

## **Naturstein - Baustein von bleibendem Wert**

Ein Rückblick in vergangene Jahrhunderte zeigt, dass Naturstein stets ein Bauwerkstoff von zentraler Bedeutung war - und nach wie vor ist: Kalke wurden für die ägyptischen Pyramiden aufeinander getürmt, Marmore zierten römische Paläste und Bäder, Schiefer wurden als Dachziegel, Pflastersteine als Strassenbelag und Mauersteine für den Brückenbau verwendet. Bis heute konnte der Naturstein von der Baustelle nicht verdrängt werden: Natursteinfassaden verleihen architektonisch anspruchsvollen Wolkenkratzern eine besondere Note, Stadtplätze werden mit Natursteinplatten gestaltet, Nutzseinrichtungen wie Küchenarbeitsflächen, Bodenbeläge oder Treppenanlagen in Wohn- und Geschäftshäusern werden in Naturstein gefertigt.

Dieser Rohstoff wurde früher vorwiegend in Steinbrüchen gewonnen, die sich in der näheren Umgebung der Bauplätze befanden. So gehörte es zur Pflicht der mittelalterlichen Stadtgründer, nicht nur nach strategisch-geografisch geeigneten Standorten für den Bau einer neuen Stadt Ausschau zu halten, sondern auch noch zu prüfen, ob ein geeigneter Baurohstoff in vernünftiger Distanz vorhanden war. Heute wird Naturstein - mit sinkenden Transportkosten - mehrheitlich von den entlegensten Orten unseres Globus auf die Baustellen gebracht!

Zur Umsetzung ihrer Gestaltungsideen können Architekten und Designer heute auf eine in Farbe, Struktur und Oberflächenbearbeitung nahezu unerschöpfliche Auswahl an Natursteinen zurückgreifen.

Doch nicht nur die Schönheit und Vielfalt fasziniert Liebhaber von Natursteinen. Eine zentrale Eigenschaft dieses Baustoffes ist - wie erwähnt - seine Langlebigkeit. Natursteine sind sprichwörtlich von bleibendem Wert! Moderne Verarbeitungsmethoden haben aber auch dazu geführt, dass man Natursteine heute am Bau vielfältig einsetzen kann.

## Schweizer Naturstein

### Allgemein

In der Schweiz werden jährlich etwa 600'000 Tonnen Naturstein abgebaut (entspricht etwa 100 Blöcken zu je 15 Tonnen täglich). Gegenüber den jährlich rund 30 Millionen Tonnen gewonnenen Kiesen und Sanden ist dies ein eher bescheidenes Volumen. Allerdings sind bei der Gewinnung sowie Verarbeitung von Natursteinen sehr viel mehr Personen beschäftigt als etwa in der Lockergesteinindustrie.

### Natursteine vom Jura

Die meist recht harten, oft etwas spröden Kalksteine des Juragebirges waren über viele Jahrhunderte gesuchte Bausteine, die in vielen lokalen Brüchen gewonnen und bis weit ins Mittelland verwendet wurden, da sie den Molassesandstein an Dauerhaftigkeit übertreffen.

### Natursteine vom Mittelland (Molasse)

Das bevölkerungsreiche Mittelland brauchte schon früh riesige Mengen Bausteine. Es sind dies vorwiegend Sandsteine, auch heute noch sehr gesuchte Natursteine. Den meisten Gesteinen der Molasse ist allerdings eigen, dass sie als ehemalige Lockergesteine durch Kalk zementiert wurden. Dieser Kalk ist säurelöslich, was zu einem (relativ raschen) Zerfall durch Wassereinwirkung (mit Kohlensäure der Schwefeldioxyd) führen kann. Nur einige wenige Sandsteine sind mit quarzitischem Bindemittel zementiert, womit diese eine hervorragende Verwitterungsresistenz aufweisen.

### Natursteine von den Alpen

Die schweizerischen Alpen mit ihrer Vielfalt an geologischen Einheiten bieten uns eine riesige Palette verschiedenster Gesteine an. Gemessen daran ist die Zahl der heute noch abgebauten Gesteine recht bescheiden, nicht zuletzt auch wegen der relativ schlechten Zugänglichkeit der Steinbrüche. Weitere Anforderungen stellen die hohen Personalkosten, strenge Umweltauflagen und die alpine Tektonik, die viele Gesteine bis in den Kleinbereich beanspruchte und kaum brauchbar macht. Bruchzonen und Klüfte beeinträchtigen oft die Gewinnung von Blöcken, insbesondere bei Kalken. Dennoch verfügen einige Regionen in den Alpen über typische Naturgesteine.

## Natursteingewinnung

Um aus Festgestein - dem Fels im eigentlichen Sinne - überhaupt Steinprodukte herstellen zu können, muss das Gestein vorerst aus dem Felsen herausgelöst werden. Seiner Kompaktheit und Härte wegen kann das nicht, wie etwa bei Lockergesteinen (Kiese, Sande), mit einem Bagger geschehen, sondern es müssen andere Methoden eingesetzt werden.

### Tagbau/Untertagbau

Beim Abbau von Natursteinen unterscheidet man zwischen Tagbau (Gewinnung von Naturstein in einem offenen Steinbruch direkt an der Erdoberfläche) und Untertagbau (Ausbeutung des Felsens in unterirdischen Stollen, Schächten oder Kavernen).

### Tagbau

Wenn immer möglich, entscheidet man sich für den Tagbau. Dieser ermöglicht laufende Erweiterung des Steinbruchareals nach Massgabe des Abbaubedarfes. Ausserdem erleichtert die Natursteingewinnung bei Tageslicht die Abbauarbeit, womit auch das Unfallrisiko der Steinbrucharbeiter auf einem tiefen Niveau gehalten werden kann. Auch wirtschaftliche Gründe sprechen für den Tagbau. Die Gewinnung von Naturstein in einem offenen Steinbruch ist verhältnismässig günstig.

### Untertagbau

Im Untertagbau wird Naturstein in der Regel nur dann ausgebeutet, wenn dieser in Bezug auf Farbe, Beschaffenheit und Struktur Seltenheitswert hat und auf dem Markt entsprechend gefragt ist. Der Untertagbau ist aufgrund der Stollen, Kavernen und Schächte, die in den Felsen vorgetrieben bzw. gesprengt werden müssen, ein sehr teures Abbauverfahren. Die Sicherheitsmassnahmen (Stollen- und Felssicherung mittels Felsankern, Stützpfeilern, Sicherheitsnetzen, Sicherungskalotten oder Tübbings) wie auch die hohen Unfallversicherungsprämien treiben damit die Abbaukosten in die Höhe. Ausserdem müssen «Abbaubrust» und Zufahrtsstollen künstlich beleuchtet und belüftet werden, was die Abbauarbeit grundsätzlich erschwert und zudem das Unfallrisiko der Arbeiter erhöht.

## Natursteingewinnung

### Spalten

Eine sinnvolle Ergänzung zum Sprengen ist das Spalten. Allerdings ist diese Methode in der Regel nur für gut spaltbare Materialien wie Gneise oder Schiefer geeignet. Dabei werden die Blöcke, vorerst aus dem Felsverbund herausgefräst oder -gesprengt, und die Gewinnung der eigentlichen Rohlinge in der gewünschten Endgrösse (meistens kleinere Stücke für die Herstellung von Randsteinen oder rohgebrochenen Platten) erfolgt dann mittels Spalten und Eisenkeilen längs der vorhandenen Spaltflächen. Auch feinkristallin-homogen auskristallisierte Gesteine - wie beispielsweise Granite oder Sandsteine - lassen sich bisweilen gut spalten: Vorerst werden kleine Löcher in das Gestein gebohrt, anschliessend Rundmeissel aus Eisen eingebracht und Werkzeug für Werkzeug eingeschlagen. Von Bedeutung ist dabei, dass die Meissel nicht einzeln bis zur endgültigen Tiefe eingeschlagen werden: Jeder Meissel darf jeweils nur einige wenige Millimeter eingetrieben werden, bis der Rohling über die gesamte Bruchfläche gleichzeitig spaltet. Das Spalten erfordert somit eine Abfolge wiederholter Schlagvorgänge bei allen eingesetzten Meisseln. Es handelt sich dabei um eine aufwändige - und nicht ganz ungefährliche - Handarbeit.

## Naturstein und Ökologie

Naturstein wird aus der Natur entnommen und - nach meist langer Zeit - wieder in den natürlichen Stoffkreislauf zurückgegeben. Dieser Kreislauf soll nachfolgend kurz dargestellt und die damit zusammenhängenden ökologischen Gesichtspunkte aufgezeigt werden. Naturstein zeichnet sich durch seine besondere Langlebigkeit am Bauwerk aus. Die höheren Aufwendungen bei der Herstellung werden dadurch bei weitem wettgemacht. Die langlebige Anwendung macht deshalb Naturstein zu einem besonders ökologischen Baustoff.

## **Produktezyklus des Natursteins**

Naturstein wird rund um den Globus abgebaut und verschoben. Aus den Rohblöcken werden Halbfabrikate hergestellt. Diese werden weiterverarbeitet und zum Gebrauch verbaut oder aufgestellt. Am Ende ihrer Nutzungszeit gelangen die Produkte zur Entsorgung.

### **Vom Fels zum Rohblock**

Die Natur liefert in praktisch unbegrenzter Menge das Rohmaterial (Rohblöcke) für Natursteinprodukte. Durch den Abbau wird die Landschaft verändert, was je nach Umfeld positive oder negative ökologische Konsequenzen haben kann. Im besten Fall kommt es dank des Steinbruchs zu einer grösseren Artenvielfalt - im schlechtesten Fall verkommen aufgegebene Steinbrüche zu unkontrollierten Mülldeponien. Je nach Land, Gesetzgebung und Klimazone bestehen hier unterschiedliche Risiken. Die ökologischen Belastungen durch die Arbeit im Steinbruch sind in der Regel gering, vergleichbar mit einer kleineren Baustelle. Eine beschränkte Zahl an Baumaschinen (Radlader, Kran, Bohrgeräte, Kompressor, Sägeeinrichtung) sowie Wasser, Strom, Treibstoff, gegebenenfalls Sprengstoff sowie eine Handvoll Arbeiter genügen für die Gewinnung der Rohblöcke. Lärm und Staubbelastung sind je nach Abbautechnik für die im Steinbruch Beschäftigten eine starke Belastung, haben aber in der Regel jenseits der Grenzen des Abbauortes keine Bedeutung mehr.

### **Vom Rohblock zum Halbfabrikat**

Die Herstellung des Halbfabrikats aus dem Rohstoff beschränkt sich im Grunde auf Formgebung und Oberflächenbearbeitung. Der grösste Teil der Rohblöcke wird zu Platten verarbeitet. Die dafür notwendigen Ressourcen an Wasser und Energie sind erheblich. Wasser wird in grossem Umfang zur Kühlung und zum Abführen des Schleif- und Sägeschlamms benötigt. Ökologisch betrachtet, ist dieser Wasserverbrauch in der Regel nicht problematisch, da die Feststoffe in betriebseigenen Sedimentationsbecken abgeschieden werden und das Wasser wiederverwendet oder ohne bleibende Verschmutzung in den natürlichen Wasserzyklus zurückgegeben werden kann. Es handelt sich hier also nicht um einen Wasserverbrauch, sondern lediglich um einen Wassergebrauch. Dies gilt natürlich nur solange, wie keine Chemikalien zugegeben werden. Dies ist beim Polieren von Marmoren und Kalksteinen heute gängig. Verwendet werden diverse Salze (Kochsalz, Kleesalz), die auch in der Natur vorkommen und erst bei hohen Konzentrationen Probleme bereiten. Als Energieform wird bei der Verarbeitung in der Regel elektrischer Strom eingesetzt. Seine ökologische Bedeutung ist von der Art der lokalen Stromerzeugung abhängig.

## **Produktezyklus des Natursteins**

### **Vom Halbfabrikat zum Fertigprodukt**

Bei der Weiterverarbeitung des Natursteins vom Halbfabrikat zum Fertigprodukt werden in der Regel nochmals, durch Zuschneiden auf bestimmte Masse und Oberflächenbearbeitungen, Energie und Wasser benötigt. Hinzu kommen einige spezielle Techniken und Behandlungen, die zwar am Gesamtvolumen wenig Anteil haben, die aber andere Stoffe und Verfahren mit ins Spiel bringen. Hierzu gehört das Flammen der Gesteinsoberfläche zum Erreichen einer gewünschten Oberflächentextur. Dazu dienen Azetylenbrenner mit den Verbrennungsprodukten CO<sub>2</sub> und Wasserdampf. Seit neuerer Zeit werden Natursteine mit Chemikalien behandelt, die Fleckenbildungen und Verschmutzungen verhindern sollen. Die dazu verwendeten Substanzen basieren in der Regel auf siliziumorganischen Verbindungen (Silane, Siloxane etc.). Kohlenwasserstoffe (Benzin, Alkohol) treten als Lösungsmittel auf. Als Alternativen stehen wässrige Dispersionen und Emulsionen zur Verfügung.

### **Der Transport**

Naturstein wird als Rohblock, Halbfabrikat und in zunehmendem Masse auch als Fertigprodukt weltweit verschoben. Das hohe Eigengewicht des Materials macht den Transport seit jeher zu einem aufwändigen Unterfangen. Es wird rasch klar, dass der Transport im Produktezyklus von Natursteinprodukten den grössten ökologischen Belastungsposten darstellen kann. Unter den Verkehrsmitteln schneidet bezüglich Energieverbrauch die Schifffahrt am besten ab - hier verkleinert sich mit steigender Distanz und steigender Tonnage der spezifische Energiebedarf stetig. Nach dem Schiff folgt im Prinzip die Schiene, dicht gefolgt vom Lastwagen. Beim Strassentransport ist der Energiebedarf vom verwendeten Fahrzeugtyp und vom Ladefaktor abhängig. So verbraucht ein nur zur Hälfte beladener Vierachser 4 x mehr Energie pro Kilometer und Tonne als ein voll beladener, 3-achsiger Sattelschlepper. Verfolgt man den Weg einer Ladung Natursteinplatten vom Abbauort bis zum Einsatzort, so kann sich das Bild zugunsten des einen oder anderen Verkehrsmittels verschieben. So können sehr lange Transportdistanzen per Schiff ökologisch weniger problematisch sein als mittlere Distanzen auf dem Landweg.

## **Produktezyklus des Natursteins**

### **Gebrauch und Erneuerung**

Beim Gebrauch von Naturstein entstehen praktisch keine Belastungen für die Umwelt. Die einfache Pflege und die ausgezeichnete Haltbarkeit machen den Naturstein in der Gebrauchsphase zu einem ökologischen Primus. Besonders positiv zu werten ist die hohe Dauerhaftigkeit. Bei der Bauwerkserneuerung ist der Naturstein oft das Letzte, das ersetzt werden muss - in der Regel kann er etliche Sanierungsphasen überdauern. Entscheidend ist hier die Art der Verwendung: Wird Naturstein zu rein dekorativen Zwecken eingesetzt, so sind die Nutzungsphasen eher kurz, da Modeströmungen sehr viel kurzlebiger sind als der Stein selbst. Hat der Stein auch eine sinnvolle, bautechnische Funktion, so hat er gute Aussichten auf eine langfristige Verwendung.

Die Entsorgung von Naturstein ist ökologisch problemlos - als Inertstoff kann er ohne Sorge deponiert werden oder, wenn das Volumen dies rechtfertigt und die Gesteinssorte geeignet ist, zu Splitt und Brechsand verarbeitet und für verschiedene Zwecke wiederverwendet werden.

## **Fazit**

Naturstein kann als Baustoff bezeichnet werden, der nur geringe ökologische Beeinträchtigungen verursacht. Ein eindrücklicher Beweis dafür sind die Bauten vom Ende des vorletzten Jahrhunderts, bei denen Naturstein der Hauptbaustoff war; in der Schweiz waren über 600 Steinbrüche in Betrieb - die dadurch verursachten Eingriffe in die Natur sind heute kaum mehr festzustellen und die damals errichteten Bauten sind noch heute im Gebrauch. Die Globalisierung der Wirtschaft macht es heute für den Einzelnen oft unmöglich, die ökologische Tragweite seines Verhaltens zu überblicken. Orientiert man sich an den rein physikalisch messbaren Grössen, so sind auch beim Naturstein ökologische Überlegungen sinnvoll. Die Verkürzung und Optimierung der Transportwege stehen an erster Stelle. Eine materialgerechte, auf eine lange Nutzungszeit ausgerichtete Natursteinanwendung entlastet unsere Umwelt. In einem qualitativen ökologischen Vergleich mit Kunststein und Keramik schneidet der Naturstein gut ab. Dabei darf nicht vergessen werden, dass das Endprodukt jeweils ein Bauwerk ist, an dem keiner der genannten Baustoffe den anderen zu ersetzen vermag.