 Schweizer Wanderwege
Suisse Rando
Sentieri Svizzeri
Sendas Svizras



Kurs Bau und Unterhalt von Wanderwegen

15./16. Oktober 2015

Maienfeld GR



FACHSTELLE FÜR FORSTLICHE BAUTECHNIK
CENTRE POUR LE GÉNIE FORESTIER
CENTRO PER IL GENIO FORESTALE
POST SPEZIALISÀ PER TECNICA DA CONSTRUCZIUN FORESTALA

Bund, Kantone und Fürstentum Liechtenstein



Standsicherheit einer Böschung (Kurs Wanderwegunterhalt 2015 Schweizer Wanderwege)

Wie steil eine Böschung über längere Zeit stabil bleibt, wird vom **Reibungswinkel** und von der **Kohäsion** des vorliegenden Bodenmaterials, sowie untergeordnet vom Raumgewicht bestimmt.

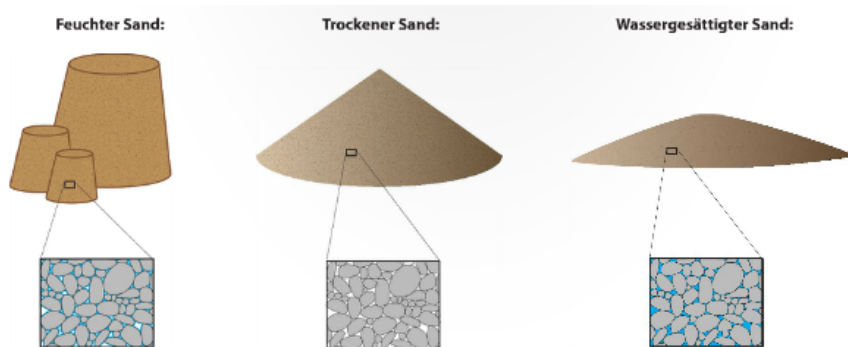
Der Reibungs- oder Scherwinkel hängt ab von der:

- Korngrößenverteilung (ungleichförmige besser als gleichförmige und grosse Komponenten besser als kleine),
- Kornform (kantig besser als rund) und
- Lagerungsdichte (dicht besser als locker)

Jeder Boden hat eine eigene Zusammensetzung und damit einen eigenen Reibungswinkel.

Die Kohäsion oder Haftfestigkeit beschreibt die zusammenhaltenden (bindenden) Kräfte zwischen den Bodenkörnern. Man spricht deshalb auch von bindigen Böden. Kohäsion entsteht chemisch durch die vorhandenen Tonmineralien oder aber auch physikalisch durch Pflanzenausscheidungen, Pilzmyzelien und Wurzelhaare. Im kompakten Fels ist die Kohäsion sehr hoch. Bei rolligen Böden (Kiesen, $0.065\text{mm} < 3\%$) fehlt sie weitgehend.

Die scheinbare Kohäsion beschreibt zusammenhaltende Kräfte, die vom Zustand des Bodens abhängen. Insbesondere der Wassergehalt ist dafür entscheidend. Kapillarkräfte des Wassers zwischen feuchten Sandkörnern ermöglichen eine Sandburg zu bauen. Nasser Sand fliesst hingegen davon. Daher ändert sich die Standsicherheit der Böschung in der Praxis mit dem Wassergehalt.



Praktische Massnahmen zur Stabilisierung instabiler Böschungen sind:

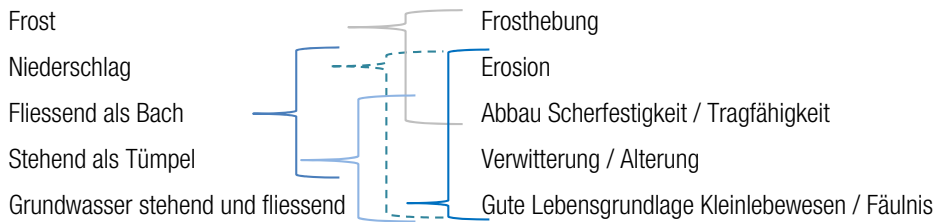
- Fassen und Ableiten von Grund- und Oberflächenwasser
- Abflachen auf stabiles Niveau (Stufen, Erdarbeiten)
- Stützen (Holzkasten, Mauern)
- Rückhalten (Ankerbauwerke)
- Oberflächenschutz (Abdeckungen wie Jute-, Kokos- oder Holzwollematten, Pflanzen)

Wir folgern daraus für die praktische Böschungsbeurteilung:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ist die natürliche Neigung mit realistischen Massnahmen erreichbar? • Instabile Zonen vor weiterem Wassereintritt schützen (abdecken, ableiten) • Tropfnasen abrunden • Pflanzen einbringen • Haben die möglichen Massnahmen langfristig Bestand? | <p>Abschätzen des Reibungswinkels
verhindert Abbau der scheinbaren Kohäsion
Erosion vermeiden
Unterstützt Kohäsion, schützt vor Erosion
Aufwand und Ertrag</p> |
|---|--|

Entwässerung / Wasserableitung (Kurs Wanderwegunterhalt 2015 Schweizer Wanderwege)

Wasser hat in unterschiedlicher Form schädigende Wirkung auf Wanderwege.



Die Ableitung von Wasser hat daher grosse Bedeutung. Man unterscheidet zwischen Ableitung von fliessenden Gewässern sowie Wasser aus dem Gelände (Grundwasser) und der Trassenentwässerung.

Ableitung von Fliess- und Grundwasser

Fliessende Gewässer zu queren ist in den meisten Fällen aufwändig. Minimallösungen an kleinen Bächen sind Trittsteine und kleine Rohrdurchlässe sowie ganz einfache Steglösungen. Damit verbundene Probleme sind Verstopfung, Wegschwemmen, mangelnde Sicherheit und zeitweise Unpassierbarkeit.

Beim Ableiten von Grundwasser ist vorerst das Filtern des vorhandenen Wassers aus dem Boden zu erreichen. Dazu werden Materialien höherer Durchlässigkeit an die wasserführenden Schichten angehängt. So wird die Fliessrichtung dorthin gerichtet und das Wasser kann im Anschluss gesammelt und abgeleitet werden. Mit dem abnehmenden Wassergehalt im Boden steigt seine Tragfähigkeit. Im Wanderwegbau ist dies nur bei stark frequentierten Routen zur Verbesserung der Wegtrasse zu rechtfertigen. Denn Entwässerungsmassnahmen haben immer auch Einfluss auf Fauna und Flora und sind eher unterhaltsintensiv. Besser geeignet ist das Einbringen widerstandsfähiger Materialien wie Stein oder Holzprügel.



Abbildung 1 Einfaches Brett als Steg!!

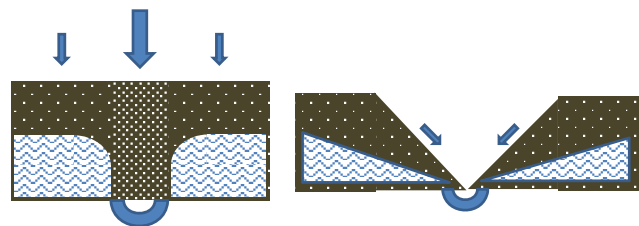


Abbildung 2 Drainage mit Sickerpackung (links) und als offener Graben (rechts)

Ableitung von Wasser aus der Wegtrasse

Wanderwege sind grundsätzlich nicht befestigt, das heisst, erosionsanfällig. Um das sich sammelnde Wasser möglichst schnell abzuleiten, bestehen vier grundsätzliche Konzepte:

- | | |
|--|--|
| 1. Quergefälle talseits (über Schulter entwässern) | häufigster Fall |
| 2. Quergefälle bergseits mit Längsgraben und Durchlässen | an Gefahrenstellen |
| 3. Bombierung mit Längsgraben und Durchlässen | häufig bei kombiniert genutzten Wegen (befahren) |
| 4. Querabschläge | überall möglich, auch in Kombination mit Obgenanntem |

Für die praktische Wasserableitung merken wir uns:

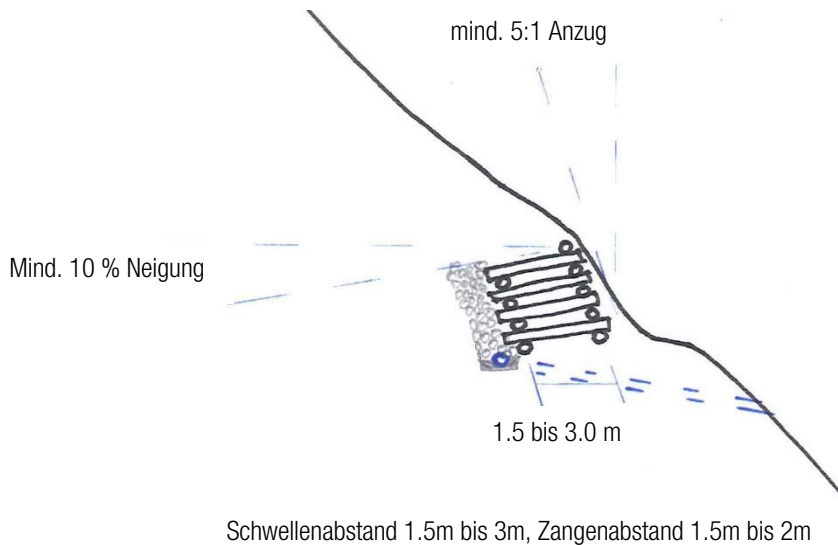
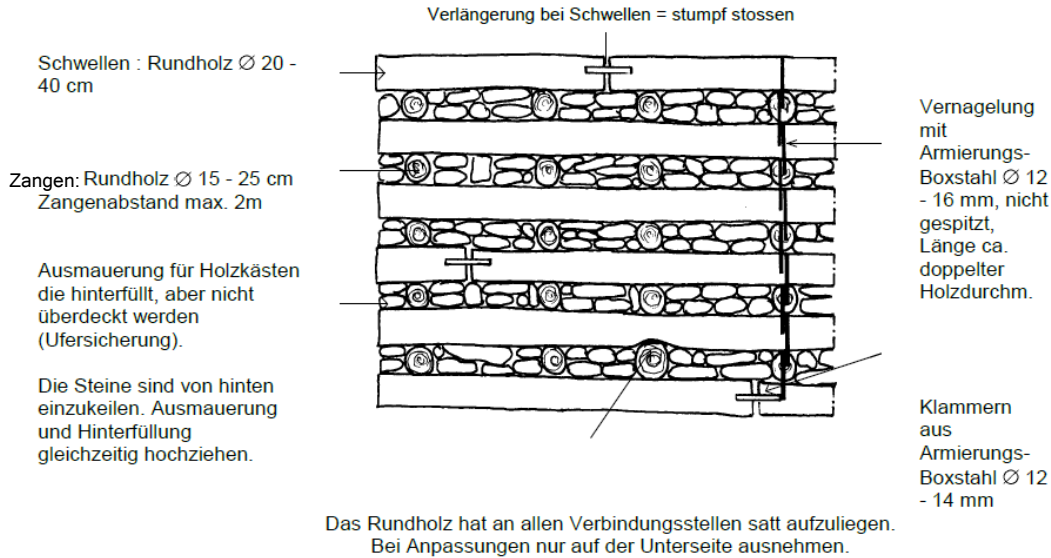
- Je steiler ein Weg ist, umso höheres Erosionspotential hat das fliessende Wasser und die Ableitung wird schwieriger. Daher die Wasserableitung schon in der Weganlage bedenken.
- Bei der seitlichen Ableitung ist auf die Stabilität des von der Einleitung betroffenen Geländes zu achten. Häufig ist unbedachtes oder schlecht unterhaltenes Entwässern der Auslöser grösserer Schäden.
- Über weite Strecken parallel zum Weg laufendes Wasser ist schlecht. Das Bankett sollte Wasserableitung zulassen oder zumindest alle 15m eine Lücke haben.
- Kontrolle / Unterhalt ist immer mit Augenmerk auf die Wasserableitung zu kombinieren. Bei Regen zeigt sich der Wasserlauf besonders gut.
- Stehendes Wasser an flachen Stellen durch Steine oder notfalls Prügellagen überbrücken.
- Natürliche Querelemente wie Steine und Wurzeln wirken häufig als entwässernde Barrieren. Solche nicht entfernen.

Holzkasten (Kurs Wanderwegunterhalt 2015, Schweizer Wanderwege)

Auszug aus: AWN GR, 2012. Bau von Holzkasten, Eigenverlag, Chur, 14S.

Farni Francois, Romelli Nelson, 2013. Grundsätze für den Bau von Holzkasten und anderen Holzverbauungen (ÜK E InstruktorInnen Weiterbildung), 6S.

Normalprofil und Bezeichnungen:



Wichtigste Bauregeln

- Einhäuptige Holzkasten verschwinden an Stelle von Hangrosten
- Baugrubensicherheit beachten (>4m Standsicherheitsnachweis, ab 1.5m Spriessung?!)
- Holzverbrauch:
$$m^3 = \text{Länge} \times \text{Lagen} \times 0.2$$
- Holzart Edelkastanie, Eiche, Lärche, Tanne oder Douglasie, notfalls Fichte, **Kein Rotholz oder hohe Astigkeit**
- Anzug so flach wie möglich, dass Eindeckung möglich, mindestens 5:1
- Ähnliche Durchmesser verwenden (Schwellen überall aufliegen)
- Anfang und Abschluss immer mit Längsholz
- Entrinden, evtl. Splint entfernen
- Nicht zu nahe am Rand nageln (Mindestabstand 20cm)
- Vorbohren, jedoch nicht ganze Holzstärke (Bohrer leicht kleinerer Durchmesser)

Erdarbeiten:

- Aushub bis auf den gewachsenen Boden oder Fels
- Sohlenneigung 15% gegen Berg
- Aushub seitlich oder oberhalb deponieren (gut für Wiedereinbau)
- **Entwässerung der Rückwand mit Sickerleitung (unter Sohlenniveau) und Sickerpackung!**
- Wasserableitung durchdenken (bis Vorfluter oder in sicheres Gelände)

Schwellen:

- Stumpf stossen, nicht auf Zange, sondern im Zwischenraum
- Durchgehende Auflage am Boden (erste Schwelle) und auf allen Zangen (weitere)
- Richtung und Abstand prüfen

Zangen:

- Einkerbungen nur unten und wenn unbedingt nötig
- Frontabschnitt nicht zu kurz und erst am Schluss

Ausfachung:

- Steine oder Hölzer dürfen nicht durchrutschen (Verkeilen von Innen)

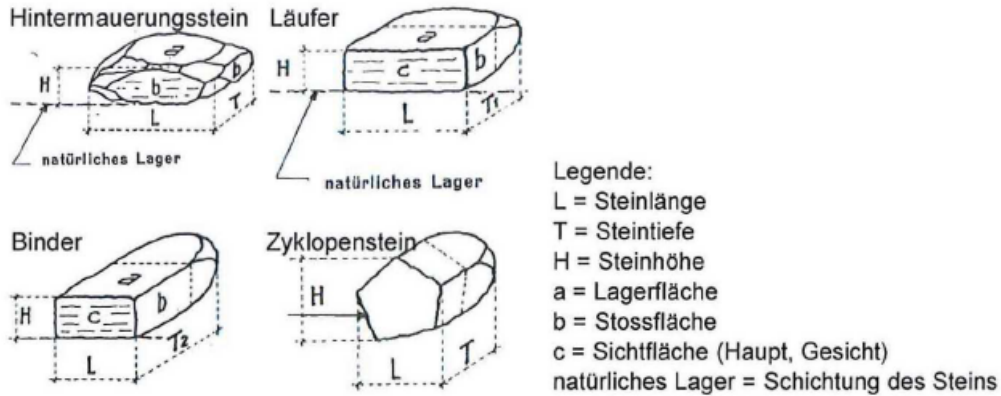
Hinterfüllung:

- Genügend durchlässiges Material verwenden
- Nach jeder Lage hinterfüllen und verdichten (teilweise ist Handarbeit angesagt)

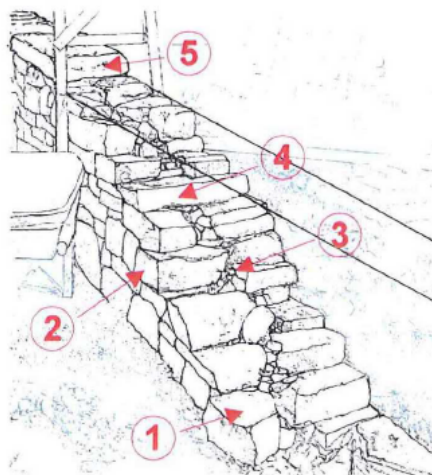
Trockensteinmauern (Kurs Wanderwegunterhalt 2015, Schweizer Wanderwege)

Auszug aus: Stoll Gerhard, 2008. Der Bauablauf bei freistehenden Trockenmauern, www.stonewalls.ch/de/publi_dl, 8 S.
 Stiftung Umwelteinsatz Schweiz, 2013. Trockenmauern, Haupt, Bern. 470 S.

Steinbezeichnung und Verwendung:

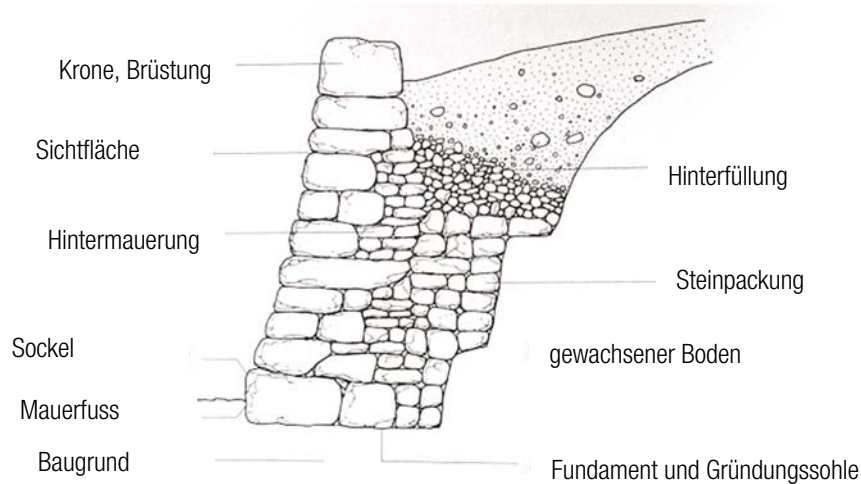


Die fünf Steintypen



1. Fundamentstein
2. Baustein als Läufer,
 als Binderstein
 als zyklischer Stein
3. Hintermauerungsstein, Keilstein
4. "Langer Binderstein"
5. Deckstein (in diesem Fall liegende Decksteine)

Stützmauer



Wichtigste Bauregeln

- Die Beachtung der folgenden Regeln sorgt für Stabilität und lange Lebensdauer :
- Steine auf ihr natürliches Lager legen (d.h. die Steinschichten horizontal einbauen).
 - Die Steine müssen sich gegenseitig berühren (wichtig im Bereich der ersten 5 cm ab Maueraussenfläche. Die Berührungsfläche soll möglichst gross sein).
 - Die Steine werden versetzt eingebaut. Ein Stein auf zwei, Zwei Steine auf einen.
 - Die Steine dürfen sich nicht bewegen.
 - Die Oberfläche der Steine darf nicht nach aussen geneigt sein.
 - Keile in der Sichtfläche sind möglichst zu vermeiden.
 - Grosse Fundamensteine verwenden.
 - Hintermauerung von Hand einbauen.
 - Hohlräume exakt ausfüllen.
 - Pro 0.5 m2 Sichtfläche einen langen Binderstein einbauen.
 - Grosse Decksteine verwenden.

Min. 15% oder 10 : 1.5

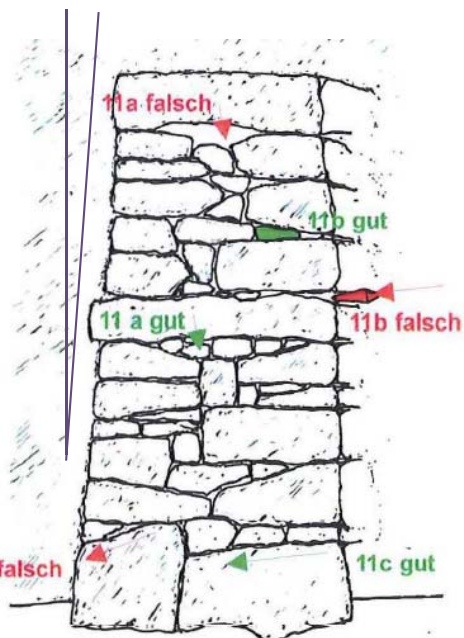


Abbildung 11a:
Vermeidung hohl liegender Steine

Abbildung 11b:
Keine Keile in der Sichtfläche von aussen einschieben.

Abbildung 11c:
Neigung Steinoberfläche gegen das Mauerinnere

Einsatz Dritter für den Wanderwegbau (Kurs Wanderwegunterhalt 2015 Schweizer Wanderwege)

Viele Arbeiten an Wanderwegen können durch Kontrollierende und Freiwillige ausgeführt werden. Macht es mehr Sinn grössere Maschinen einzusetzen oder komplexere, materialintensive Bauwerke zu erstellen, sind häufig Bauunternehmen oder Forst-/Werkbetriebe gefragt. Um deren Einsatz professionell und für beide Seiten fair zu organisieren, sind wenige, aber wichtige Punkte zu beachten.

Planung und Anbahnung der Arbeiten

Die vorhandenen Mittel und eigenes Knowhow sind in der Regel gut bekannt. Die Kompetenzen auch. Bei grösseren Schadstellen oder Vorhaben ist zur Entscheidung, ob in Fremdvergabe oder mit eigenen Mitteln gearbeitet wird in der Regel kein kompliziertes Verfahren notwendig. Bevor konkret mit möglichen Unternehmen gesprochen wird, sollten folgende Punkte klar sein:

1. Nötige Massnahmen an technischer Wirkung orientiert bestimmen und Varianten definieren (evtl. Hilfe von Planern Bauunternehmen und Forst-/Werkbetrieben direkt)
2. Varianten mit weiteren Kriterien auf maximal drei reduzieren
3. Vorausmass und Gegebenheiten der Baustelle ermitteln, Vorkalkulation der Varianten mit Entscheidungsvorschlag zuhanden der Bauherrschaft.
4. Provisorische Bereitschaft zur Finanzierung durch die Bauherrschaft (häufig Gemeinde), Variantenwahl
5. Devisierung und Offerteinholung nach entsprechendem Verfahren¹ (evtl. Planer beiziehen)
6. Finanzierungssicherung und Vergabe
7. Werkvertrag erstellen und unterzeichnen

Die Bausummen im Wanderwegbau liegen in aller Regel im Bereich der freihändigen Vergabe. Dennoch können mehrere Unternehmer zur Offertstellung eingeladen werden.

Beim Punkt 5 ist die Arbeitsvergabe nach Aufwand mit Kostendach, in Akkord oder mit einer Pauschale möglich. Klar beschreibbar und messbare Leistungen sollen grundsätzlich eher in Akkord mit Einheitspreisen abgerechnet werden. Schwer abschätzbare und beschreibbare Leistungen nach Aufwand oder nach einer Begehung mit einer Pauschale. Verhältnismässig kleine Bauwerke wie im Wanderwegbau häufig sind schlecht über Einheitspreise im Akkord zu kalkulieren.

Realisierung und Abnahme der Arbeiten

Bevor die Realisierung beginnt, ist eine Startbesprechung oder –begehung zu empfehlen, bei der die organisatorischen Einzelheiten festgelegt werden. Es geht dabei um

- Zeitplan, Bauetappen
- vorgesehene Vorgehen des Unternehmers,
- Installationsdetails,
- Beschränkungen,
- Wiederholung technischer Vorgaben,
- Wiederholung von Sicherheitsvorgaben,
- Ansprechpartner wie Polier oder Bauführer,
- Etc.

Ebenso muss als Bauherrenvertretung eine Bauleitung definiert sein. Sie hat die Aufgabe, laufend die

- Qualität der Arbeitsausführung,
- die Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen und
- die auflaufenden Leistungen und Kosten zu kontrollieren, sowie
- die Dokumentation der Arbeiten zu führen. (Bauleitungsprotokoll hält Arbeitsfortschritt, die laufenden Beschlüsse und Vorfälle fest. Geht an alle Beteiligten!)

All diese Punkte tragen zum Vertrauen beider Parteien bei. Eine offene Kommunikation ist sehr wichtig. Immer gelten die Abmachungen im Werkvertrag, in dem häufig Bezug zur Norm SIA 118 (Allgemeine Bedingungen Bau) gemacht wird.

Nach Abschluss der Arbeiten ist das Werk anhand einer Schlussbegehung von der Bauherrschaft abzunehmen, dh. letzte, offensichtliche Beanstandungen sind dann zu reklamieren und zu protokollieren. Auf verdeckte Mängel gilt gemäss SIA 118 eine Garantiefrist von 5 Jahren. Grundsätzlich ist bei Verträgen mit Einheitspreisen bis 300'000 Fr. Bausumme ein Garantierückbehalt von 10 % (bei Pauschalverträgen nicht automatisch) möglich. Der Bauherr kann praktischerweise als Gegenleistung zur direkten Auszahlung des Rückbehaltes vorgängig eine Sicherheit in Form einer Solidarbürgschaft einer Bank oder Versicherung einfordern. Diese Bürgschaft soll den Bauherrn bezüglich seiner Mängelrechte absichern.

fobatec 2015

¹ Beim öffentlichen Beschaffungswesen gelten Grenzwerte für Bausummen, die ein bestimmtes Verfahren der Arbeitsvergabe voraussetzen: Bauhauptgewerbe; (300'000 Fr. Freihändige Vergabe, bis 500'000 Fr. Einladungsverfahren, über 500'000 Fr. offenes Verfahren.