

- Hangsicherungen sind Bauwerke mit einer statischen Funktion. Sie dürfen nur durch Fachleute erstellt werden.
 - Wir garantieren bei allen unseren Produkten zur Erstellung von Hangsicherungen einwandfreie Qualität. Wichtig ist, dass alle Randbedingungen beim Aufbau beachtet und eingehalten werden. Für Schäden, welche aus nicht bestimmungsgemäsem oder unsachgemäßem Gebrauch unserer Produkte entstehen, wird jede Haftung abgelehnt.
 - Bei Unklarheiten ist unser Techn. Dienst beizuziehen. Wir beraten Sie gerne.
 - Für Planung und Ausführung sollte der Spezialprospekt des betreffenden Produktes und die technische Wegleitung «Hangsicherungen aus Beton» beigezogen werden.
- Schneelasten (vorallem in höheren Regionen)
 - Andere Auflasten (Nutzungsänderung)

Baugrundverhältnisse

Beurteilung der Baugrundverhältnisse durch die örtliche Bauleitung oder Geologe:

- Winkel der inneren Reibung φ
- Zulässige Bodenpressung
- Raumgewicht γ
- Frosttiefe

Fundament/Terrain

Befindet sich das Fundament in gewachsenem Boden oder in einer Aufschüttung?

Ist das Terrain unterhalb der Mauer horizontal oder abfallend?

Welche Abmessungen braucht das Fundament?

Gesamtstabilität

Wer überprüft die Gesamtstabilität des Bauwerks? (Gleiten, Kippen, Grundbruch, Setzungen)

Wasserhaltung/Entwässerung

Muss beim Aushub der Baugrube mit wasserführenden Schichten gerechnet werden?

Ist die Entwässerung gewährleistet und wo wird sie angeschlossen? (Sickerleitung, Kanalisation)

Befindet sich das Fundament im Grundwasser?

Checkliste für die Erstellung von Hangsicherungen

Höhe der Mauer

Mit welcher Maximalhöhe ist zu rechnen?

Auflasten

Welche Auflasten beeinflussen die Mauer heute und allenfalls zukünftig?

- Böschungen
- Strassen, Parkplätze, Gebäude

Asthetik/Systemwahl

- Begrünbares (offenes) System
- Geschlossenes System

Grundlagen/Ausführung

- Pläne: Situation, Längenprofil, Querprofil
- Technische Ausführung: Nischen für Hydranten, Kandelaber, Notausstieg, Luftschutz, usw.
- Baubewilligung vorhanden
- Nachbarn orientiert
- Spezialprospekt, Verlegehinweise, Bauvorgang

Platzverhältnisse

Ist genügend Platz vorhanden für:

- Zufahrt mit LKW
- eventuell Baumaschineneinsatz

Ist ein Wendepplatz notwendig?

Behindern Schachtdeckel, Leitungen, usw. den Bauablauf?

Versetzeräte

Sind Versetzeräte notwendig?

Materialauszug

Welche Elementtypen werden benötigt? Lieferfristen?

Foundation von Hangsicherungen

Voraussetzungen, um Hangsicherungen sicher zu bauen sind:

- Kenntnisse des Baugrundes und der vorhandenen Bodenkenwerte durch:
- Sondierbohrungen
- Baggerschlitz

- Oberflächliche Beurteilung
- Laboruntersuchungen
- Ausreichende Standsicherheit gegen Kippen, Gleiten und Grundbruch
- Frosteindringtiefe berücksichtigen
- Zulässige Setzungen nicht überschreiten
- Zulässige Bodenpressungen nicht überschreiten
- Keine unzulässigen Auflasten

Standsicherheiten**Kippen**

Der Erddruck ist zu gross. Die Hangsicherung wird nach vorne gekippt.

Gleiten

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

Grundbruch

Die Scherfestigkeit des Bodens ist überschritten. Der unterliegende Boden ist nicht in der Lage, die Auflast und das Gewicht des darüberliegenden Bodens aufzunehmen und schert plötzlich entlang eines Gleitkreises aus.

Grundbruchgefährdet sind:

- Schmale Fundamente und kleine Fundamenttiefen

- Grosser Feinkornanteil und Wassergehalt bei bindigen Böden

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 Eislinien.

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 Eislinien sind nicht konzentriert angelagert und die Tauphase führt zu keinem Tragfähigkeitsverlust.

Die Durchfrostung eines feinkörnigen Bodenmaterials ist problematischer. Während der Tauphase führt der veränderte Wassergehalt oft zu einem Tragfähigkeitsverlust und folglich zu ungleichmässigen Setzungen mit Schadenfolge.

- Im schweizerischen Mittelland ist die Frosttiefe ca. 80 cm.

Setzungen

Unter Setzungen versteht man die Senkung eines Bauwerkes infolge der Zusammendrückung und Verformung der Bodenschichten. Durch Auflasten werden die Bodenschichten zusätzlich verdichtet. Ein Teil des Porenwassers wird ausgepresst und die Volumenverkleinerung führt zu Setzungen. Durch ungleichmässige Belastungen treten unterschiedliche Kantenpressungen auf, die zu ungleichmässigen Setzungen führen können.

Bodenpressungen

Die Bodenpressungen unter dem Fundament müssen gleich oder kleiner als die zulässige Bodenpressung sein.

- Als Richtwert ohne spezielle Bodenkenntnis kann die zulässige Bodenpressung mit 2 kg/cm^2 angenommen werden. $2 \text{ kg/cm}^2 = 0.20 \text{ N/mm}^2$

Bodenkennwerte/ Berechnungsgrundlagen

Um genaue Bodenkennwerte zu erhalten, sind geologische Untersuchungen unumgänglich. In unserer technischen Wegleitung «Hangsicherungen aus Beton» finden Sie Dimensionierungsvorschläge der Fundation. Diese Angaben basieren auf den folgenden, angenommenen Bodenkenntnissen:

Raumgewicht des Materials

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 \text{ (2 t/m}^3\text{)}$$

Winkel der inneren Reibung $\varphi = 30^\circ$

Wandreibungswinkel $d = 2/3 \varphi = 20^\circ$

Kohäsion $c = 0$

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 die EN-Normen SN 206-1, EN 1990, EN 1991, pr EN 1992, pr EN 1997.

Wird z.B. beim Aushub festgestellt, dass die effektiven Bodenkennwerte schlechter sind als die in der Berechnungsgrundlage angenommenen, ist unbedingt die neue Situation durch den örtlichen Ingenieur zu beurteilen. Bei grösseren Mauerhöhen und unsicherem Baugrund muss die Dimensionierung der Foundation durch den örtlichen Ingenieur erfolgen. Die Sicherheiten gegen Kippen, Gleiten, Grundbruch und Setzungen müssen ebenfalls überprüft werden.

Fundament

Das Fundament wird als Streifenfundament in Beton C 20/25 XC2 D_{\max} 32 ausgebildet. Im Normalfall ist keine Bewehrung erforderlich.

Andere Betonqualitäten und Bewehrung sind aus den Spezialprospekten ersichtlich.

Die Foundation unterhalb der Fundamentsohle bis zur Frosttiefe muss aus frostsicherem Material bestehen.

- Das Fundament als Streifenfundament in Beton C 20/25 XC2 D_{\max} 32 für unbewehrte Fundamente. Für bewehrte Fundamente Beton C 30/37 XC2 D_{\max} 32 verwenden

Entwässerung

Das in die Hinterfüllung einsickernde Regen- oder Bergwasser muss abgeleitet werden. Die Entwässerungsmassnahmen müssen verhindern, dass sich Wasser hinter der Stützmauer stauen kann (kein hydrostatischer Druck).

Bei geschlossenen Hangsicherungen ist es unerlässlich, eine Sickerleitung zu verlegen.

Bei begrünbaren (offenen) Hangsicherungen empfehlen wir ebenfalls eine Sickerleitung vorzusehen.

Die Sickerleitung ist am tiefsten Punkt an der Rückwand der Hangsicherung zu verlegen. Über der Sickerleitung ist eine 20–30 cm dicke Filterschicht (Sickerpackung) einzubringen.

- Sickerleitung hinter der Hangsicherung.

Hinterfüllung

- Die Hinterfüllung ist lose in Schichten einzubringen oder zu schütten.
- Sie darf nur mit leichten Geräten (max. 500 kg resp. 5 kN) im Abstand von 1 m ab der Mauerkrone verdichtet werden.
- Werden offene Böschungselemente verwendet, müssen die Elemente gleichzeitig lagenweise verfüllt werden.
- Das Material muss sickerfähig sein (z.B. Kies, sandiger Kies, Schotter). Es darf sich kein Wasser hinter der Hangsicherung stauen. Wird für die Hinterfüllung bindiges-lehmiges Material verwendet, dessen Winkel der inneren Reibung $\varphi < 30^\circ$ ist, ist die zulässige Bauhöhe zu reduzieren.
- Hinter der Hangsicherung ist entweder eine Sickerpackung einzubauen oder es sind Filterplatten vorzusehen.
- Das Sickerwasser ist durch die Sickerleitung abzuleiten (siehe Kapitel Entwässerung).
- Feuchte Hangsicherungselemente neigen vermehrt zu Ausblühungen.

Bepflanzung

- Je nach Art des Hangsicherungssystems ist eine Bepflanzung möglich.

- Elemente, die nach hinten versetzt und «offen» verlegt werden, sind für Bepflanzungen besser geeignet.
- Bepflanzte oder verfüllte Elemente schaffen für Kleintiere begehrte Lebensräume.
- Elemente die geschlossen versetzt werden sind nicht bepflanztbar. Jedoch vor und oberhalb können Blumen, Sträucher, Kräuter usw. eingesetzt werden.
- Die Art der Bepflanzung hängt einerseits vom Standort, andererseits von der Pflanzenart ab.

Produktspezifische Versetzhinweise

- Bei der Anwendung der verschiedenen Hangsicherungssysteme, wie Böschungselemente, Palisaden, Winkelplatten und Mauersteine, müssen zwingend die system- resp. produktspezifischen Versetzhinweise berücksichtigt werden (Auskunft bei Creabéton Matériaux).

Technische Wegleitung

In der technischen Wegleitung «Hangsicherungen aus Beton» von Creabéton Matériaux ist das Thema Hangsicherung ausführlich, umfassend und mit Richtwerten der Fundamentabmessungen für 5 verschiedene Lastfälle dargestellt.