



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

Merkblatt zur Verwendung von Natursteinen im Wasserbau im Kanton Zürich

Wasserbau



Ausgangslage

Natursteine werden in Hochwasserschutzprojekten und bei Revitalisierungen in vielfältiger Weise eingesetzt – beispielsweise in Bühnen, in Sohlschwellen, zur Ufersicherung oder als Störsteine in der Sohle. Dabei stellen sich Fragen nach der Gesteinsart, der Gesteinsform und der erforderlichen Gesteinsqualität. Das vorliegende Merkblatt gibt Antworten auf diese Fragen. Der Fokus liegt bei wasserbaulichen Anwendungen in der Sohle und in der Böschung.

Das Ziel dieses Merkblatts ist, eine einheitliche Praxis für die Verwendung von Natursteinen im Wasserbau im Kanton Zürich zu etablieren. Es sensibilisiert für einen bewussten und nachhaltigen Einsatz von Natursteinen und orientiert sich am «Standard Nachhaltigkeit Wasserbau»¹. Der projektspezifische Steineinsatz soll auf lokal vorkommende Materialien abgestimmt und Transportdistanzen sollen minimiert werden. Mit diesem Merkblatt liegt eine einfache und praxistaugliche Beurteilungshilfe für die Wahl des geeigneten Natursteins im Einzelfall vor.

Geologischer Überblick

Der Kanton Zürich liegt, abgesehen von der Lägern, in der mittelländischen Molasse. Es handelt sich dabei um Material, das während der Alpenbildung in den letzten rund 35 Mio. Jahren in einem Vorlandbecken (heutiges Schweizer Mittelland) abgelagert wurde. Diese Sedimentgesteine bestehen im Wesentlichen aus Mergeln, Sandsteinen und Nagelfluh (Konglomerat). Die Molasse ist im Kanton Zürich grossflächig überdeckt von einer Moränenschicht aus Gesteinsmaterial, das während der Eiszeiten durch den Linth- und den Reussgletscher aus den Alpen ins Mittelland transportiert wurde. In den Moränen befinden sich deshalb auch Blöcke aus Kalkstein, Flyschsandstein, Verrucano (Roter Ackerstein) oder selten auch Granit. Alle diese Steine finden wir schliesslich auch in unseren Bächen und Flüssen wieder.

Unsere Fliessgewässer haben die glaziale «Roh-Landschaft» weiter geprägt und gestaltet. Die Gesteinszusammensetzung im jeweiligen Bachbett hängt davon ab, was für Steine im jeweiligen Gewässereinzugsgebiet vorkommen.

Gesteinseigenschaften

Jedes Gestein kann durch seine physikalischen und chemischen Eigenschaften charakterisiert werden. Die wichtigsten gesteintechnischen Eigenschaften im Wasserbau sind die Festigkeit (Bruchverhalten), die Frostbeständigkeit und die Abrasionsresistenz. Diese Eigenschaften können innerhalb derselben Gesteinsart unter anderem aufgrund verschiedener Ablagerungsmilieus und späterer Überdeckung stark variieren (z. B. Inhomogenitäten, Adern). Generell verfügen alpine Gesteine über eine höhere Druckfestigkeit.

Gesteinsart

Sandstein



Erdwissenschaftliche Sammlung der ETH Zürich

Eigenschaften²

Druckfestigkeit (N/mm²): 30-220
Wasseraufnahme (Vol-%): 0.3-15
Verwitterungsbeständigkeit: 1-4

- Sehr unterschiedliche technische Eigenschaften aufgrund von stark variierenden Mineralbestandteilen, Porosität und Bindungstyp.
- Druckfestigkeit und Verwitterungsanfälligkeit variieren stark.
- Quarzitisch oder kalzitisch zementierte Gesteine weisen grundsätzlich bessere Eigenschaften auf als tonig gebundene oder bindemittelarme Sandsteine.

Anwendungsmöglichkeiten

Der Sandstein wird im Wasserbau nur selten verwendet, obwohl er im Kanton Zürich «heimisch» ist und bestimmte Sandsteine (v.a. Flyschsandsteine aus den Alpen) hervorragende technische Eigenschaften besitzen.

Der Sandstein ist vielseitig einsetzbar z.B. in Bühnen, Sohlswellen, als Sitzstein oder in Ufermauern. Er genügt auch ästhetischen Ansprüchen.

Geringwertige Sandsteine mit tiefer Qualität sollten nicht bei kleiner Versagenstoleranz (wichtige Bauwerke) verbaut werden. Sie eignen sich als Störsteine in der Sohle.

Kalkstein



Erdwissenschaftliche Sammlung der ETH Zürich

Druckfestigkeit (N/mm²): 50-200
Wasseraufnahme (Vol-%): 0.1-5
Verwitterungsbeständigkeit: 1-2

- Überwiegend kompaktes Gefüge mit mittleren bis hohen Druckfestigkeiten und geringer Wasseraufnahmekapazität (mit Ausnahmen bei sehr porösem Gestein).
- Der Kalzit als Hauptbestandteil weist eine geringe Ritzhärte auf.

Der Kalkstein ist der am meisten eingesetzte Stein im Wasserbau. Er besitzt gute technische Eigenschaften und eignet sich für vielfältige wasserbaulichen Aufgaben.

Für sehr anspruchsvolle Bauwerke (hohe Stabilität und Dauerhaftigkeit gefordert) sollte nur qualitativ hochwertiger Kalkstein (Q1) verwendet werden.

Nagelfluh



Erdwissenschaftliche Sammlung der ETH Zürich

Druckfestigkeit (N/mm²): 30-160
Wasseraufnahme (Vol-%): 0.5-8
Verwitterungsbeständigkeit: k.A.

- Durch unterschiedliche Zementation sehr variable Festigkeiten.
- Aufgrund der groben Komponenten eher schlechte Abrasionsresistenz.
- Ausbrüche einzelner Komponenten möglich.

Die Nagelfluh im Kanton Zürich ist ein brüchiger Stein und eignet sich nicht für anspruchsvolle Aufgaben. Als Strukturstein (runder Störstein) in der Gewässersohle ist sie aber gut einsetzbar.

¹ AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft; Mit Beschluss Nr. 652/2017 vom Regierungsrat genehmigt.

² Die Angaben zu den technischen Eigenschaften Druckfestigkeit, Wasseraufnahme und Verwitterungsbeständigkeit bei den einzelnen Gesteinsarten sind als Richtwerte zu betrachten. Die Verwitterungsbeständigkeit bezeichnet den Widerstand der Minerale gegenüber physikalisch-mechanisch, chemisch, biologisch und biochemisch wirksamen Kräften. Für die Verwitterungsbeständigkeit gilt: 1 = hoch; 4 = tief.

Verrucano



Erdwissenschaftliche Sammlung der ETH Zürich

Druckfestigkeit (N/mm²): 40–120
Wasseraufnahme (Vol-%): k.A.
Verwitterungsbeständigkeit: 2

- Teil einer Gesteinsserie aus der Permzeit, bekannt durch die typisch rötliche Farbe.
- Kommt im Mittelland als Findling in Moränen vor.
- Als Findlinge haben sie einen weiten Weg hinter sich und verfügen oft über gute Eigenschaften.

Aufgrund seiner beschränkten Verfügbarkeit und seiner unterschiedlichen Qualitäten kann der Verrucano – auch roter Ackerstein genannt – vor allem als Gestaltungs- oder Strukturstein (ökologische Funktion) verwendet werden.

Granit



Erdwissenschaftliche Sammlung der ETH Zürich

Druckfestigkeit (N/mm²): 100–230
Wasseraufnahme (Vol-%): 0.1–2
Verwitterungsbeständigkeit: 1

- Massig, hohe Druckfestigkeit.
- Aufgrund der Hauptbestandteile Feldspat und Quarz hohe Ritzhärte und hohe Abrasionsresistenz.
- Geringe Wasseraufnahmekapazität, hohe Frostbeständigkeit.
- Kann splintern.

Der Granit genügt höchsten Ansprüchen und kann deshalb für anspruchsvolle Aufgaben eingesetzt werden. Weil er nicht standortüblich ist, sollte er mit Bedacht und nur bei höchsten Anforderungen verwendet werden.

Entscheidungshilfe bei der Gesteinswahl

Das Schema «Entscheidungshilfe Gesteinswahl» auf Seite 4 dieses Merkblatts führt in drei Schritten zum projektspezifischen Stein.

In **Schritt 1** geht es darum, die natürlicherweise im Einzugsgebiet vorkommenden Steine zu evaluieren. Diesbezüglich soll auch das Bachbett im Projektperimeter betrachtet werden. Ist die Sohle zu stark verbaut oder sind keine Aufschlüsse verfügbar, kann mit einem möglichst natürlichen Referenzabschnitt verglichen werden. Die Wahl des zu verwendenden Wasserbausteins hat sich grundsätzlich am natürlicherweise Vorhandenen zu orientieren.

Schritt 2 befasst sich mit der wasserbaulichen Aufgabenstellung. Es geht darum, die richtige Gesteinsform und die erforderliche Gesteinsqualität zu bestimmen. Damit kann die projektspezifische Gesteinsart ermittelt werden, wobei die konkrete Wahl das Ergebnis aus Schritt 1 berücksichtigen soll.

Schritt 3 behandelt weitere Aspekte, welche die Wahl aus Schritt 2 beeinflussen können. Die Punkte a) bis e) sind in jedem Fall zu überprüfen (Abwägung).

Qualitätsstufen

Für das vorliegende Merkblatt wurden drei Qualitätsstufen Q1 bis Q3 für die Kriterien «Druckfestigkeit» und «Wasseraufnahme» definiert. Das Kriterium «Wasseraufnahme» kann auch Mass für die Frostresistenz betrachtet werden (je grösser die Wasseraufnahmefähigkeit, desto geringer die Frostresistenz).

Durch Einfordern von Prüfzeugnissen in den Steinbrüchen können diese zwei Merkmale überprüft und der jeweilige Stein einer Qualitätsstufe zugewiesen werden (siehe nachfolgende Tabelle).

Da die Qualität der Steine im Einzelnen variieren kann, ist diese auf der Baustelle vor dem Einbau der Steine zu verifizieren. Die Steine sind auch auf Inhomogenitäten, Adern oder andere Schwachstellen zu prüfen (Hammerprobe). Weitere zu beachtende Kriterien sind Abrasionsresistenz und Bruchverhalten.

Qualitätsstufe	Druckfestigkeit [N/mm ²]	Wasseraufnahme [Volumen-%]
Q1 höchste Qualitätsstufe	>140	<1
Q2 mittlere Qualitätsstufe	70-140	1-10
Q3 tiefste Qualitätsstufe (Kein Prüfzeugnis erforderlich)	<70	>10

Kanton Zürich
Baudirektion
**Amt für Wasser, Abfall,
Energie und Luft**
Abteilung Wasserbau
Walcheplatz 2
8090 Zürich
043 259 32 24
wasserbau@bd.zh.ch

Entscheidungshilfe Gesteinswahl

Schritt 1

Gebietsspezifische Aspekte

Welche Steine kommen im Einzugsgebiet natürlicherweise vor?
Welche Steine befinden sich im Bachbett?

Auswahl natürlich vorkommender Steine



Schritt 2

Projektspezifische Aspekte

Wozu wird der Stein verwendet?
→ Wasserbauliche Anforderung

Hochwasserschutzfunktion
Bühne, Schwelle, Rampe,
Uferschutz, Blocksatz

Ästhetische Funktion
Gestaltung

Ökologische Funktion
Störstein, Sohlenstrukturierung,
Sohlenanreicherung

Gesteinsform

formwild, gebrochen



rundlich

Wie wird der Stein verwendet?
Wie stabil muss der Stein sein?
→ Technische Anforderungen
Kriterien: Druckfestigkeit, Wasseraufnahme (Frostresistenz),
Abrasionsresistenz, Bruchverhalten

Erforderliche Gesteinsqualität

Hohe Qualität (Q1)

– kleine Versagenstoleranz
– bei grosser Beanspruchung
(z.B. im Siedlungsgebiet, im Bereich von
Brücken oder wichtigen Bauwerken, bei
hohem Geschiebetrieb)

Mittlere Qualität (Q2)

Geringe Qualität (Q3)

– grosse Versagenstoleranz
bei geringer Beanspruchung
(z.B. ausserhalb des Siedlungsgebiets, bei
kleinem Geschiebetrieb)

Wahl der projektspezifischen Gesteinsart
(Auswahl möglicher Steine)

**Sandstein
Kalkstein
Granit**

**Sandstein
Kalkstein**
untergeordnet
auch Verrucano,
Nagelfluh

**Sandstein
Nagelfluh
Verrucano**
dazu gehören auch:
Findlinge, Ackersteine, Bollensteine



Schritt 3

Weitere zu prüfende Aspekte

- Transportdistanzen sind zu minimieren. Nahe gelegene Steinbrüche sind zu favorisieren.
- Bereits vorhandene Steine können vor Ort wiederverwendet werden (z.B. Moellons aus Bachverbauungen).
- Bei Verwendung von Wasserbausteinen aus anderen Gewässern dürfen keine Neozoen verschleppt werden! Sohlenmaterial darf grundsätzlich nicht verschoben werden.
→ https://awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/biosicherheit_neobiota/neobiota.html
- Die Gesteinsqualität ist bei hohen Qualitätsanforderungen (Q1) zu überprüfen (Prüfzeugnis verlangen, Hammerprobe).
Steine müssen eine ausreichende Bruchresistenz aufweisen (Transport, Abladen).
- Landschaftsästhetische und gestalterische Aspekte sollen bei der Steinwahl berücksichtigt werden (Anpassung an Bestehendes bezüglich Farbe und Form).