

Nachhaltiges Bauen mit Beton

Ökonomische und ökologische Herausforderungen

Stephan Gnädinger

eidg. dipl. Baumeister

VRP und Inhaber

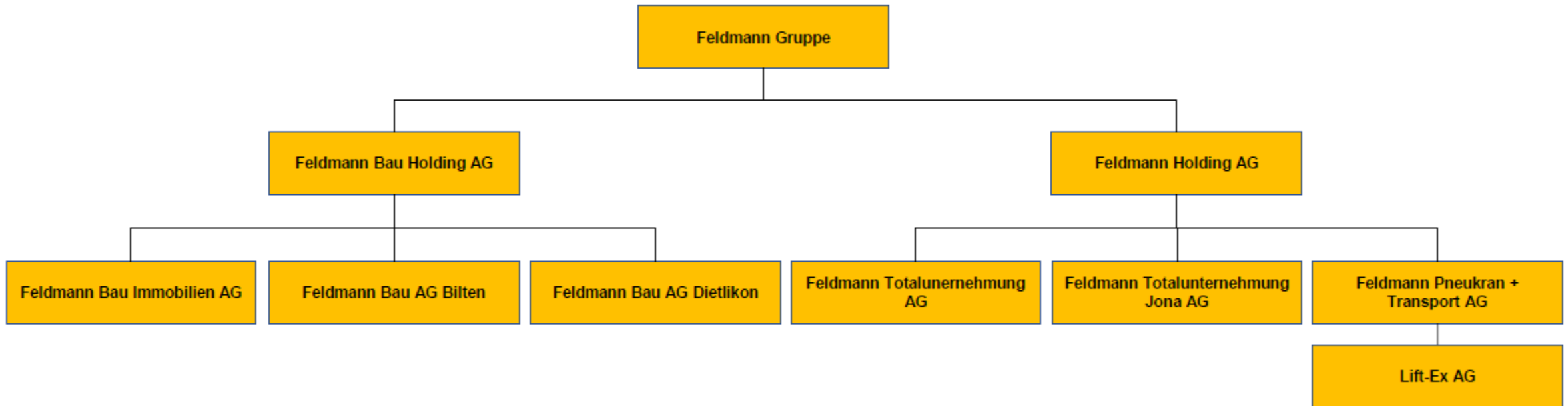
Feldmann Bau Holding AG

VRP und Mitinhaber

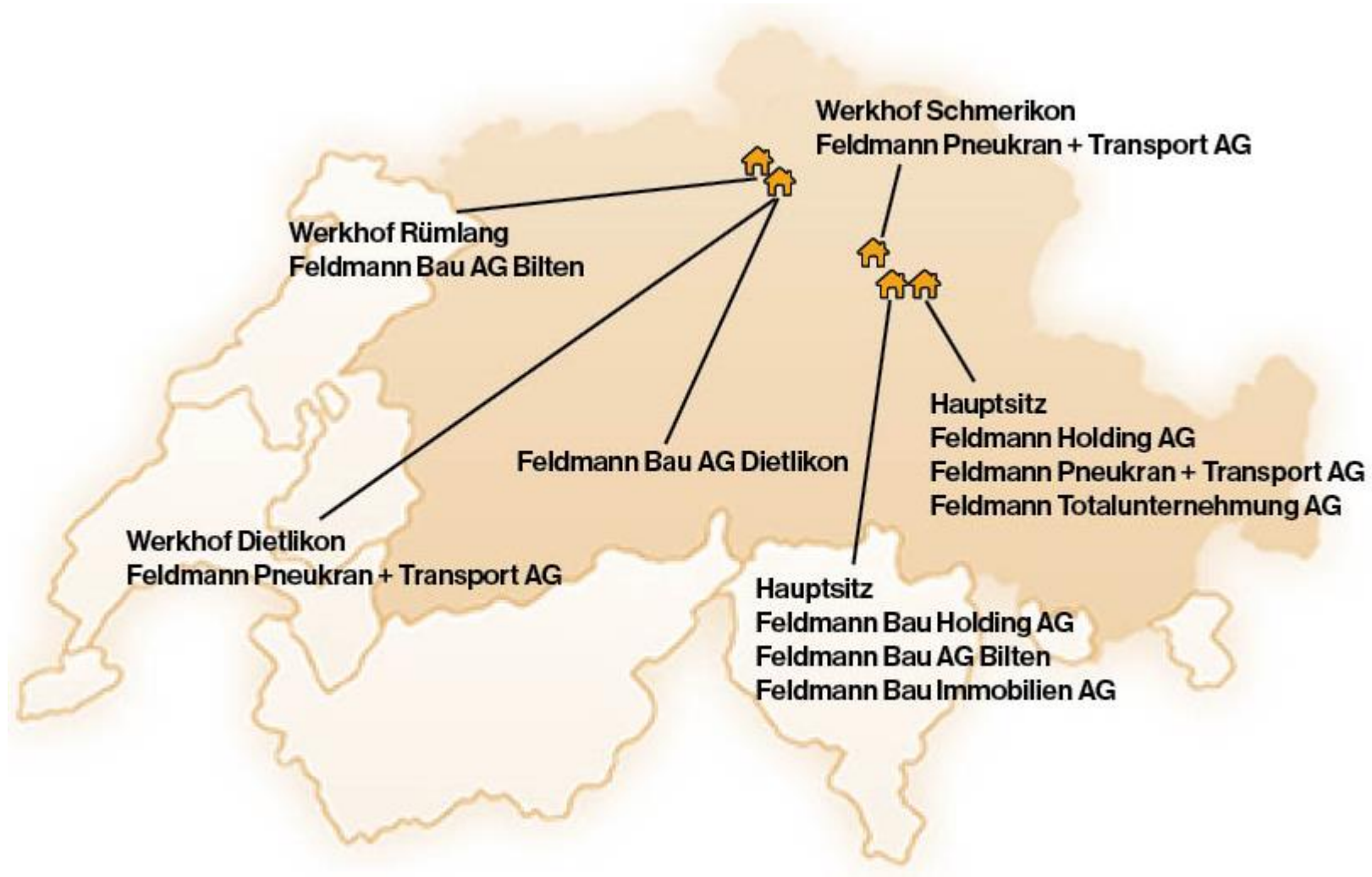
Feldmann Holding AG



Wie sind wir organisiert?



Standorte



Beton ist natürlich

Beton ist ein zu 100% natürlicher Baustoff

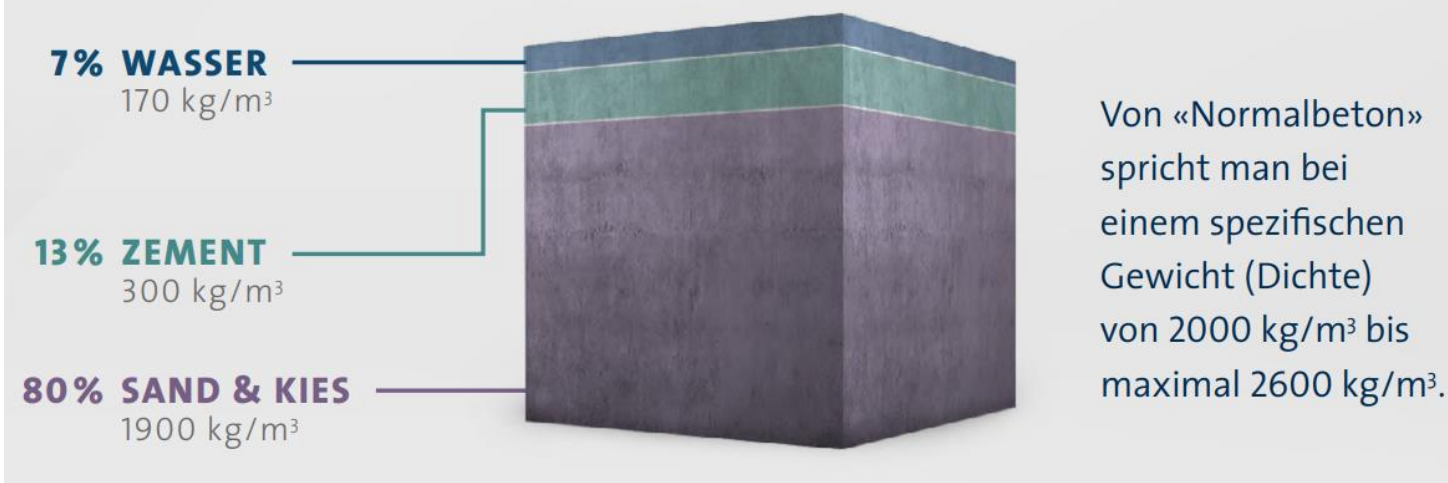
Beton ist ein zu 100% natürlicher Baustoff

Er besteht aus 3 Komponenten: Gesteinskörnung (Sand und Kies), Wasser und Zement

Zement dient dabei als Bindemittel und besteht ebenfalls aus reinen Naturstoffen wie Kalk, Ton und Mergel. Diese Rohstoffe werden gebrannt, um dem Zement jene Eigenschaften zu verleihen, die er für die hydraulische Erhärtung braucht.

Alle Rohstoffe für die Herstellung von Zement und Beton sind in der Schweiz regional und in ausreichender Menge verfügbar!

EIN KUBIKMETER BETON ENTHÄLT:

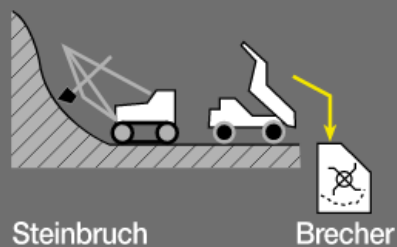


Zementherstellung

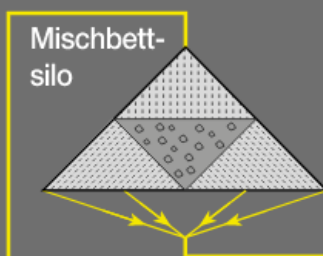


Aufbereiten der Rohstoffe

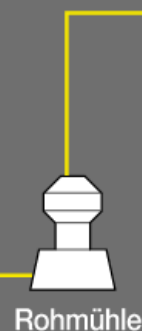
Kalkstein und Ton
Gewinnen Brechen



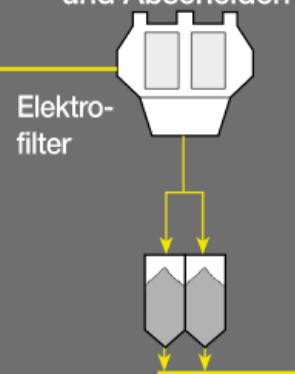
Rohstoffe
Homogenisieren und Lagern



Rohmehl
Trocknen und Mahlen

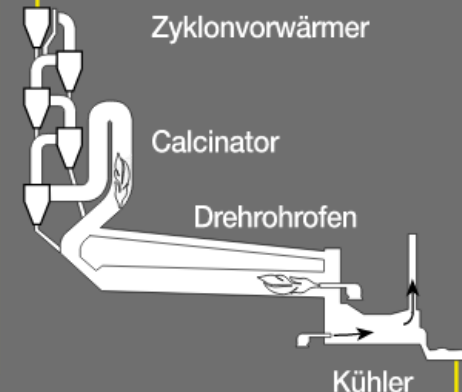


Homogenisieren und Abscheiden



Chemisches Umwandeln

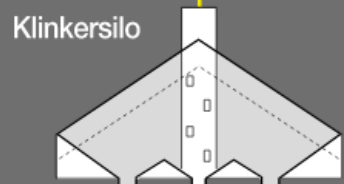
Brennen



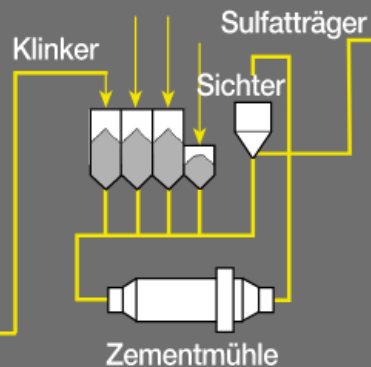
Klinker

Mahlen

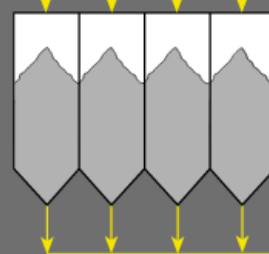
Lagern und Homogenisieren



andere Hauptbestandteile
Klinker Sulfatträger



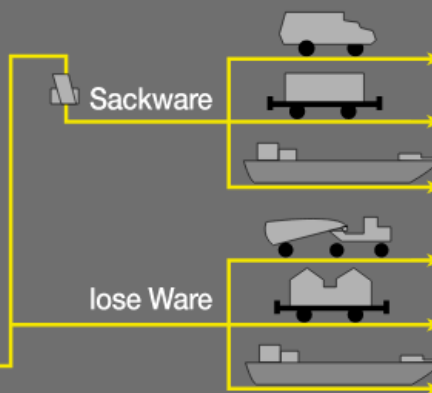
Zement CEM I bis CEM V



Abfüllen, Verladen, Transportieren

Sackware

lose Ware



Beton ist ein CO₂-Schlucker

Beton nimmt 15 – 20 % der CO₂-Emissionen aus der Umgebung auf

Beton nimmt CO₂-Emissionen aus der Umgebung auf

Erkenntnisse der EMPA und dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)



Beton nimmt im Lauf seiner Nutzung rund 15–20% der CO₂-Emissionen aus der Umgebungsluft dauerhaft auf (bei Zement bis 97% möglich).

Er vermag so einen Teil der bei der Zementherstellung verursachten CO₂-Prozessemissionen zu kompensieren.



Beton nimmt CO₂-Emissionen aus der Umgebung auf

Erkenntnisse der EMPA und dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)



Ein mit CO₂-angereichertes Betongranulat verbessert die Klimabilanz von Frischbeton um etwa 10%.

Dies liegt neben der dauerhaften Speicherung des Kohlendioxids an der Möglichkeit, den Zementanteil im Frischbetonmix zu reduzieren.



Beton ist ein Umweltaktivist

Beton sichert unsere wichtigste Ressource weltweit – das Wasser

Beton sichert unsere wichtigste Ressource weltweit – das Wasser.

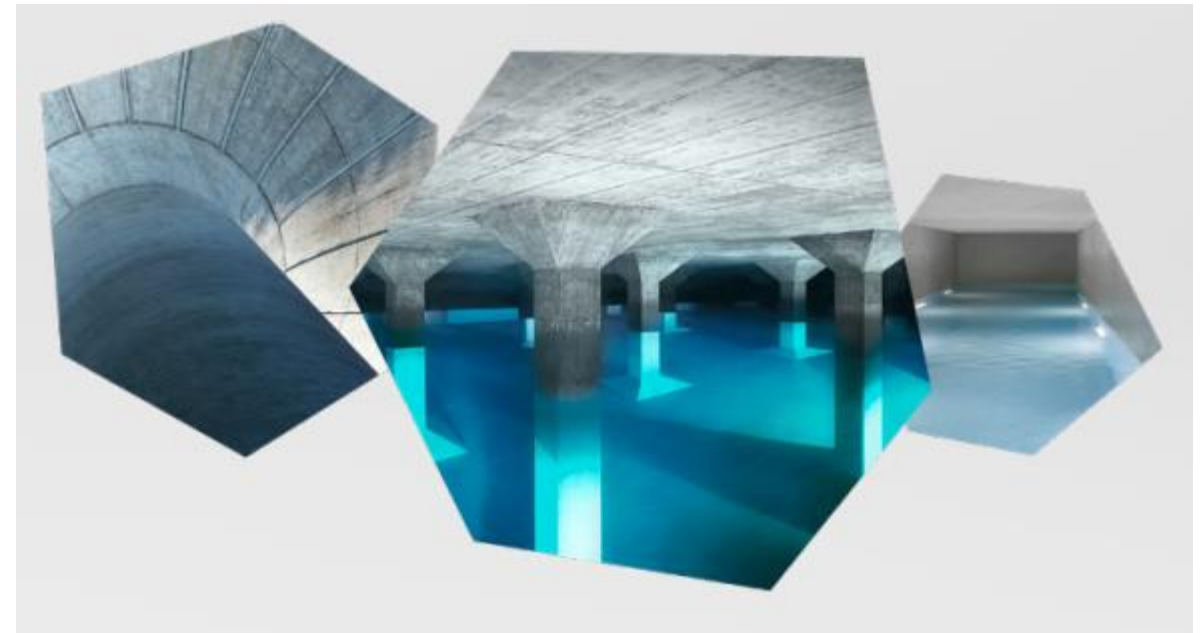
Beton ist wichtigster Baustoff von Wasserbauwerken



Denn als wichtigster Baustoff von Wasserbauwerken trägt Beton wesentlich dazu bei, uns Tag für Tag mit sauberem Trinkwasser zu versorgen und durch die sichere Ableitung des Abwassers in Kanalisation und Kläranlagen unsere Flüsse sowie Seen reinzuhalten.

Trinkwasser-Aufbereitungsanlagen und Reservoirs: Für deren Konstruktion kommt einzig Beton in Frage.

Für die Wasserkraftwerke (Dämme) kommt mehrheitlich der Baustoff Beton zur Anwendung.



Beton ist ein Langlebens-Künstler

Bauwerke aus Beton zeichnen sich durch eine lange Nutzungsdauer aus

Bauwerke aus Beton zeichnen sich durch lange Nutzungsdauer aus ...und schonen damit Ressourcen – und sind im besten Sinn nachhaltig!



Beton überzeugt durch Festigkeit und Dauerhaftigkeit, daher ist er durch keinen anderen Baustoff zu ersetzen.

Beton ist enorm belastbar, unempfindlich gegenüber Witterungseinflüssen und Feuchtigkeit sowie auch brandbeständig – somit ein besonders robuster sowie langlebiger Baustoff.



Der langlebigste Betonbau der Welt

Das Pantheon in Rom ist eines von vielen Bauwerken, die beweisen, dass Beton 2000 Jahre und länger überdauern kann.

Beton ist ein Reisemuffel

Beton wird nicht nur regional hergestellt, sondern auch regional verwendet

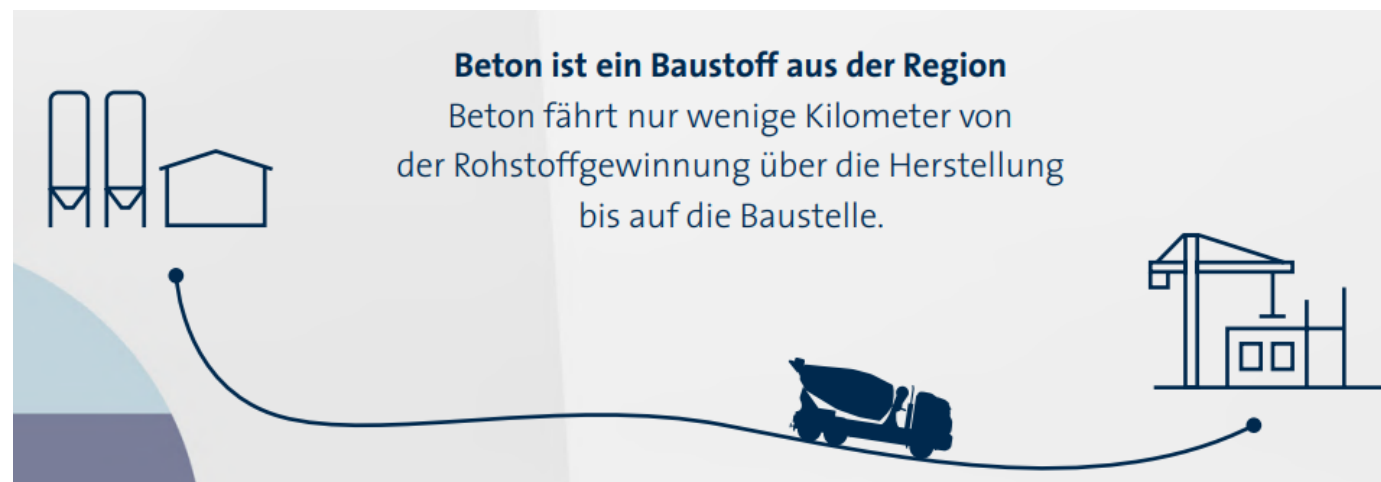
Beton wird regional hergestellt und auch regional verwendet

Zirka 500 über die Schweiz verteilte Betonwerke ermöglichen kurze Transportwege.

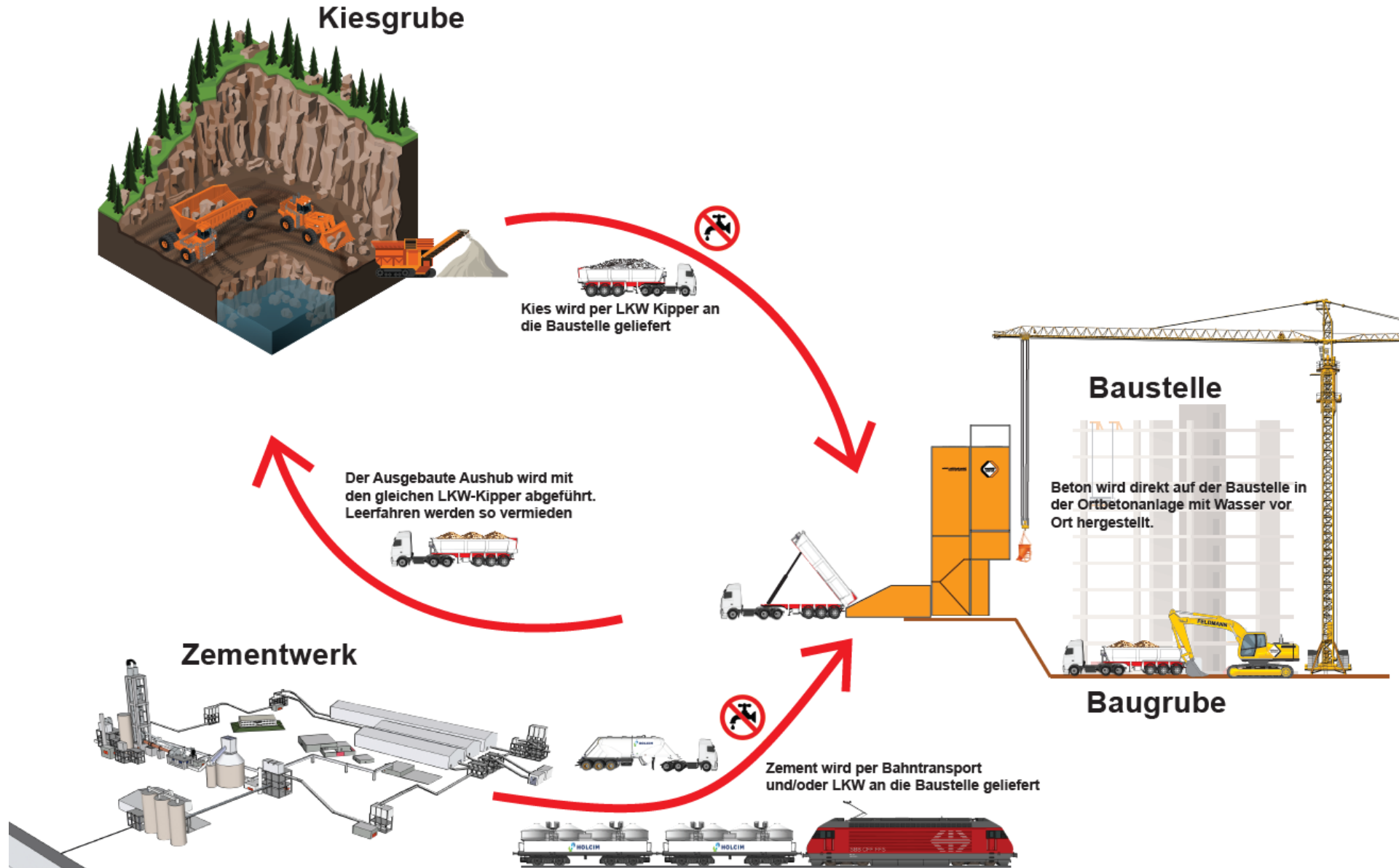
Frischbeton fährt von der Rohstoffgewinnung über die Herstellung bis zur Baustelle nur wenige Kilometer und trägt so entscheidend zur Einsparung von CO₂-Emissionen im Transport bei.

Auch auf die Baustelle gelieferte Betonfertigteile entsprechen dem Prinzip der kurzen Wege.

Die Produktion von Beton in der Region sorgt für rund 4'000 Arbeits- und Ausbildungsplätze und stärkt die Wirtschaftskraft vor Ort.



Optimierung durch Betonherstellung auf den Baustellen



Vorteile der Betonproduktion auf der Baustelle

- Verkehrsunabhängige Produktion von Frischbeton
- Qualitative Aufwertung des Betons durch schnellen Einbau auf der Baustelle
- Kein Transport von Anmachwasser über die Strasse
- Kiestransportfahrzeuge können auf der Rückfahrt von der Baustelle Aushubmaterial in die Kiesgrube/Deponie mittransportieren
- Qualitätskontrollen analog Transportbetonwerken
- Keine Leerfahrten von Fahrmischern retour von der Baustelle zum Transportbetonwerk
- Beton ist nicht «unkalkulierbar lange» auf der Strasse unterwegs (Stau, etc.)
- Befüllung der Siloanlagen mit Kies und Zement ausserhalb der Stosszeiten des Verkehrs

Berechnungsbeispiel «eingesparte LKW-Fuhren»:

40'000 m³ Beton mit je 150 Litern Anmachwasser ergibt 6'000 Liter Wasser, das über die Strasse transportiert werden muss

Bei 8 m³ Fahrmischer-Trommelinhalt resultieren rund 750 Lastwagenfahrten weniger zur und von der Baustelle

Beton spart Fläche

Mit Beton werden Projekte in puncto Flächenverbrauch optimiert

Mit Beton werden Projekte in puncto Flächenverbrauch optimiert

Beton reduziert den Flächenverbrauch durch optimale Raumnutzung



Mit Beton werden Projekte in puncto Flächenverbrauch optimiert, denn er ermöglicht platzsparendes Bauen in die Höhe wie auch in die Tiefe. So trägt Beton zur Schonung von Wiesen und Feldern bei bzw. reduziert den aktuell hohen Flächenverbrauch allerorts.

Beton ist damit aktiver Teil der Lösung, wenn es darum geht, weniger Flächen zu versiegeln!

Im Gegenzug wird für die erhöhte Ausnutzung durch die verdichtete Bauweise eine „Mehrwertabgabe“ an die öffentliche Hand vergütet.



Beton ist Klima Manager

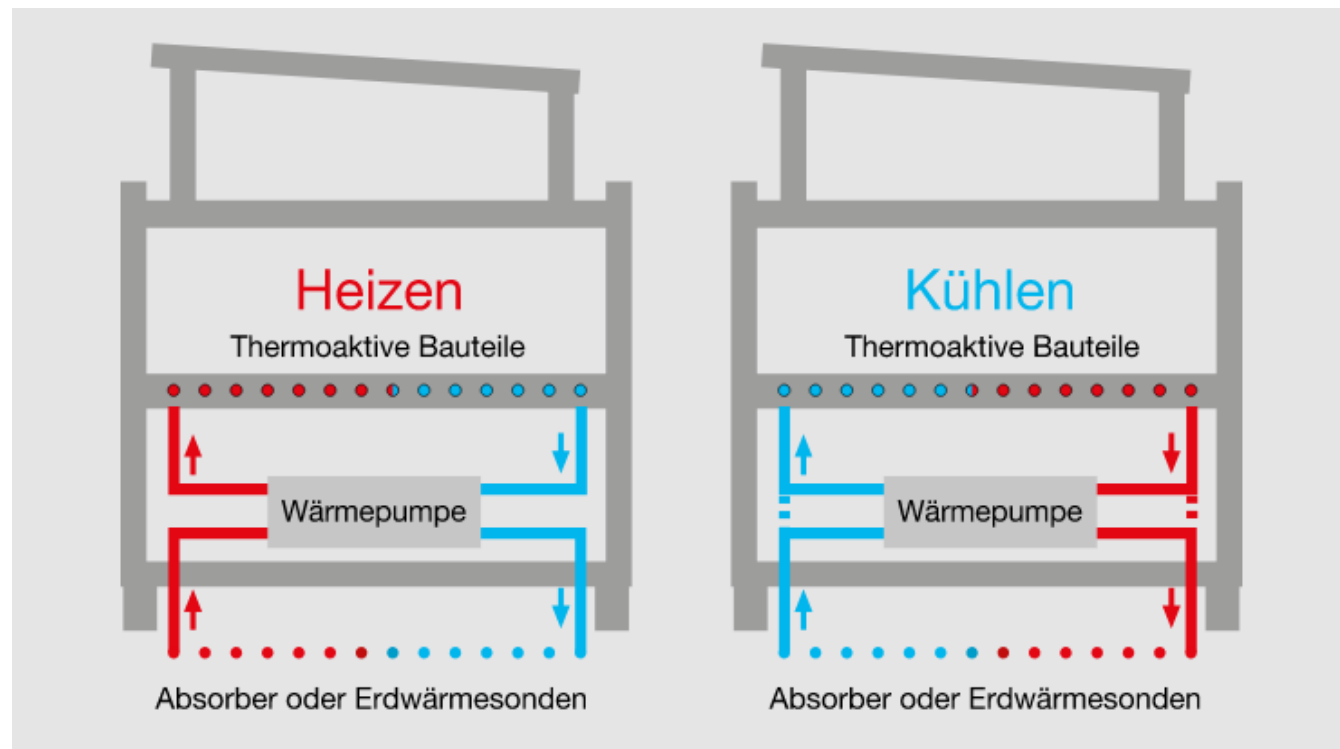
Beton ist ein hervorragender Energiespeicher

Beton ist ein hervorragender Energiespeicher

Beton besitzt eine hohe Materialdichte und Wärmeleitfähigkeit

Für thermisch aktivierte Bauteile macht man sich diese Eigenschaft zunutze:
Bauteile aus Beton speichern Energie und geben sie in Form von Wärme oder Kälte wieder ab.

Zur thermischen Aktivierung der Gebäude sind wasserführende Rohrsysteme in Betondecken oder -wänden integriert. Sie können nach Bedarf als Heiz- oder Kühlelemente zur Regulierung der Innenraumtemperatur genutzt werden.



Beton ist ein Wiederverwender

Beton ist Rohstofflager der Zukunft, Stichwort «Urban Mining»

Beton ist Rohstofflager der Zukunft, Stichwort «Urban Mining»

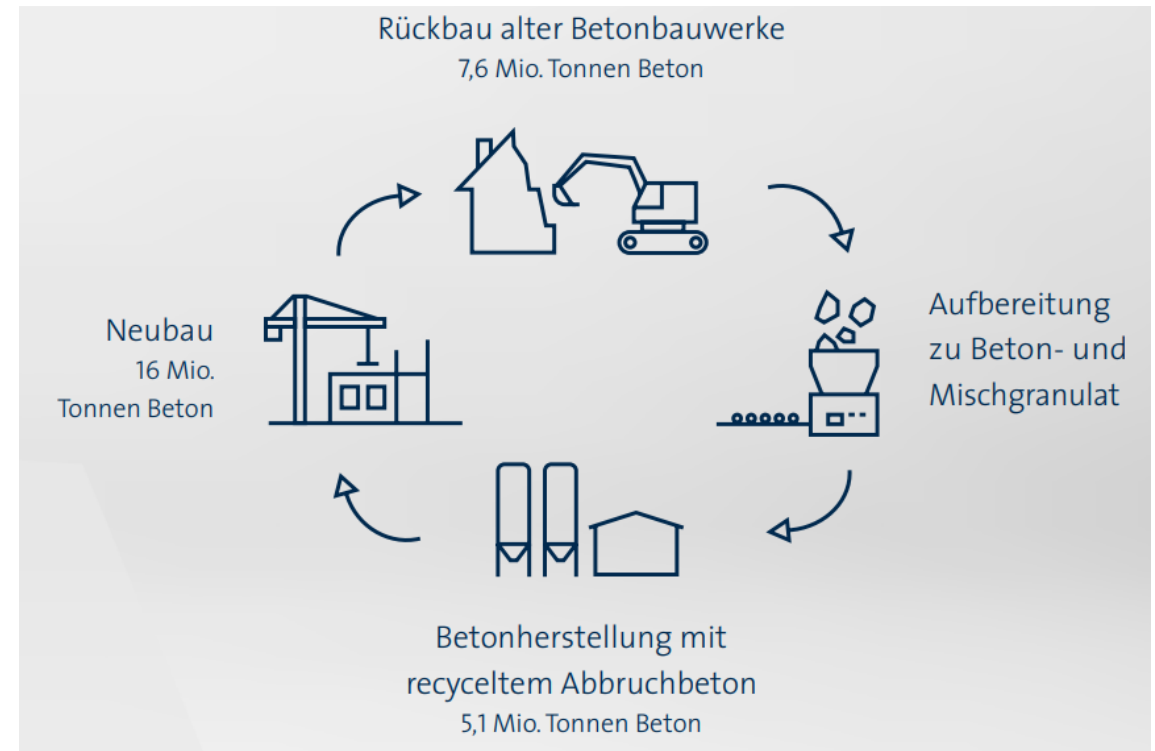
Beton kann rückgebaut, aufbereitet und wieder zu Recyclingbeton gemischt werden



Ein weiterer positiver Effekt: Beim Rückbau und Aufbrechen von altem Beton vergrößert sich seine Oberfläche.

Dadurch kommt es zu erhöhter «Carbonatisierung», bei der CO₂ aus der Umgebungsluft im Beton dauerhaft eingebunden wird.

Insbesondere die Wiederverwendung von nahezu 100% des rückgebauten Betons schont die natürlichen Ressourcen und damit die Umwelt.



Beton im Vergleich zu Holz

Ist Holz wirklich „grün“

Faktencheck Holz – Ist Holz wirklich „grün“



Hohe Bedeutung des massiven Bauens für den Brandschutz

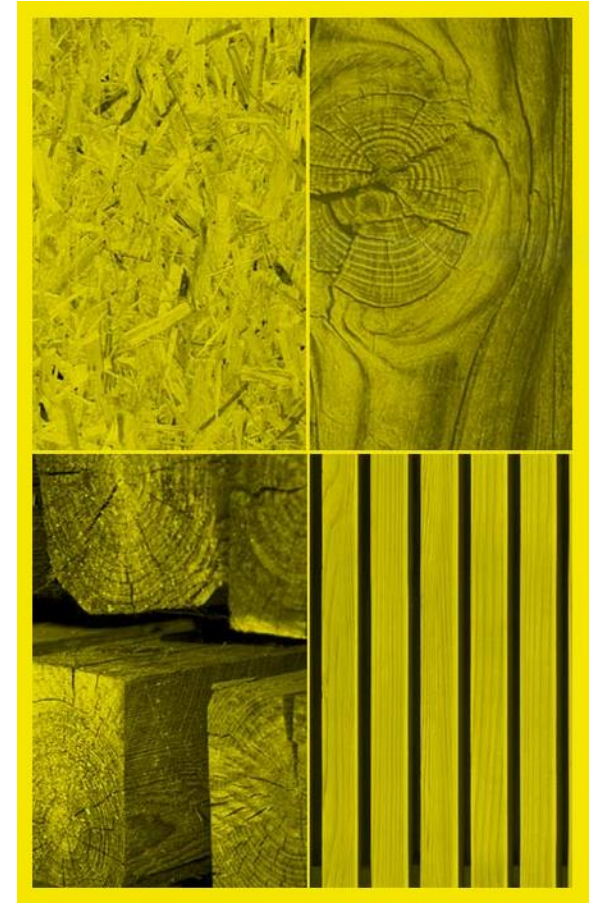
Holz wurde schon von den Urzeitmenschen nicht nur als Brennstoff eingesetzt, sondern diente auch schon früh als Baustoff zum Erstellen einfacher Unterkünfte. Doch bereits in der Antike wurden – wo es möglich war – aus Gründen der Dauerhaftigkeit und des Brandschutzes Bauwerke in Massivbauweise erstellt. Gleichzeitig wurde das massive Bauen zum Ausdruck des Wohlstands. Und je grösser und enger bebaut die menschlichen Siedlungen wurden, desto mehr wuchs auch die Bedeutung des massiven Bauens für den Brandschutz.

Schutz für die Städte: Einsatz nicht brennbarer Baustoffe

Grosse Stadtbrände legten ganze Städte in Schutt und Asche. Voraussetzung für solche Brandkatastrophen ist zu einem wesentlichen Teil der Einsatz brennbarer Baustoffe gewesen. Das erkannten schon die Lübecker Ratsherren, als sie 1276 nach einem grossen Stadtbrand die Umfassungswände von Gebäuden nur noch aus Stein zuließen und feuerfeste Dachdeckungen vorschrieben.

Holz trägt bei einem Feuer zur Brandlast bei

Der Flammpunkt von Holz liegt zwischen 200 °C und 275 °C. Doch bereits bei Temperaturen über 105 °C setzt eine thermische Zersetzung ein. Schon daraus ist zu ersehen, dass Holz anders als Beton bei einem Feuer zur Brandlast beiträgt. Zum Erreichen hoher Feuerwiderstandsklassen müssen tragende Holzbauteile ähnlich wie Stahlbauteile durch Verkleidungen geschützt werden. Nach einem Brand mit Löschwassereinsatz bleibt aber trotzdem meist nur ein Abriss der Konstruktion.



Faktencheck Holz – Ist Holz wirklich „grün“



Wohnklima: Wohlfühlen im Massivbau

Für das tagsüber schnelle Aufheizen und nachts schnelle Auskühlen von Räumen in Gebäuden in Leichtbauweise – z. B. Holz – hat sich der Begriff „Barackenklima“ eingebürgert. In modernen Gebäuden in Massivbauweise heizen sich nur die in Holzbauweise erstellten Dachgeschosse bemerkbar auf. Die grosse Wärmespeicherfähigkeit einer Betonwand bzw. -decke sorgt dagegen für ein ausgeglichenes Raumklima, was gerade an heißen Sommertagen wertvoll ist.

Luftschalldämmung: Flächengewicht spricht für Beton

Die geringe Rohdichte der Holzbauteile sorgt auch für eine entsprechende Hellhörigkeit der Wohneinheiten, hängt doch die Luftschalldämmung einschaliger Bauteile von ihrer flächenbezogenen Masse (Flächengewicht) ab. Das Flächengewicht eines Bauteils steigt mit der Dicke und der Rohdichte des Bauteils. Auch das spricht für Beton in Wand und Decke.

Hohe Dauerhaftigkeit von Massivbauten

Je länger ein Bauwerk ohne hohen Instandhaltungsaufwand genutzt werden kann, desto effizienter ist es. Die beste Aussage über die Nutzungsdauer von Bauwerken unterschiedlicher Konstruktion kann eine Institution treffen, die über eine langjährige Erfahrung in Bau und Nutzung von Immobilien verfügt. Der Aufwand für betriebliche Gebäude in Massivbauweise sind pro Wirtschaftsjahr 3 % der Anschaffungs- oder Herstellungskosten einzusetzen, was eine Nutzungsdauer von 33 Jahren ergibt.

Faktencheck Holz – Ist Holz wirklich „grün“



Beton widersteht härtesten Umweltbedingungen

Beton als mineralischer Baustoff muss weder pflanzliche noch tierische Schädlinge fürchten. Bei entsprechender Zusammensetzung widersteht er sogar härtesten Umweltbedingungen ohne zusätzlichen Schutz. Selbst Stahlbeton- und Spannbetonbrücken, die dem Meerwasser ausgesetzt sind, werden heutzutage auf Nutzungsdauern von 100 Jahren und mehr bemessen.

Holz als organischer Baustoff ist gegen den Angriff tierischer und pflanzlicher Schädlinge ohne Schutzmassnahmen nur gefeit, wenn es in seiner Nutzungsphase in trockener Umgebung verwendet wird und die Holzfeuchte unter 20 % bleibt. Ist dies nicht der Fall – und diese Gefahr besteht in Bauwerken fast überall – droht der Befall durch holzerstörende Pilze und Insekten.

Holz als Konstruktionswerkstoff: Hohe Sicherheitsbeiwerte

Entsprechend seiner Entstehung ist Holz anisotrop und sehr inhomogen. Baumkanten, Faserneigung, Risse, Äste, Insektenfrass und vieles mehr beeinflussen seine Eigenschaften und zwingen zur Einstufung in verschiedene Sortierklassen. Die Belastbarkeit parallel zur Faserrichtung ist deutlich höher als rechtwinklig zur Faserrichtung. Schon ein wenig ästiges Kiefernholz kann 50 % seiner Zugfestigkeit und 10 % seiner Druckfestigkeit gegenüber astfreiem Holz einbüßen.

Auch die Zeitdauer der Belastung spielt eine Rolle: So beträgt die Dauerfestigkeit nur etwa 50 % bis 60 % der Kurzzeitfestigkeit. Diese Einflüsse werden durch entsprechend hohe Sicherheitsbeiwerte bei den Materialkennwerten berücksichtigt.

Massgenauigkeit von Holz hängt stark vom Feuchtegehalt ab

Die Massgenauigkeit von Holz ist dagegen stark vom Feuchtegehalt abhängig. Vollholz kann sich je nach Schnitt bei Änderung des Feuchtegehalts verdrehen und Risse bilden. Im Hallenbau wird deswegen meist kein Vollholz, sondern Brettschichtholz (BSH, früher auch Leimholz genannt) eingesetzt. Bei Brettschichtholz werden Holzlamellen mittels Kunststoffklebern verleimt. Aber auch bei BSH-Bindern über 20 m Länge sind Längenabweichungen bis +/- 20 mm durchaus möglich.

Faktencheck Holz – Ist Holz wirklich „grün“



Beton gegen Treibhausgase

Holzwerkstoffe sind beim Einsatz in Bauwerken vor Feuchte zu schützen. Dauernd starker Feuchtigkeit ausgesetztes, ungeschütztes Holz setzt beim Verrotten CO₂ und Methan frei. Methan gilt als Treibhausgas, das 25-mal wirksamer ist als CO₂. Bei Betonbauteilen dagegen ist der Kontakt mit der Atmosphäre sogar nützlich. So bindet Beton z. B. durch Carbonatisierung CO₂ aus der Atmosphäre und gewinnt dadurch in diesem Bereich an Festigkeit. Aktuelle Untersuchungen gehen davon aus, dass so immerhin rund 25 % der CO₂-Prozessemissionen aus der Herstellung des Zements durch Carbonatisierung des Betons und Mörtels wieder gebunden werden können. Im technischen Regelwerk ist die Betondeckung der Bewehrung entsprechend der Umweltbeanspruchung so gross ausgelegt, dass die so genannte Carbonatisierungsfront den Bewehrungsstahl nicht erreicht und dessen Korrosionsschutz über die gesamte Nutzungsdauer gewahrt bleibt. Über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks (50 bzw. 80 Jahre) kommen Stahlbeton- und Holzbauweise auf eine vergleichbare CO₂-Bilanz.

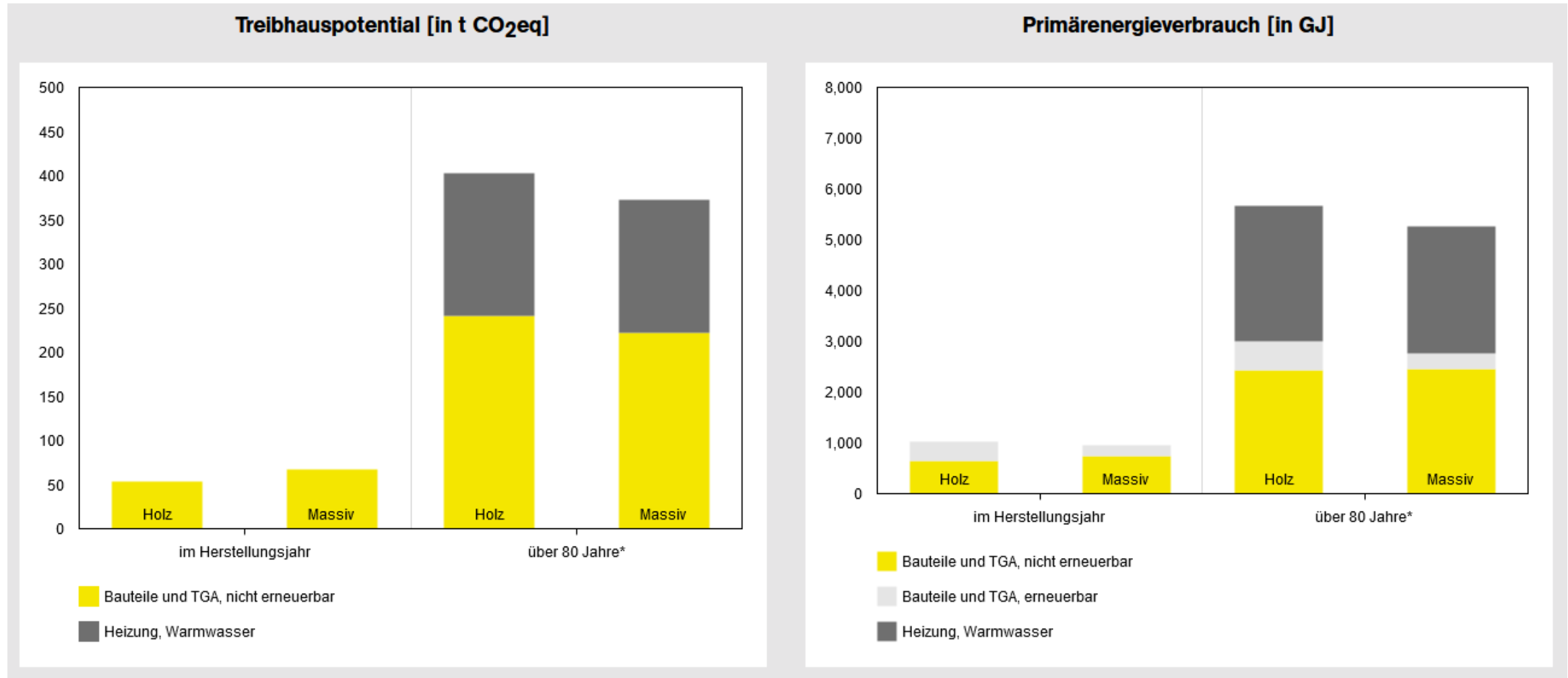
Auf dem Holzweg

Holz nimmt – verglichen mit Massivbaustoffen – deutlich längere Wege vom Gewinnungsort bis zum Verwendungsort. Die Studie „Betrachtungen zur Nachhaltigkeitsqualität der Holzbauweise im Wohnungsbau“ – durchgeführt 2017 von der LCEE Life Cycle Engineering Experts GmbH in Darmstadt im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Mauerwerks- und Wohnungsbau e.V. (DGfM) – geht für heimische Hölzer von einer durchschnittlichen Transportentfernung von 175 km aus. Das ist aber nur die Spitze des Eisbergs: Bei heimischen Nadelhölzern ist bereits heute die Rohstoffsituation äußerst angespannt, so dass im großen Maßstab auch auf Importhölzern zurückgegriffen werden muss. Bei diesen Importhölzern liegt die durchschnittliche Transportentfernung laut Studie sogar bei 950 km. Die durchschnittliche Transportentfernung für Steinerden-Rohstoffe setzt die Studie dagegen mit nur 50 km an.



Grafik: Verlag Bau+Technik GmbH

Faktencheck Holz – Ist Holz wirklich „grün“



* Im Laufe der 80-jährigen Nutzungsdauer verändern die erforderlichen Instandhaltungsarbeiten die Ökobilanzen. Da die Holzständer-Bauweise mehr Pflege benötigt als Massivbauten aus Mauerwerk und Beton, verschlechtert sich über die Lebensdauer ihre Ökobilanz.
TGA = Technische Gebäude Ausrüstung

**Die lange Lebensdauer und die guten energetischen Eigenschaften während der Nutzungsphase sprechen für den Einsatz mineralischer Baustoffe:
Je länger die Nutzungsdauer, desto mehr verschiebt sich auch die Ökobilanz zu ihren Gunsten.**

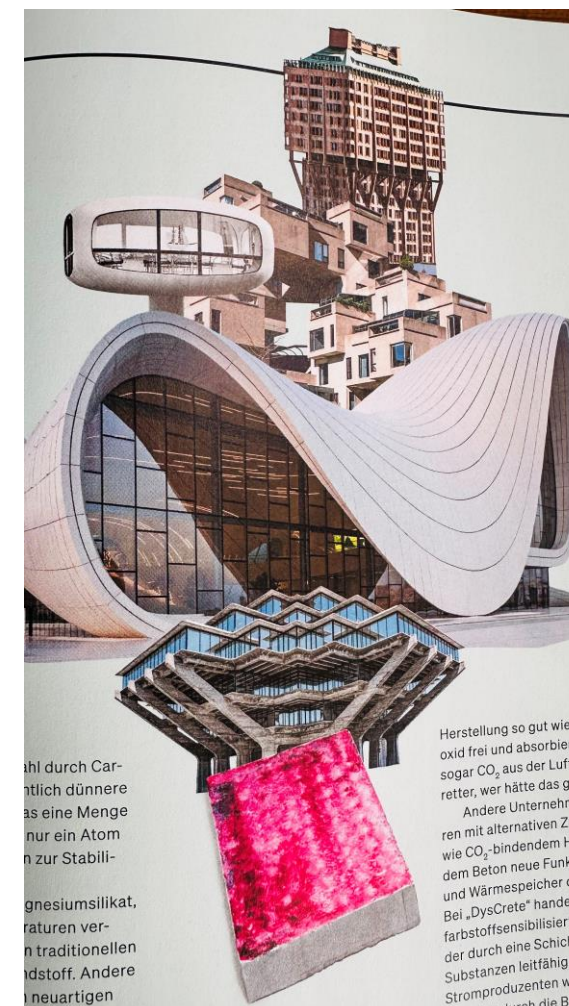
Beton neu erfunden

Nach dem Pfui kommt das Hui!

Beton neu erfunden

Beton mit anderen Zutaten?

- Magnesiumsilikat kann bei niedrigen Temperaturen verarbeitet werden und könnte den Zement zukünftig ersetzen.
- „C-Crete“ entwickelt am Massachusetts Institute of Technology nutzt Natriumhydrogencarbonat, um bereits während der Herstellung CO₂ zu mineralisieren.
- „DysCrete“ ist ein farbstoffsensibilisierter Solarbeton: eine photoreaktive Substanz macht ihn leitfähig und lässt ihn Strom produzieren.
- Durch Zugabe von Glasfasern entsteht ein lichtdurchlässiger Beton und wir in Zukunft ganz neue Fassadenästhetik zulassen.
- Bewehrungen aus Kohlefaserstoffen ermöglichen Reduktion der Betonüberdeckung, somit resultieren schlankere Bauteile.
- Formgebung der statisch notwendigen Bauteilformen optimieren, um nur so viel Beton am richtigen Ort zu verbauen, wie unbedingt notwendig.



...hl durch Car-
...ntlich dünnere
...as eine Menge
...nur ein Atom
...n zur Stabili-
...nesiumsilikat,
...turen ver-
...n traditionellen
...ndstoff. Andere
...neuartigen

Herstellung so gut wie kei-
oxid frei und absorbiert a-
sogar CO₂ aus der Luft. B-
retter, wer hätte das ged-
Andere Unternehmen
ren mit alternativen Zusc-
wie CO₂-bindendem Han-
dem Beton neue Funktio-
und Wärmespeicher ode-
Bei „DysCrete“ handelt e-
farbstoffsensibilisierten
der durch eine Schicht p-
Substanzen leitfähig und
Stromproduzenten wird
...ter durch die Beig-

Fazit

Wohin geht die Reise?

Trends/Thesen für die nächsten Jahre

- Der Baustoff Beton wird durch CO₂-optimierte Ausgangsstoffe verändert. Die gutmütigen und langjährig erprobten und bewährten Eigenschaften werden durch neue Technologien zu hinterfragen sein.
- Die Ressourcenschonung wird alle am Bau Beteiligten mit neuen Herausforderungen beschäftigen (z.B. Bauteilabmessungen, kompliziertere Formgebungen, Fachkräftemangel, etc.).
- Beton ist „als flüssiger Stein“ bleibt der Baustoff der Zukunft.
- CO₂-Themen werden das Bauen generell verteuern (pers. Prognose bis 20 %).
- Der Staat springt auf die Polemik «Dekarbonatisierung» auf, die das Unternehmertum schon längst erkannt hat und bereits umsetzt.
- Klimabedingte Extremsituationen (Hochwasserschutz, Hangverbauungen, Stabilisierungen bei Permafrostverlust, etc.) werden nur mit dem Baustoff Beton/Zement bewältigt werden können.
- Der öffentlichen Hand wird im Beschaffungsprozess ermöglicht, «weiche Faktoren» (z.B. Umweltschutz) schwerer zu gewichten, der Preis wird nebensächlich.



Quellenverzeichnis

- [www.betonsuisse 2030.ch](http://www.betonsuisse2030.ch)
- Universität Kassel
- Schweizerischer Baumeisterverband (Hr. Thomas Weibel)
- Deutsche Zement- und Betonindustrie

Impressionen Neubau «TIVOLI» Spreitenbach

48'000 m³ Beton
7'750 to Armierung

2 Jahre Bauzeit

Bauteile:

- Tiefgarage 2 Etagen
- Bahnhof Limmattalbahn
- Einkaufszentrum
- 2 Wohnhochhäuser
- 2 Sockelwohnbauten
- Umbauten am Bestand

Auftragsvolumen:
48 Mio. Fr.



Danke für Ihre
Aufmerksamkeit