

Darstellung 4



Mittlere Frosttiefe während 10 Jahren im Kiesmaterial

Bindige Böden

kg/cm² Beurteilung auf der Baustelle

Frosttiefe

Das im Baugrund eingelagerte Porenwasser gefriert bei tiefen Temperaturen. Zusätzlich wird Wasser kapillar vom tieferen Teil eines feinkörnigen Materials entzogen, im oberen Teil angelagert und bildet Eislinsen.

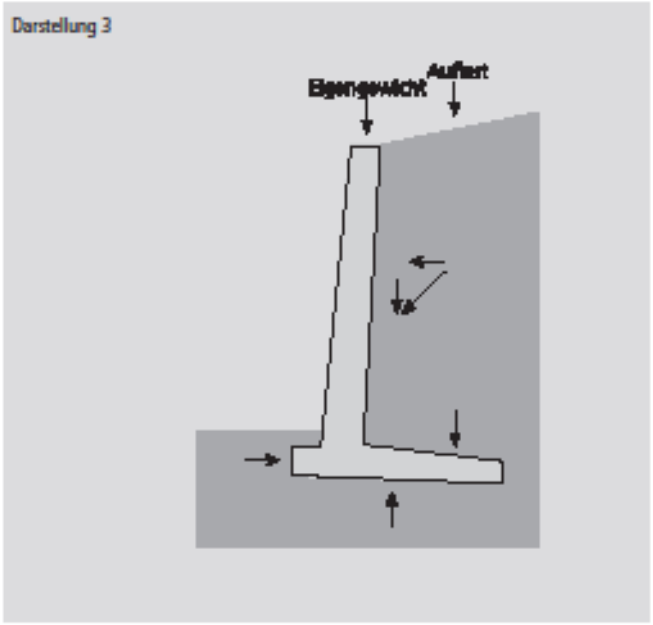
Durch die Eisbildung vergrössert sich das Volumen und führt zu Hebungen. Anschliessend wird durch die Tauphase der Wassergehalt im Boden verändert und kann zu einem Tragfähigkeitsverlust führen.

Die meisten Böden sind nicht frostsicher.

Die Durchfrostung eines Sandes oder Kieses verändert die Bodenstruktur nicht. Das Gesamtvolumen wird wohl etwas vergrössert, jedoch die Eislinsen sind nicht konzentriert angelagert und die Tauphase führt zu keinem Tragfähigkeitsverlust.

Die Durchfrostung eines feinkörnigen Bodenmaterials ist heikler. Während der Tauphase führt der veränderte Wassergehalt oft zu einem Tragfähigkeitsverlust und folglich zu ungleichmässigen Setzungen mit Schadenfolge. (Siehe Darstellung 4)

Im Mittelland liegt die Frosttiefe bei ca. 80 cm.



Winkelstützmauer

Winkelstützmauer

Die Winkelstützmauer erhält ihre Standsicherheit durch ihr Eigengewicht und zusätzlich durch das Hinterfüllungsmaterial auf ihrem Fundamentfuss. Die Winkelstützmauer ist in der Regel ein geschlossenes System (Ausnahme zum Beispiel Pfeilermauer). (Siehe Darstellung 3)

Vorteil:
– Leichtes Aussehen
– Geringe Betonmassen
– Schnell erstellt (vorfabrizierte Winkelelemente)

Nachteil:
– Grössere Fundamentbreite, insbesondere nach hinten
– Grösserer Aushub bergseits
– Nicht direkt begrünbar

Begrünbare (offene) Hangsicherung – MURFLEURI

Begrünbare (offene) Hangsicherungen

Eine begrünbare Hangsicherung bietet ideale Möglichkeiten, wertvollen Lebensraum zu schaffen. Weil Tiere und Pflanzen über Jahrtausende ein fruchtbares Neben- und Miteinander entwickelt haben, ist für naturnahe Begrünungen einheimischen Pflanzen generell der Vorzug zu geben. Nektar und Blütenstaub sammelnde Insekten erkennen exotische Pflanzen oft nicht als Nahrungsquelle. Insbesondere Schmetterlinge und Tagfalter übersehen die für uns prächtig erscheinenden Blüten, weil sie das für den Menschen unsichtbare ultra-violette Licht als Orientierungshilfe benötigen. Deshalb ist auch die Bestäubung und somit die Fortpflanzung solcher Exoten gefährdet.

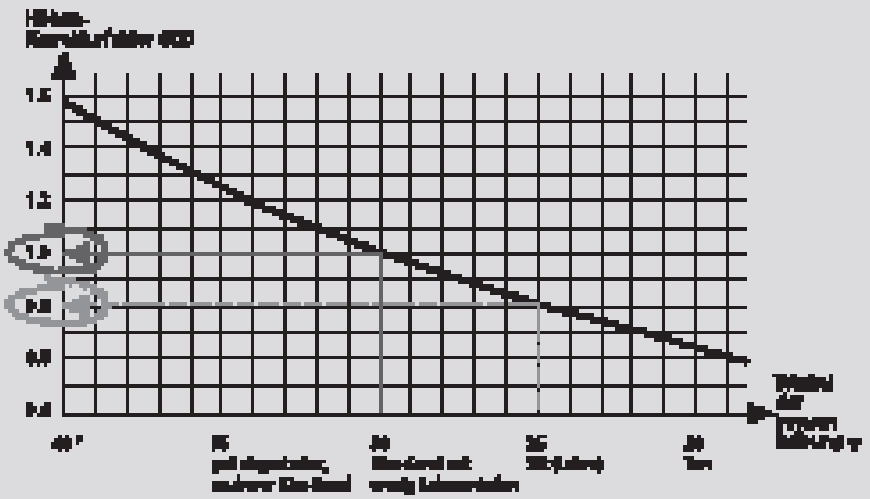
Hangsicherungen, die mit offenen Böschungselementen erstellt oder offen aufgebaut werden, sind direkt begrünbar. Es kann, im Gegensatz zu geschlossenen Systemen, die indirekt begrünt werden müssen, direkt in die Mauer gepflanzt werden.

Eine begrünte Böschungssicherung erfordert Unterhalt. Bis die Böschung gut bewachsen ist, sollte in Trockenperioden regelmässig gegossen werden. Später reicht die Speicherfunktion der mit Erd-Kiesgemisch gefüllten Elemente in der Regel aus, um die Pflanzen auch während einiger Tage ohne Niederschlag mit genügend Wasser zu versorgen.

Siehe Kapitel «Böschungselemente, Bepflanzung» S.14.

Eine begrünte Böschung, die oft gewässert werden muss, ist falsch bepflanzt.

Darstellung 6



Korrekturfaktor (K1) für Mauerhöhen beeinflusst durch den Inneren Reibungswinkel φ des Bodenmaterials

Bodenkennwerte / Berechnungsgrundlagen

Um genaue Bodenkennwerte zu erhalten, sind geologische Untersuchungen unumgänglich.

In unserer technischen Wegleitung für Betonhangsicherungen finden Sie Dimensionierungsvorschläge der Fundation.

Diese Angaben basieren auf den folgenden, angenommenen Bodenkennwerten:

Raumgewicht des Materials	$\gamma = 20$ kN/m³ (2 to/m³)
Winkel der inneren Reibung	$\varphi = 30°$
Wandreibungswinkel	$\delta = 2/3 = 20°$
Kohäsion	$c = 0 \varphi$

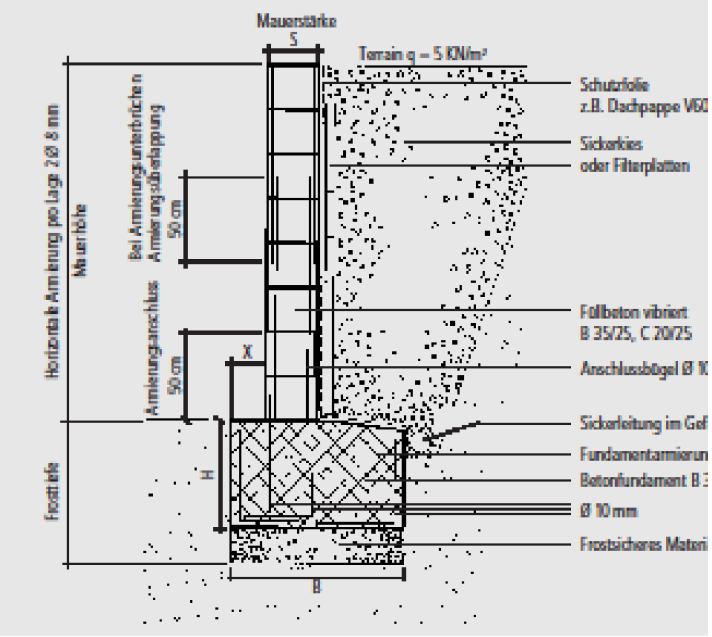
Die Bemessung erfolgt nach der Grenzzustandstheorie:

– Kippen Grenzzustand	Typ 1
– Gleiten Grenzzustand	Typ 2
– Grundbruch Grenzzustand	Typ 2

Als Berechnungsgrundlage dienen die SIA-Normen 260/2003, 261/2003, 262/2003, 267/2003 und den EN-Normen SN 206-1, EN 1990, EN 1991, prEN 1992, prEN 1997.

Gibb Bauplanung Umgebung

Mauerbau Coffra - Schalungsstein



COFFRA Hangsicherung – Mauerhöhen und Armierungseinteilungen

Die Angaben in der Tabelle sind Richtwerte.

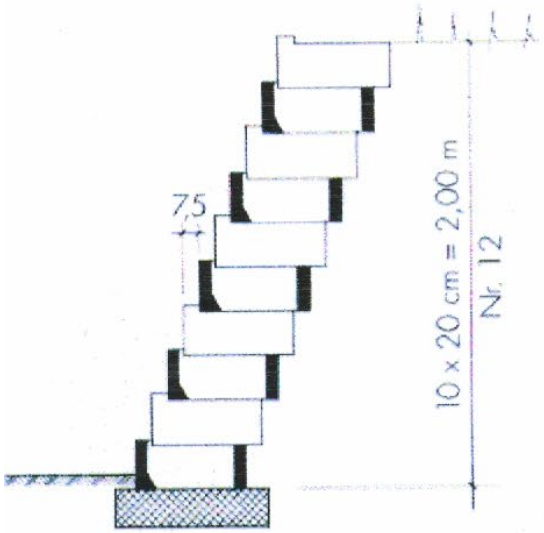
Berechnungsgrundlagen:
ϕ = 30°
γ = 20 kN/m³
q = 5 kN/m²

Die Ausführung der Mauer als Hangsicherung muss durch einen Ingenieur kontrolliert werden.

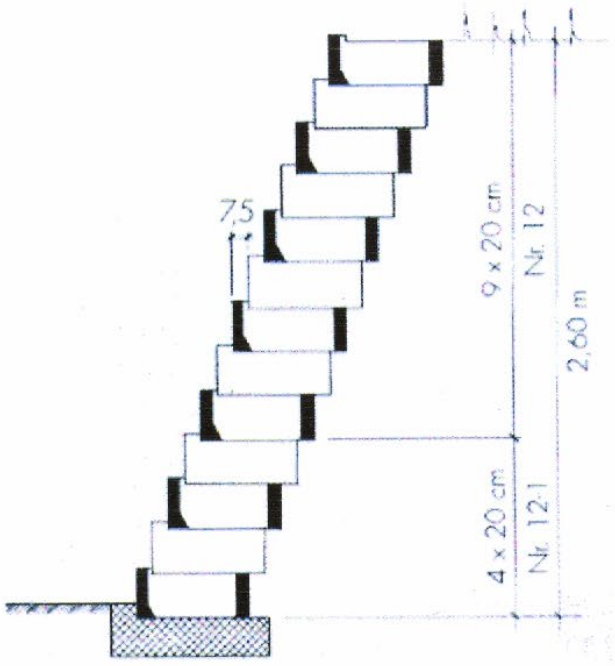
Höhe in Meter	Mauer-schichten	Md max. kNm/m	Mauerstärke 15 cm	Mauerstärke 20 cm	Mauerstärke 25 cm	Mauerstärke 30 cm
			AS COFFRA 15	AS COFFRA 20	AS COFFRA 25	AS COFFRA 30
			L × B × H = 50 × 15 × 25 cm	L × B × H = 50 × 20 × 25 cm	L × B × H = 50 × 25 × 25 cm	L × B × H = 50 × 30 × 25 cm
			Feuerwiderstand F30	Feuerwiderstand F60	Feuerwiderstand F90	Feuerwiderstand F90
			Füllbeton B 35/25 100 l/m²	Füllbeton B 35/25 150 l/m²	Füllbeton B 35/25 200 l/m²	Füllbeton B 35/25 250 l/m²
			Vertikale Armierung	Vertikale Armierung	Vertikale Armierung	Vertikale Armierung
2.00	8	18.33				**Fundament:** B = 120 cm, H = 60 cm, X = 20 cm **Armierung COFFRA Mauer** 2 × Ø 10 mm, a = 15 cm **oder** 2 × Ø 12 mm, a = 20 cm
1.75	7	12.76			**Fundament:** B = 110 cm, H = 50 cm, X = 20 cm **Armierung COFFRA Mauer** 2 × Ø 8 mm, a = 15 cm **oder** 2 × Ø 10 mm, a = 20 cm	
1.50	6	8.44		**Fundament:** B = 100 cm, H = 50 cm, X = 20 cm **Armierung COFFRA Mauer** 2 × Ø 8 mm, a = 15 cm **oder** 2 × Ø 10 mm, a = 20 cm		
1.25	5	5.21				
1.00	4	2.92	**Fundament:** B = 80 cm, H = 40 cm, X = 20 cm **Armierung COFFRA Mauer** 2 × Ø 8 mm, a = 20 cm			
0.75	3	1.41				
0.50	2	0.52				
0.25	1	0.10				

Mauern höher als 2.00 m müssen durch einen Bauingenieur berechnet werden.
Fundamentbeton B 30/20, C 16/20, armiert, Füllbeton COFFRA Elemente B 35/25, C 20/25 armiert

Heizmann , Löffelsteinmauern u.ä.



Heinzmann-Mauer mit Element Nr. 12, Höhe: 2,00 m



Heinzmann-Mauer mit Element Nr. 12 und 12-1 verstärkt, Höhe: 2,60 m

■ Einbaubeispiele

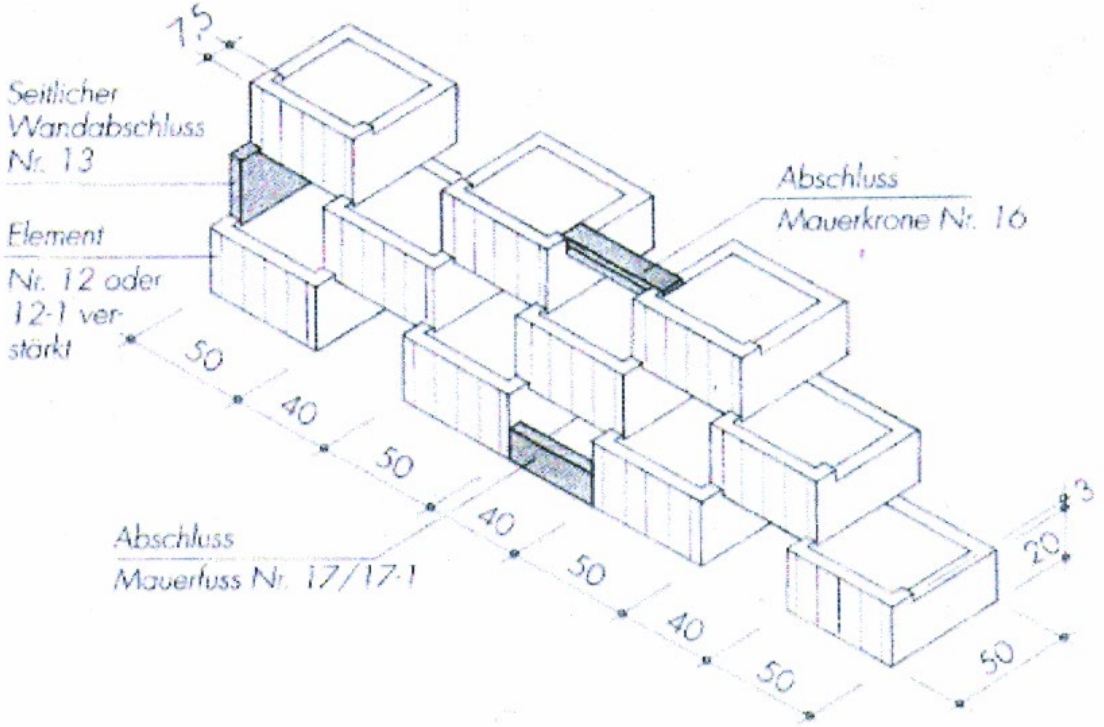
- Für das Gleiten der Fundamente, Geländebruch und Grundbruch besteht wie bei den Schwergewichtsmauern das gleiche Problem und sollte von Fall zu Fall untersucht werden.
- Bei Element Nr. 12 ist eine Mauerhöhe von 2,00 m möglich.
- Bei Element Nr. 12-1 verstärkt beträgt die Höhe 2,60 m.
- Bei günstigen Bodenkennwerten sowie horizontaler Böschung sind auch grössere Höhen möglich.

■ Versetzanleitung

a) **Fundamente:** Die Fundamente sind immer horizontal anzulegen sowie in ein tragfähiges, gewachsenes und frostsicheres Terrain einzubauen. Stärke ca. 15-20 cm. Bei Gefälle oder Steigung im Mauerfuss sind Abstufungen auszuführen, die genau der Elementhöhe entsprechen (20 cm) oder ein Mehrfaches derselben.

b) **Entwässerung:** Durch die offene Bauweise der Heinzmann-Mauer entfällt normalerweise die Entwässerung. Bei schlecht wasserdurchlässigem Untergrund muss wie bei anderen Stützmauern eine Drainage eingelegt werden.

c) **Aufbau:** Der Aufbau der Elemente erfolgt in Trockenbauweise (ohne Mörtel) Sie sind mit seitlichem Abstand voneinander lageweise aufzubauen und einzufüllen. Die Böschungsneigung von 70° wird durch den 7,5 cm breiten Seitennocken bestimmt.

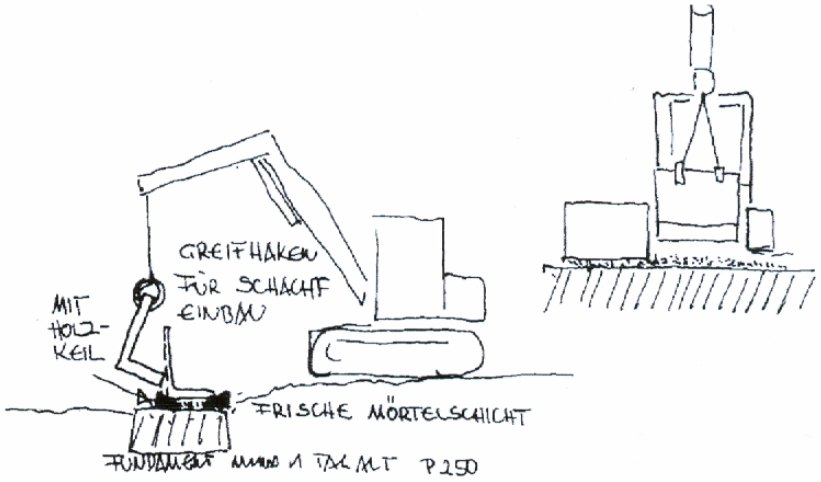


d) **Einfüllmaterial:** Das Ein- und Hinterfüllmaterial soll aus nichtbindigem sickerfähigem Erdmaterial bestehen (Ø min. 30°). Es muss gleichzeitig mit dem Aufbau der Elemente in Schichten von 20-40 cm eingebracht und gut verdichtet werden. Nach dem Verdichten der Hinterfüllung können die Elemente mit Humus eingefüllt werden.

e) **Böschung:** Für weitere Fragen wie Aufbringen von Lasten auf die Mauerkrone oder Erstellen von Böschung über 15 Grad kann Ihnen der technische Dienst der Firma Heinzmann Auskunft geben.

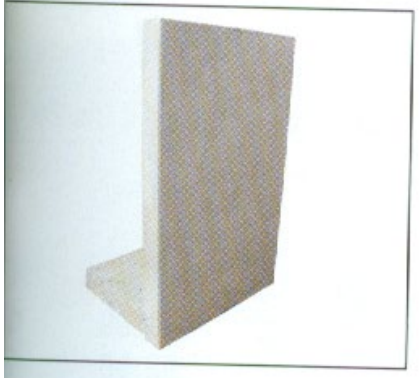
Wichtig: Bei der Planung und Ausführung einer Heinzmann-Mauer ist mit dem technischen Dienst der Firma Heinzmann oder einem Ingenieur Büro Kontakt aufzunehmen.

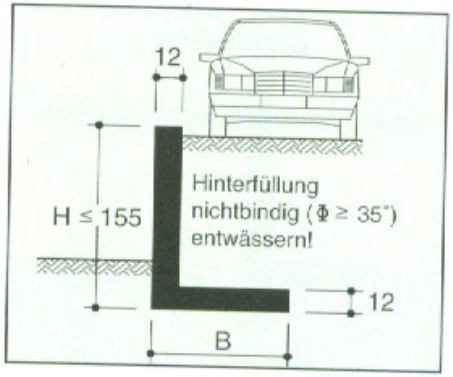
Winkelelemente, U-Elemente (Sitzelemente)
Formate: Höhe 25 -ca 150 cm; Fuss: 25 - 70 cm, Baulänge, 50, 100, 200 cm; Eckelemente bei einzelnen Formaten.
Fundamente: je nach Elementhöhe: bei Fundamenthöhe 25 cm beträgt die Fundamenttiefe 25 cm, bei 50 cm Höhe ca. 30 cm, bei 100 cm Höhe ca 50 cm Fundamenttiefe

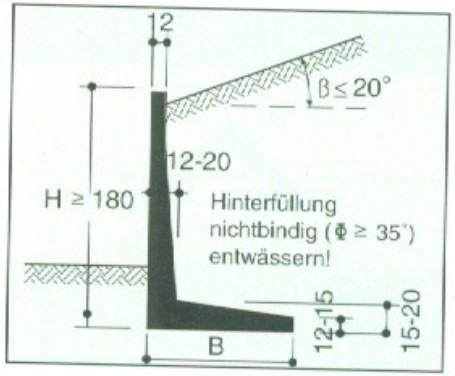


Die Winkelelemente werden auf das erhärtete Fundament auf 1-2 cm Mörtelschicht gestellt. Kleinere Elemente können von Hand mit spez. Zangen versetzt werden, schwerere Elemente werden maschinell mit spez. Haken (Schachtklammern) versetzt. Die Angriffsflächen müssen gepolstert werden (Stücke von Gummireifen). Die Elemente werden ohne Anzug versetzt. Sie müssen mit der Schnur gerichtet werden. Als Versetzhilfe können 2 Gipserlättchen, die genau in den Mörtel verlegt werden, verwenddet werden. Sie werden nicht entfernt.
Versetztoleranz zwischen zwei Elementen: 1mm (horizontal und vertikal)
Vorsicht: Ecken, Kanten und Sichtflächen der Elemente sind sehr empfindlich. Das Anklopfen und Ausrichten hat mit Holzunterlagen zu geschehen. Beim Versetzen ist als Kantenschutz mit Gipserlättchen, Hartpavatex, o.ä. zu arbeiten. Bei Elementen über 50 cm Höhe und anschliessender Böschung ist zu drainieren.

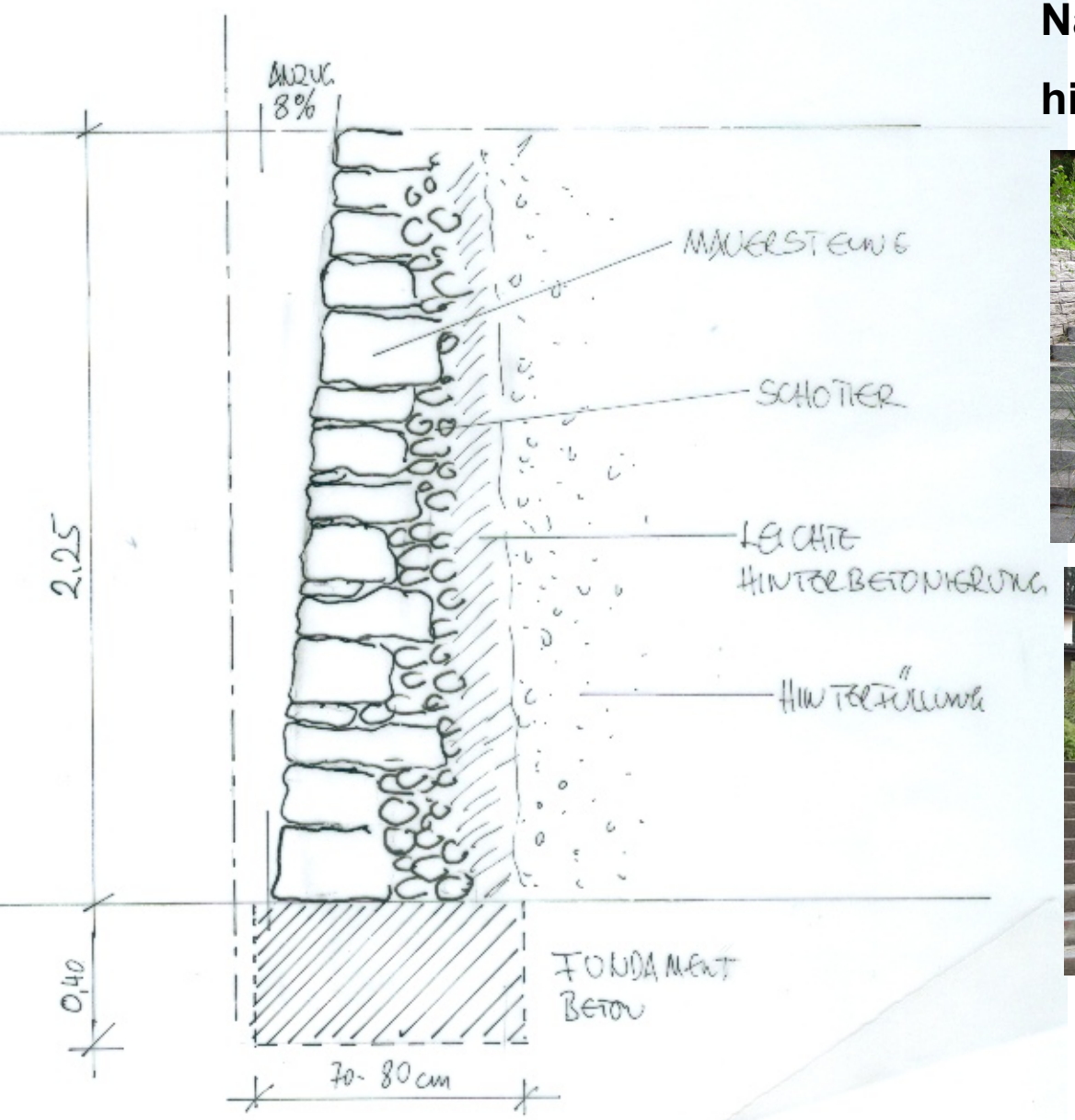
Mauerscheiben





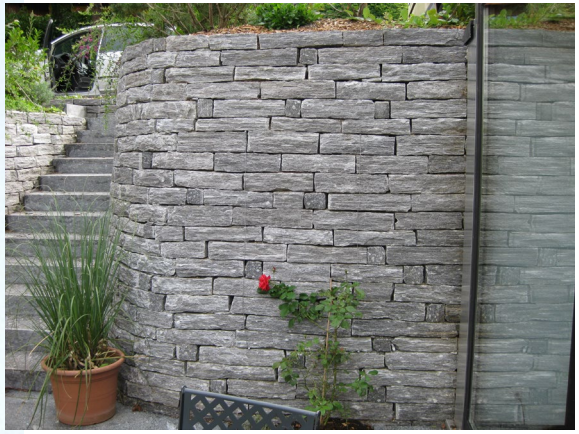


Natursteinmauern



Natursteinmauer

hinterbetoniert



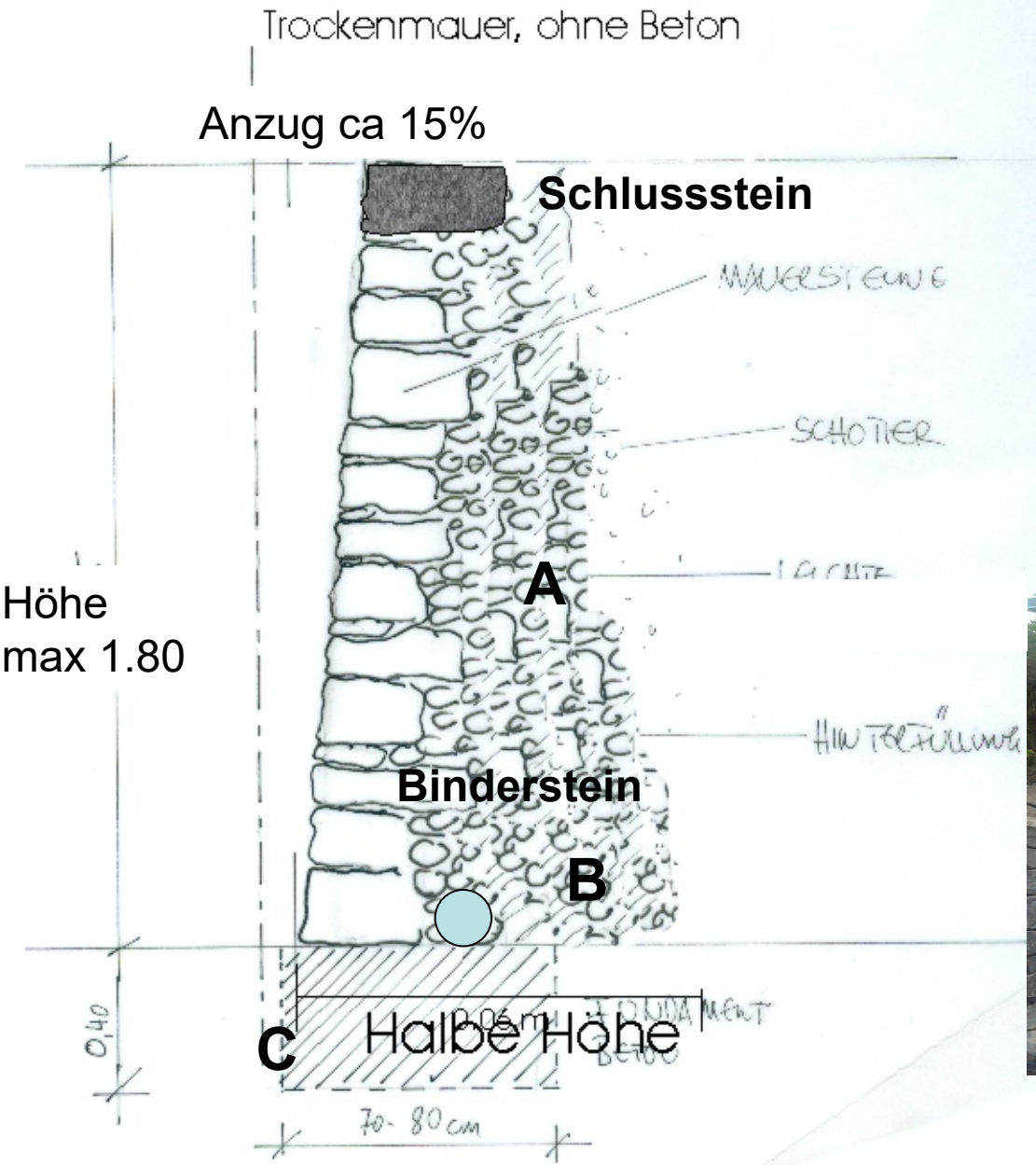
Natursteinmauern

- **Trockenmauer aus Natursteinen**

  Aufbauhinweise (Kurzfassung)

  - Anlauf nach DIN ca. 15 % / wichtig!
  - A = Drainagematerial / Drainageschotter ohne Feinanteil
  - B = ggf. Drainagerohr (bei starkem Gelände Wasserdruck)
  - C = Frostschutzfundament (lagenweise verdichtet)
  - Kanten- oder Pflastersteine im Edelsplittbett (vermindert die Veralgung der Mauersteine im Mauerfuß, verbessert die Entwässerung der anschließenden Bodenfläche vor der Mauer und erleichtert die Kantenpflege)

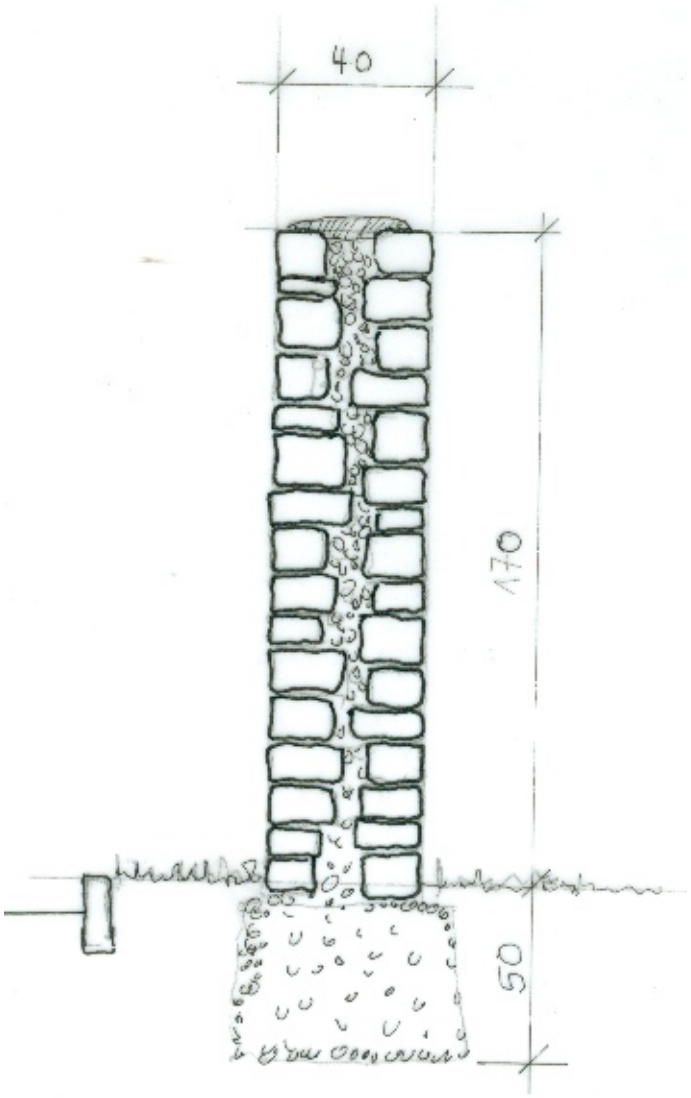
Natursteinmauer



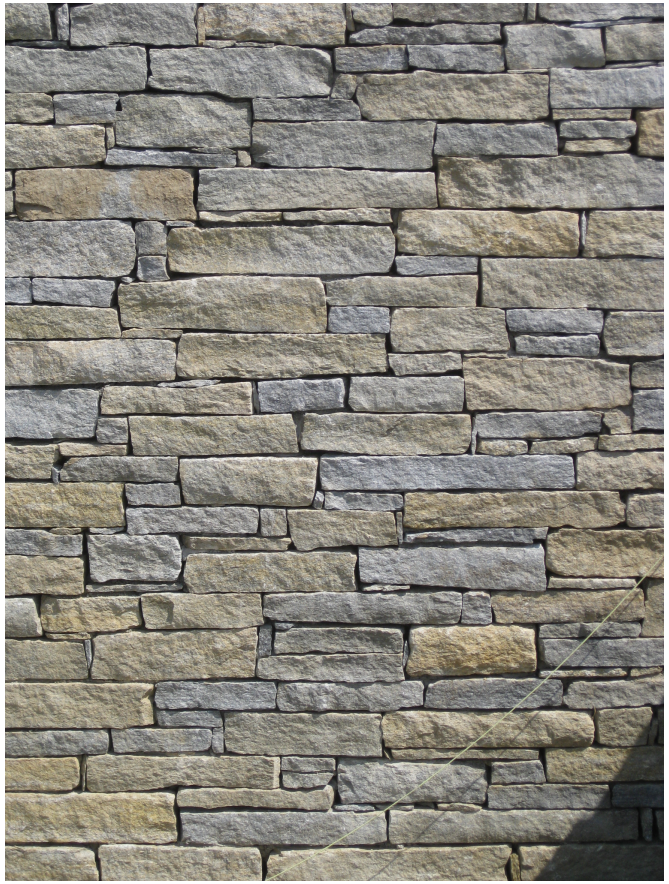
Höhe
max 1.80

Natursteinmauern

Sichtschutzmauer



Natursteinmauern

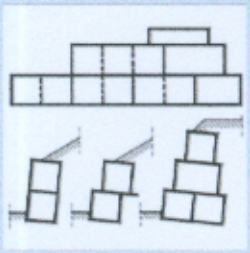


Verblendungen

Holz Sichtschutzwände

Gabionen Steinkörbe

Mit dem einfachen Baukastensystem sind den RUBO-Steinkörben keine Grenzen gesetzt.



Versetzungen sind in jeder Achse im Raster vom 10 cm möglich.

Gestaltungsmöglichkeiten: Individuell durch Versetzen der einzelnen Steinkörbe.

Wichtige Ausführungshinweise:

Fundation: Je nach Bodenqualität ist es zweckmässig, auf der Sohle eine Ausgleichschicht mit Magerbeton vorzubereiten.

Maueranzug: In der Regel 10 %.

Einbautiefe: Ca. 20 cm in gewachsenen Boden.

Entwässerung: Normalerweise ist eine Sickerleitung hinter der Stützmauer erforderlich.

Hinterfüllung: Wasserdurchlässiges, verdichtetes Material.

Drahtstärke: Es stehen bei Maschenweiten 10 x 10 cm sowie 10 x 5 cm Drahtstärken von 3.5 mm und 4.5 mm zur Verfügung, bei MW 2.5 x 5 cm ausschliesslich 3.5 mm. Für die Füllung mit Bollensteinen und bei mehrlagigen Ausführungen wird 4.5 mm empfohlen.

Füllmaterial: Frostsichere Bruch- oder Bollensteine mit Grössen je nach Maschenweite:
10 x 10 cm: Steingrösse 80/150 mm oder grösser – Handschichtung
10 x 5 cm: Steingrösse 60/90 mm – maschinelle Füllung
2.5 x 5 cm: Steingrösse 30/60 mm – maschinelle Füllung