

## Der Blocksatz als Ufersicherung

Bericht über die fachmännische Erstellung eines Blocksatzes als Uferschutz ohne Hinterbeton



**CO<sub>2</sub>**  
NEUTRAL

**KÄSTLI**

**Wasserbau**

**Kästli Bau AG**  
Bierigutstrasse 16  
3608 Thun

Tel. 033 334 11 30  
info@kaestlibau.ch  
www.kaestlibau.ch

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Das Projekt .....</b>	<b>3</b>
2.1	Die Hydraulik.....	3
2.1.1	Die Grösse des Blocksteins .....	4
2.1.2	Der Auflastfilter .....	4
2.1.3	Die Einbindetiefe.....	6
2.1.4	Die Blocksatzhöhe .....	7
2.2	Die Schnittstelle Hydraulik / Projekt.....	8
2.3	Die horizontale Linienführung.....	8
2.4	Die vertikale Linienführung.....	9
<b>3</b>	<b>Der Blockstein als Baumaterial .....</b>	<b>10</b>
3.1	Die Anforderungen an einen Wasserbaustein .....	10
3.2	Die unterschiedlichen Gesteinsarten.....	11
3.2.1	Der Alpenkalkstein .....	11
3.2.2	Der Jurakalkstein .....	12
3.2.3	Der Quarzsandstein .....	13
3.2.4	Der Gneis.....	14
<b>4</b>	<b>Die Baustellenorganisation.....</b>	<b>15</b>
4.1	Die Wasserhaltung.....	15
4.2	Die Materiallogistik .....	17
4.3	Der Bauablauf .....	17
<b>5</b>	<b>Der Aufbau eines Blocksatzes .....</b>	<b>18</b>
5.1	Die Grundregeln.....	18
5.1.1	Die Gartenmauer .....	18
5.1.2	Die Steingrössen und die Filterschicht .....	19
5.1.3	Das Versetzen der Blocksteine .....	20
5.2	Der Baumaschinenführer .....	22
<b>6</b>	<b>Der Blocksatz .....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Schlussbemerkung .....</b>	<b>24</b>

## 1 Vorbemerkungen

In der Vergangenheit tauchte öfters die Frage auf, wie man einen Blocksatz richtig baut. Um zu erklären wie man einen Blocksatz fachmännisch erstellt, sind aber mehr als nur ein paar Worte nötig.

Die Qualität eines Blocksatzes hängt zum grossen Teil vom ausführenden Baumaschinenführer ab. Allerdings hat auch ein perfekt ausgeführter Blocksatz keine lange Lebenserwartung, wenn dieser in der Planung nicht ausreichend gross dimensioniert wurde. Um einen Blocksatz «richtig» zu erstellen, müssen alle Schritte, angefangen beim Entscheid einen Hartverbau zu erstellen, über die Hydraulik und Projektierung, Ausschreibung, bis hin zu der Baustellenplanung und schliesslich der Ausführung durch erfahrenes Personal gewissenhaft umgesetzt werden.

Dieser Fachbericht zeigt die Entstehungsschritte eines Blocksatzes als Uferschutz von der Planung bis zum fertigen Produkt und beleuchtet einzelne wichtige Punkte, welche die erfolgreiche Realisierung massgebend beeinflussen.

Alle im Bericht dargestellten Bilder zeigen Projekte, welche durch die Kästli Bau AG umgesetzt wurden. Ebenfalls die abgebildeten Skizzen wurden durch die Kästli Bau AG erstellt.

Die Weiterverwendung und Publikation von Abbildungen und Textpassagen aus dem vorliegenden Bericht ist nur mit Quellenangabe gestattet.

## 2 Das Projekt

Der Entscheid einen harten Uferverbau zu erstellen hat in einem Projekt immer einen guten Grund. Es können z.B. schützenswerte Flächen, wie private Liegenschaften, Strassen oder Grundwasserfassungen gefährdet sein und der Platz lässt keine Flachufer zu.

Falls dies nicht der Fall sein sollte, ist aus ökologischen und finanziellen Gründen immer ein weicher Verbau oder eine Verbreiterung des Gerinnabschnitts in Betracht zu ziehen. Aus der Perspektive der Ökologie und auch der Naherholung, ist der beste Hochwasserschutz der Landerwerb und keine bauliche Massnahme.

Dieser Abschnitt befasst sich mit der Wichtigkeit jedes Projektschritts, möglichen Fehlerquellen und versucht aufzuzeigen, warum die Planung gewissenhaft und möglichst praxistauglich erarbeitet werden muss.

### 2.1 Die Hydraulik

Die Hydraulik befasst sich mit dem Ist- und dem Soll-Zustand. Die Dimensionierung von Abflusskapazitäten resp. der Gerinnebreiten und -Tiefen kann berechnet werden. Tatsächlich sind die verwendeten Werte praktisch immer Näherungen die auf Annahmen und empirischen Werten beruhen. Denn weder die Wassermengen (welche vom Einzugsgebiet und der Beschaffenheit des Bodens abhängen) noch die den zu Grunde liegenden Niederschlagsintensitäten im Gebiet oder die genauen Reibungswiderstände und Einflüsse von Zuläufen in das Fliessgewässer können genau bestimmt werden. Ebenso können Elemente wie Buhnen oder Blocksätze in der Realität lokal tatsächlich anders wirken als im Modell.

Die Praxis zeigt, dass auch eine noch so umfangreich und gewissenhaft erstellte Hydraulik ein Restrisiko birgt. Das Wasser ist ein Element, welches wir bestenfalls lenken, nicht aber kontrollieren können.

Die Hydraulik gibt Auskunft über die Dimensionierung des Blocksatzes und gibt die Daten weiter in die Projektierung. Folgende Daten werden in der Hydraulik definiert:

- Die Grössen und / oder Massen der Blocksteine. Üblicherweise sind die Dimensionen abgestuft vom Fuss- bis zum Kronenstein.
- Die Kornabstufung und die Mächtigkeit des Auflastfilters.
- Die maximalen Kolkiefen ausgegangen von der mittleren Sohlentiefe. Je nach Abschnittlänge können die Einbindetiefen unterschiedlich ausfallen.
- Die Höhe des Blocksatzes.

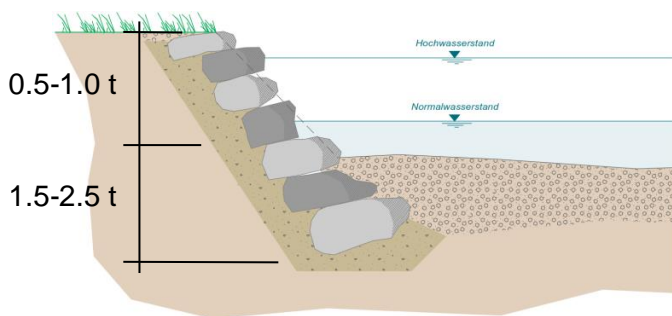
Nachfolgend finden sich kurze Erläuterungen zu den oben aufgeführten Punkten.



### 2.1.1 Die Grösse des Blocksteins

Die Blocksteine dürfen kein zu kleines Eigengewicht aufweisen, da sonst die Gefahr besteht, dass diese durch die Anströmungskraft bewegt und abgeschwemmt werden.

Die Steingrössen sollten bereits im Projekt mit Masse pro Stück angegeben werden und nicht als Volumen. Spätestens aber sollte die Einheit ab der Projektstufe Submission in Tonnen angegeben werden, da das NPK und auch die Bauunternehmer die Blocksteine nach Gewicht definieren und auch so abrechnen.



Beispiel der Gewichtsverteilung in einem Blocksatz. Im Fussbereich werden die grössten, im Kopfbereich die kleinsten Steine eingesetzt. Falls unterschiedliche Steingewichte eingesetzt werden, kann die Abstufung hälftig oder in Drittel angegeben werden. Eine feinere Abstufung ist nicht realistisch.

Gewichtsverteilung Blocksteine (Skizze Kästli Bau AG)

Falls nur der mittlere Durchmesser eines Steines angegeben wird, kann mit folgender Näherungsformel gearbeitet werden:  $d_m^3 * 1.64 = X.Y \text{ to}$ .

(Beispiel: Ein Blockstein mit einem Durchmesser von 0.9 m:  $0.9^3 * 1.64 = 1.2 \text{ to}$ )

Ein Blockstein weist eine Rohdichte von 2.5 - 2.9 to / m<sup>3</sup> auf was im Mittel 2.7 to / m<sup>3</sup> entspricht.

Das Schüttvolumen eines Blocksatzes liegt bei einem Auflockerungsfaktor von ungefähr 1.5.

Die Bedarfsmenge eines Blocksatzes kann ungefähr definiert werden mit:  $d_m / 1.5 * 2.7 = X.Y \text{ to} / \text{m}^2$ .

(Beispiel: Ein Uferverbau mit einer mittleren Blocksteingrösse  $d_m$  0.9 m =  $0.9 / 1.5 * 2.7 = 1.6 \text{ to} / \text{m}^2$ )

Der tatsächliche Bedarf ist von vielen Faktoren abhängig und kann nie exakt festgelegt werden. Obenstehende Näherung liegt bei Projekten mit einem Steinbedarf vom mehr als 200 to, erfahrungsgemäss im Bereich von  $\pm 15 \%$ . Bei kleineren Projekten sollten ausreichend Reserven aufgerechnet werden, da die Einbindung des Blocksatzes in die Ufer oft nicht vorhergesehene, zusätzliche Tonnagen erfordert.

### 2.1.2 Der Auflastfilter

Bei einer entsprechend beanspruchten Längsverbauung muss ein Auflastfilter eingeplant werden.

Als Auflastfilter versteht man das Material in welches die Blocksteine gebettet werden.

Das Filtermaterial sollte gebrochen sein, damit es in sich sauber verzahnt und so eine gute Lastverteilung erwirkt und der Effekt des Ausspülens möglichst weitgehend verhindert wird.



Ein steiler Blocksatz in Auflastfilter gebettet während der Realisierung (Foto 2016, Kästli Bau AG)

Wenn keine Filterschicht unter den Blocksteinen verlegt wird, besteht einerseits die Gefahr, dass der einzelne schwere Blockstein in den feinkörnigen Untergrund einsinkt. Andererseits kann das feinkörnige Untergrundmaterial durch die zwangsläufig entstehenden Hohlräume im Blocksteinverbund ausgeschwemmt werden resp. den Uferverbau hinterspülen und so zum Einsturz bringen.



Ein kleiner, auf Längshölzern fundierter, stark ausgespülter Blocksatz (Foto 2017, Kästli Bau AG)

Es empfiehlt sich, das Filterschichtmaterial bereits in der Ausschreibungsphase als Schroppen zu bezeichnen oder das Material genau zu definieren damit später keine finanziellen Unstimmigkeiten entstehen.



Wenn die Körnung des Auflastfilters zu klein ist, sinken die Blocksteine im Untergrund ein. Wenn die Körnung zu grob ist, sind die Steine nicht sauber eingebettet und drohen abzurollen.

Die Körnung des Bettungsmaterials sollte ein Mittelkorn mit einem ungefähren Durchmesser von 1/10 des oberliegenden Blocksteins aufweisen.

(Beispiel: Ein Verbau mit Blocksteinen von Durchmesser von 0.9 m:

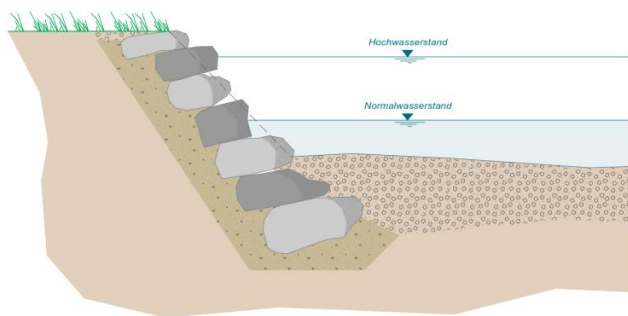
$0.9 \cdot 0.1 = \text{Kies gebrochen (oder Schroppen) } 0 - 150, d_m 90 \text{ mm}$ )

### 2.1.3 Die Einbindetiefe

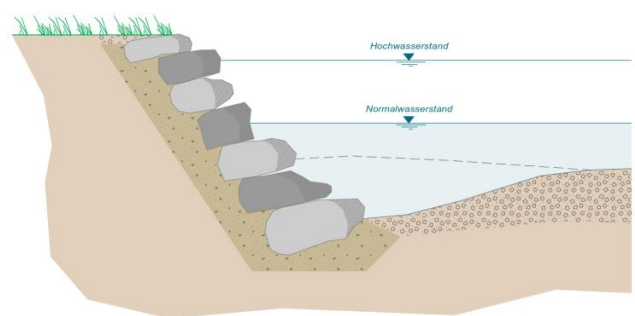
Die grösste Bedrohung für Blocksteinverbauten ist die Kolkbildung. Ein unterspülter Blockstein wird in jedem Fall auskippen, in den Kolk rollen und so den ganzen oberliegenden Blocksatz zum Einsturz bringen. Sobald ein Teil eines Längsverbau zerfallen ist, wird mit grosser Wahrscheinlichkeit der anstehende Blocksatz hinterspült und Stück für Stück einstürzen.

Der harte Uferverbau entfesselt grosse Kräfte. Wenn das Wasser an die harte Steinwand trifft, wird die Energie umgeleitet und ein Teil vertikal entladen. D.h. die Sohle kann nun tiefer erodiert werden als dies allenfalls vor dem Verbau der Fall war. Ebenfalls kann sich der Talweg in der horizontalen verschieben. Deshalb ist es wichtig, eine Projekthöhe in m.ü.M anzugeben und nicht nur ein Metermass mit Referenz ab der bestehenden Sohle.

Beispiel eines Blocksatzes mit ausreichender Einbindetiefe

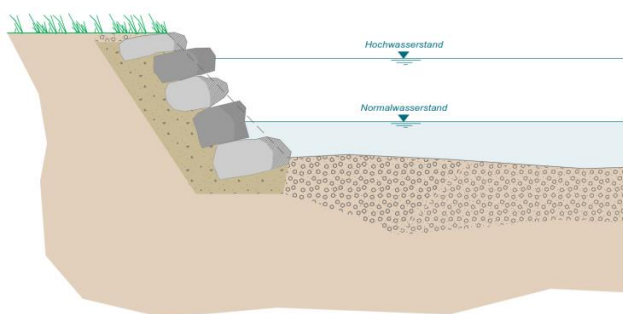


Blocksatz nach Ausführung (Skizze Kästli Bau AG)

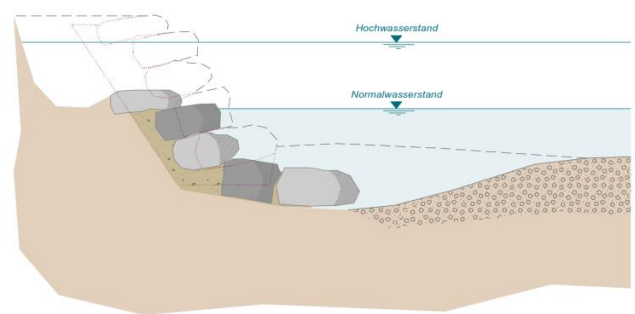


Blocksatz nach Abtiefung und Verlagerung Talweg (Skizze Kästli Bau AG)

Beispiel eines Blocksatzes mit unzureichender Einbindetiefe



Blocksatz nach Ausführung (Skizze Kästli Bau AG)



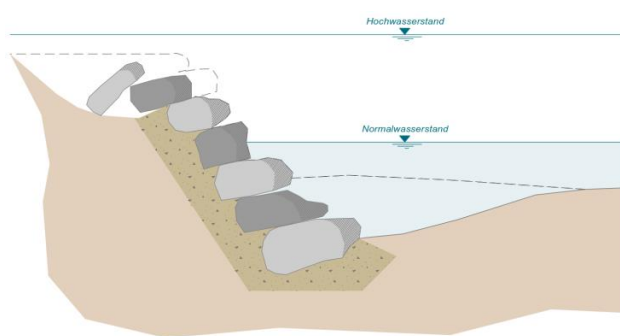
Blocksatz nach Abtiefung und Verlagerung Talweg (Skizze Kästli Bau AG)

Als zusätzliche Sicherheit kann ein Vorlagestein eingesetzt werden. Ein Vorlagestein wird unmittelbar vor den Fussesstein des Verbaus gelegt. Wenn sich nun ein Kolk bilden sollte der tiefer reicht als die Fundationstiefe des Blocksatzes, wird der Vorlagestein mitgelitten und den obenstehenden Blocksatz stützen.

#### 2.1.4 Die Blocksatzhöhe

Die Höhe des Blocksatzes ist ebenfalls ein wichtiger zu definierender Teil der Projektierung. Die Kraft der Strömung nimmt gegen die Wasseroberfläche ab. Allenfalls sind auf Grund der hydraulischen Erkenntnisse keine Steine mehr notwendig. Wenn der besagte Bereich innerhalb der Böschung liegt, muss ein temporärer Schutz angebracht werden, welcher die Erosionssicherheit gewährleistet bis eine ausreichende Durchwurzelung erfolgt ist. Gängige Methoden sind das Anbringen von Jute- oder Kokosmatten, Totholzspreitlagen, Totholzeinlagen, usw.

Ein überströmbarer Blocksatz muss genau betrachtet werden. Denn auch wenn die Schleppkräfte über dem Uferschutz nicht mehr gross sind um das eingebrachte Material zu mobilisieren, entsteht durch das Überströmen der Steinkrone ein Kolkeffekt welcher den Blocksatz rückseitig ausspülen kann.



Überströmter Blocksatz. Sichtbare Auskolkung im Anfangsstadium (Skizze Kästli Bau AG)



Beispiel eines überströmten und vollständig ausgekolkten Längsholzverbaus vor Sanierung (Foto 2016, Kästli Bau AG)

Ein Blocksatz kann problemlos überströmbar gestaltet werden indem er z.B. rückseitig mit Bollensteinen ausgekleidet wird. Die notwendige Korngrösse ist abhängig von den gegebenen Schleppkräften.



## 2.2 Die Schnittstelle Hydraulik / Projekt

Die Schnittstelle Hydraulik und Projekterarbeitung birgt einige Punkte die es zu beachten gibt:

- Die Masse und Bezeichnungen müssen unmissverständlich kommuniziert werden.
- Die Höhen müssen in m.ü.M angegeben oder die Lage der mittleren Sohle unmissverständlich definiert und kommuniziert werden.
- Die entsprechenden Masse sollten im Plan möglichst sofort vermerkt werden, um auch bei künftigen Änderungen die hydraulischen Eckpunkte nie zu vernachlässigen.
- Änderungen in der Linienführung können Einfluss auf die Hydraulik haben und müssen entsprechend berücksichtigt werden.

## 2.3 Die horizontale Linienführung

Ein Blocksatz sollte, wenn dies die örtlichen Gegebenheiten zulassen, nicht schnurgerade verlaufen, sondern etwas undulierend geplant werden. Bereits kleine Kurvenbewegungen in der horizontalen Linienführung wirken nicht nur optisch ansprechend sondern bewirken auch gut merkbare Strömungsvariabilitäten und unterschiedliche Sohlenbeschaffenheiten.



Ein schwach undulierender (rot) und abgestufter (gelb) Blocksatz (Foto 2013, Kästli Bau AG)

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Einbindung des Verbaus an Anfang und Ende in die bestehenden Ufer. Je nach Beschaffenheit müssen die Wurzelbereiche grosszügig ausgestaltet werden, da ansonsten die Gefahr des Hinterspülens besteht. Diesem Punkt ist ausreichend Beachtung zu schenken.

## **2.4 Die vertikale Linienführung**

Auch die vertikale Linienführung ist ein wichtiger Bestandteil eines Projekts. Die Böschungsneigung eines Blocksatzes der ohne Beton erstellt wird, sollte zwischen 2:1 und 1:2 liegen.

Je nach Beanspruchung kann ein Blocksatz mit ausreichend grossen und quaderförmigen Steinen auch steiler erstellt werden. Da die Steine aber bei einer Böschungsneigung von mehr als 2:1 nur noch schwierig in eine Filterschicht gebettet werden können, empfiehlt es sich diese in Hinterbeton zu versetzen.

Wenn die Blocksteine flacher als 1:2 verlegt werden sollen, wird die Umsetzung ebenfalls schwierig, da die Steine kaum mehr in einem sauberen Verbund eingebracht werden können. Bei einer solch flachen Böschungsneigung ist zu prüfen, ob eine Lose Steinschüttung oder ein abgestufter Blocksatz mit Berme möglich ist (vgl. Abbildung unter Punkt 2.3).

### 3 Der Blockstein als Baumaterial

Ein Steinbruch verfolgt oft das Abbauen von ästhetisch und qualitativ hochwertigen Steinen für die Weiterverarbeitung zu Gartenbausteinen wie z.B. Gartenplatten, Stellplatten, Quadersteinen oder sogar Tischplatten, etc. Die Wasserbausteine erscheinen so als dankbares Nebenprodukt.

Die Schroppen sind Sprenggut, welches durch grobes Aussortieren oder einen zusätzlichen Brechvorgang auf die gewünschte Korngrösse gebracht wird.

#### 3.1 Die Anforderungen an einen Wasserbaustein

Im Raum Bern kommen verschiedene Steinarten vor, welche geeignete Eigenschaften zur Verwendung als Wasserbaustein aufweisen.

Die Wasserbausteine müssen minimale Anforderungen erfüllen, welche bereits in der Ausschreibung definiert werden. Die Kriterien werden oft wie folgt definiert:

- Die Form des Steins: Formwild (evtl. weitere Vorgaben - Kubisch, etc.)
- Die Dauerhaftigkeit des Steins (nach SN 670105-1):
  - Frostsicher und Witterungsbeständig
  - Abrasionsbeständig
- Die Steingüte: Keine Risse, Adern, Stylolithlagen, Bänderungen, Schieferungsflächen, Spaltflächen, Kontakthaftungen oder sonstige Schwachstellen
- Die Farbe des Steins
- (An dieser Stelle zu erwähnen: Wenn ein Stein aus Schweizer Abbau gewünscht wird, muss dies gefordert werden. Ansonsten kann auch ein Auslandstein geliefert werden.)

Inwiefern die geforderte Qualitätskontrolle bei solch strengen Vorgaben realistisch ist, sei dahingestellt. Denn es müsste jeder Stein einzeln begutachtet und ein Labortest durchgeführt werden.

Auf jeden Fall aber wird so ein Anspruch gestellt, der eine minimale Güte voraussetzt und wir können davon ausgehen, dass ein gesunder Stein geliefert wird.

Die Lieferung der Blöcke ab dem Steinbruch erfolgt praktisch ausschliesslich per LKW. Ein Lastwagen mit 40 t Gesamtgewicht kann rund 20 t Blocksteine laden.

Die Steine werden im Werk mit dem Bagger direkt ab Sprengwand vorsortiert, deponiert, später aussortiert und auf den LKW geladen. Die Genauigkeit in Bezug auf das Eigengewicht beläuft sich auf  $\pm 20 - 50 \%$ . Wenn zum Beispiel Blocksteine mit 1.0 t Eigengewicht bestellt werden, wird die Abstufung der gelieferten Steine vermutlich im Bereich von 0.6 - 1.4 t liegen. Wenn eine genauere Sortierung gefordert wird, müssten die Steine einzeln gewogen werden.



## 3.2 Die unterschiedlichen Gesteinsarten

Die Gesteinsarten unterscheiden sich durch ihr Verhalten bei der Sprengung etwas in der Form und eignen sich so individuell speziell gut für unterschiedliche Verbauungsarten.

Nachfolgend werden kurz die vier wichtigsten Steinarten vorgestellt die im Raum Bern erworben werden können.

### 3.2.1 Der Alpenkalkstein

Der Alpenkalk ist wohl der bekannteste unter den Wasserbausteinen. Seine Form zeigt selten scharfe Kanten oder Spitzen. Am ehesten vergleichbar ist seine Volumenform mit einem Ei. Diese Eigenschaft zeigt insbesondere im ästhetischen Sinne Wirkung. Ein Verbau mit Alpenkalksteinen wirkt sanft und unbedrohlich. Für grosse Verbauungen stellt der Stein aber eine Herausforderung für den Baumaschinenführer dar, da das saubere aufeinanderschichten, satt aneinandersetzen und verzahnen der eher rundlich gebildeten Steine ein geschultes Auge und Geduld braucht.



Schweizer Alpenkalkstein an einem Depot (Foto 2016, Kästli Bau AG)

### 3.2.2 Der Jurakalkstein

Der Jurakalkstein entspricht bis auf die Farbe den Eigenschaften des Alpenkalksteins.



Schweizer Jurakalkstein an einem Depot (Foto 2016, Kästli Bau AG)



### 3.2.3 Der Quarzsandstein

Der Quarzsandstein ist der wohl dunkelste der vorgestellten Mineralien. Er zeichnet sich besonders durch seine kantige Quaderform und die oft einseitig vorhandenen Spitzen. Ästhetisch wirkt ein Blocksatz aus Quarzsandstein imposant. Die Quaderform und die unterschiedlichen Grössen der Steine lässt das satte aneinander tischen und verzahnen optimal zu. So kann ein ausgezeichneter Verbund und minimale Hohlräume auf der Rückseite gewährleistet werden wobei auf der Vorderseite eine Vielzahl Hohlräume als Unterschlupfmöglichkeiten für Fische und andere Tiere verbleiben.



Schweizer Quarzsandstein in einem Längsverbau während der Erstellung (Foto von 2013, Kästli Bau AG)



### 3.2.4 Der Gneis

Ein Gneis kann kaum von einem Granitstein unterschieden werden. Optisch wirkt der Gneis etwas grauer als der Granit. Dieses Mineral wird vor allem im Tessin abgebaut.

Der Gneis weist markante und gut sichtbare Abbauspuren und eine entsprechende Form auf. Der Stein eignet sich gut für satt getischte Steinflächen. Es können praktisch lückenlose Verbauten erstellt werden. Durch die einheitliche Form bleiben aber auch der Frontseite nur geringe Unterschlupfmöglichkeiten.



Schweizer Gneis in einem Längsverbau während der Erstellung (Foto 2013, Kästli Bau AG)

## 4 Die Baustellenorganisation

### 4.1 Die Wasserhaltung

Um sauber arbeiten zu können und den Schaden am bestehenden Ökosystem möglichst gering zu halten, ist die Wasserhaltung ein zentraler Punkt. Das Wasser sollte, wenn immer möglich, ausserhalb des Einflussbereichs der Bauarbeiten geführt werden. Z.B. in einem Rohr oder in einem Umleitungsgraben. Eine verrohrte Wasserhaltung muss im Hochwasserfall jederzeit überflutbar sein.



Eine vollständig verrohrte Wasserhaltung verhindert jegliche Trübung (Foto 2015, Kästli Bau AG)

Falls eine vollständige Umleitung nicht möglich ist, muss mindestens eine Arbeitsfläche für den Bagger vorhanden sein um exakt arbeiten zu können und ein Ablenkdamm erstellt werden um die Trübungen minimal zu halten. Damit durch die Erstellung eines Ablenkdamms nicht die schlimmsten Trübungen entstehen als die eigentlichen Arbeiten verursachen würden, müssen solche Dämme aus Flusskies erstellt werden.

Als Flusskies wird Kies bezeichnet, welches keine oder praktisch keine Anteile der Feinstkörnungen im Bereich Ton und Silt enthalten.





Verhinderung der Wassertrübung durch Abschirmung des Arbeitsbereichs mit einem Damm (Foto 2013, Kästli Bau AG)

Für Spezial- und Kurzeinsätze können auch ein Schreitbagger oder ein Langarmbagger beigezogen werden.



Langarmbagger im Einsatz (Foto 2016, Kästli Bau AG)



Schreitbagger im Einsatz (Foto 2015, Kästli Bau AG)



## 4.2 Die Materiallogistik

Ein sauber aufgebauter Blocksatz erfordert unterschiedlich grosse und geformte Blocksteine. Daher ist für grössere Uferverbauten ein kontinuierliches Depot mit Steinen zur Auswahl nötig. Das Depot muss in unmittelbarer Nähe zum Einbauort liegen damit der Baumaschinenführer direkten Zugriff hat.



Blocksteindepot eines grossen Uferverbauts (Foto von 2012, Kästli Bau AG)

## 4.3 Der Bauablauf

Wo ein neuer Uferverbau erstellt wird, folgen vorgängig immer Aushubarbeiten. Durch das Ausgraben des best. Ufers werden vorübergehend Schwachstellen geschaffen, welche im Hochwasserfall ausgespült und zu grossen Schäden führen können. Es ist wichtig Etappenweise vorzugehen und immer nur so viel Aushub zu erstellen, wie an einem Tag oder Risikofrei, mindestens bis auf die anzunehmende Hochwasserlinie, verbaut werden kann.

## 5 Der Aufbau eines Blocksatzes

Der Aufbau eines Blocksatzes ist keine leichte Übung für einen Baumaschinenführer. Das Handwerk erfordert Geschick, Geduld und ein geschultes Auge.

### 5.1 Die Grundregeln

Nachfolgend einige Grundregeln in der Erstellung eines Uferverbaus die allen bekannt sein sollten.

#### 5.1.1 Die Gartenmauer

Die wohl wichtigste Regel ist, ein Blocksatz sieht nicht aus wie eine Gartenmauer. Er soll nicht schön und symmetrisch aufgebaut werden, sondern wild und gut verzahnt.



Sauber aufgeschichtete Gartenmauer (Foto von 2017, Kästli Bau AG)

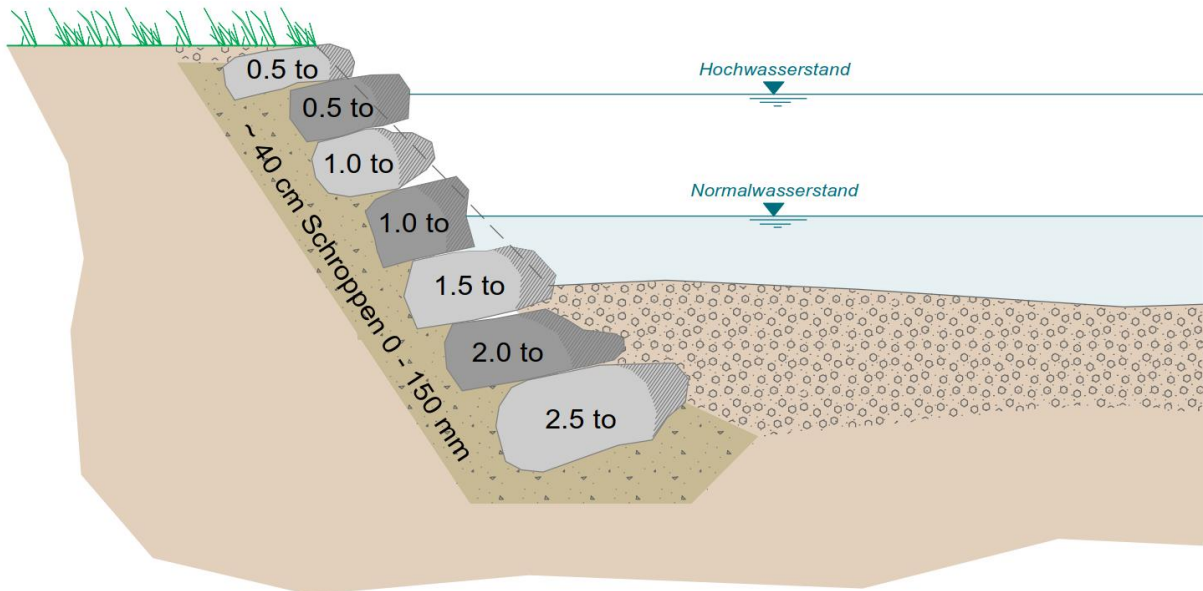
Eine Gartenmauer wird oft mit der langen Steinseite zur Frontseite versetzt, um so möglichst viel Fläche zu schaffen und Material zu sparen. Für eine Gartenmauer ist dieses System oft ausreichend. Zum Verbau eines Fliessgewässers ist diese Verbauungsart aber nicht geeignet. Es gilt das Gegenteil, die kleinste Seite des Steins soll zur Front gerichtet sein und der Verbau möglichst wild und unsymmetrisch erscheinen.



### 5.1.2 Die Steingrößen und die Filterschicht

Grundsätzlich gilt, wo die grössten Kräfte wirken, werden die grössten Steine verbaut. Das heisst im Normalfall, dass im Fussbereich grosse, im Kopfbereich kleine Steine versetzt werden.

Die Filterschicht ist unbedingt auch unter dem Fussstein einzubringen. Im Fussbereich wirken die grössten hydraulischen Kräfte und es herrscht der grösste Auflastdruck.



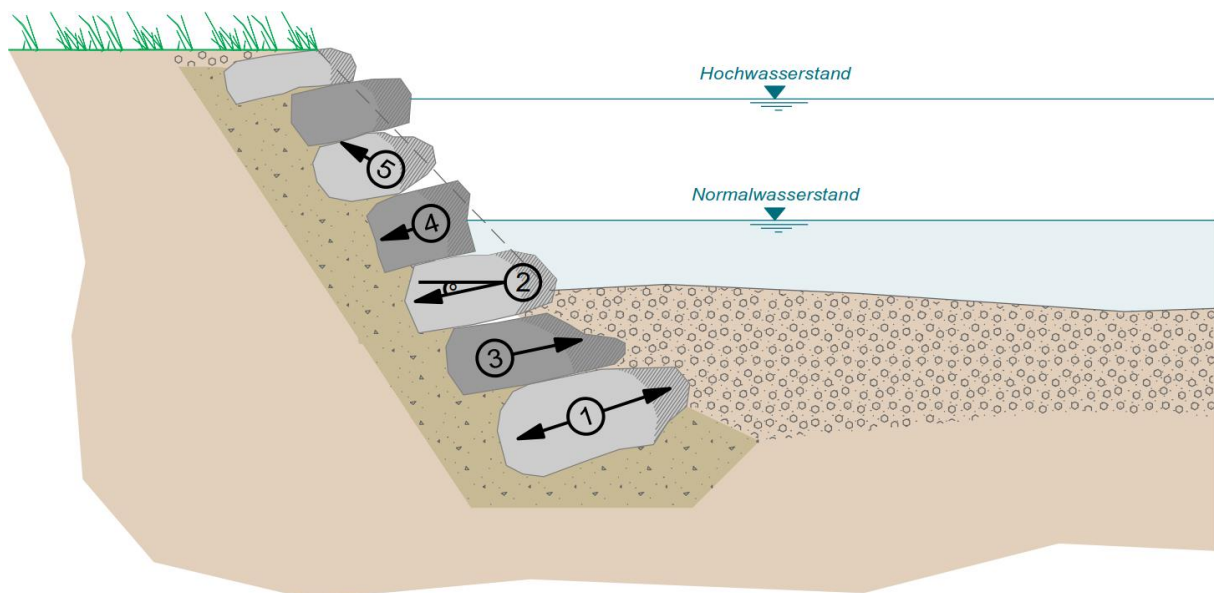
Schemaskizze einer möglichen Blockgrößenverteilung und der Filterschichtlage (Skizze Kästli Bau AG)



### 5.1.3 Das Versetzen der Blocksteine

Das wichtigste ist die richtige Positionierung der einzelnen Blocksteine um einen sauberen Verbund, eine gute Verzahnung und ein in sich stabiles Gefüge zu erhalten.

1. Der Stein wird immer mit der langen Seite eingebunden. Im Endzustand ist nur die schmale oder spitze Seite des Steines zu sehen.
2. Ein Blockstein wird immer mit Rücklage zur Böschung versetzt, mit 10° - 30° Neigung.
3. Die spitze Seite des Steines wird wasserseitig versetzt. Dadurch entstehen Hohlräume in den vorderen 30 - 50 % des Blocksatzes, welche im Wasser den Fischen und über dem Wasserspiegel verschiedenen Kleintieren als Unterschlupf dienen.
4. Die Steine sollen auf der Rückseite eine möglichst geschlossene Wand bilden um das Ausschwemmen von Feinmaterial zu verhindern und eine gute Lastverteilung zu bilden.
5. Jeder Stein muss satt an allen seinen Nachbarn liegen und den unterliegenden Block gut verzahnt halten.



Schemaskizze Blocksatz mit typischen Ausrichtungsmerkmalen der Steine (Skizze Kästli Bau AG)



Eine Blocksteintreppe mit seitlichem Längsverbau während der Realisierung (Foto 2017, Kästli Bau AG)

In der Frontansicht soll das Steingefüge sinngemäss einem Zyklopenmauerwerk einer Trockensteinmauer entsprechen.

Wichtig ist, Längs und Querfugen zu vermeiden. Dies wird erreicht, indem unterschiedlich grosse und unterschiedlich geformte Steine eingesetzt werden.



Frontansicht eines Blocksatzes einer Notfallmassnahme (Foto 2016, Kästli Bau AG)



## 5.2 Der Baumaschinenführer

Die tatsächliche Umsetzung eines Blocksatzes ist in den meisten Fällen das alleinige Kunstwerk eines Baumaschinenführers.

Jeder Stein in einem Blocksatz muss ausgewählt werden um den optimalen Verbund zu erhalten. Es ist Geschick, Geduld und ein geschultes Auge gefragt.

Bauarbeiten in grösseren Gewässern können oftmals nicht vollständig trocken ausgeführt werden, und der Maschinist muss bis zu 4 m unter dem Wasserspiegel Steine versetzen. Dies ist im unvermeidlich trüben Wasser selbst mit GPS-Steuerung nur mit viel Erfahrung und Gespür möglich.



Neuer Uferverbau während der Ausführung (Foto 2015, Kästli Bau AG)

Der Maschinenführer sollte möglichst früh in die technischen Details des Projekts und die Arbeitsvorbereitung der Baustelle mit einbezogen werden um ein funktionales und effizientes Arbeiten gewährleisten zu können.

Wenn Blocksatzarbeiten nicht den geforderten Kriterien entsprechen, müssen diese rückgebaut und neu erstellt werden. Denn wenn ein Blocksatz an einer Stelle einbricht, können Anrisse entstehen, der Verbau hinterspült werden und das gesamte System könnte versagen.

Ein Blocksatz wiederum der den Anforderungen entsprechend ausgeführt wurde und die Ansprüche erfüllt, soll ausreichend gewürdigt werden!



## 6 Der Blocksatz

Ein Blocksatz ist nicht nur schneller realisiert und kostengünstiger als eine Ortbetonmauer, er zeigt noch viele weitere Vorteile.

Ein gewissenhaft geplanter und erfolgreich ausgeführter Blocksatz ist die langfristigste und flexibelste Art der Hartverbauung. Ein gut verzahnter Blocksatz macht horizontale wie vertikale Bewegungen problemlos mit, ohne an Qualität zu verlieren.

Ein Blocksatz kann im Falle einer notwendigen Gerinneanpassung oder im Schadenfall problemlos und kostengünstig umgebaut oder Instandgestellt werden.

Ein Blocksatz der rückgebaut werden muss um der Zukunft Platz zu machen, ist schnell ausgehoben und die Blocksteine können wiederverwendet oder wertbringend verwertet werden.

Die Hohlräume im Blocksatz bieten Lebensraum für Tiere über und unter Wasser. Ebenfalls können problemlos Totholzstrukturen integriert werden.

Der Blockstein ist ein natürliches Element, welches sich gut in die Landschaft integriert.



Uferverbau nach abgeschlossenen Arbeiten (Foto 2015, Kästli Bau AG)

## 7 Schlussbemerkung

Die Kästli Bau AG kann, als eine der wenigen Bauunternehmungen im Raum Bern mit einer eigenen Wasserbauabteilung mit mehr als 20 Spezialisten, auf jahrzehntelange Erfahrung im Wasserbau zurückgreifen.

Die Kästli Bau AG verfügt über einen umfangreichen Maschinenpark und hat durch die firmeneigene Kiesgrube und die grosse Logistikflotte Zugriff auf ein ausgedehntes Angebot. Wir bieten für jede Arbeit die richtige Maschine, qualitativ hochstehende Materialien und garantieren eine termingerechte Realisierung.

Gerne steht Ihnen die Kästli Bau AG auch beratend zur Verfügung.

Auf Anfrage nehmen wir gerne an Begehungen vor Ort teil und / oder erstellen eine unverbindliche Offerte für Baumeisterarbeiten.

Thun, 31.10.2017



**David Hausammann**

Bauführer Wasserbau

Mobil +41 79 738 25 91

[david.hausammann@kaestlibau.ch](mailto:david.hausammann@kaestlibau.ch)

**Kästli Bau AG**

Biergutstrasse 16

Postfach 102

3608 Thun

Tel. 033 334 11 30