

Zeitschrift: Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design
Herausgeber: Hochparterre
Band: 34 (2021)
Heft: 4

Artikel: Der grosse Traum vom grünen Beton
Autor: Herzog, Andres
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-965756>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der grosse Traum vom grünen Beton

Zement hat ein CO₂-Problem. Die Branche tüftelt an Wegen, die Emissionen zu senken oder CO₂ im Beton zu speichern. Ein Bericht von der wichtigsten Klimafront im Bauen.

Text:
Andres Herzog
Fotos:
Tom Huber
Infografiken:
Barbara Schrag

Wer Beton verteuert, schickt unsere Zivilisation zurück in die Vergangenheit. Wer den Klimamakel von Beton nicht angeht, glaubt nicht an deren Zukunft. Kies, Wasser und ein bisschen Zement, ewig verbunden dank einem flüchtigen Abfallprodukt: CO₂, Kohlenstoffdioxid.

Valentin Gutknecht hält einen Schlauch in der Hand, aus dem ein starker Wind bläst. Was sich harmlos wie Luft anfühlt, ist tatsächlich das Treibhausgas CO₂. Gutknecht ist Mitgründer und Geschäftsleiter des Berner Start-ups Neustark, das Beton klimaverträglicher machen will. Der Betriebsökonom schliesst den Schlauch an einen knall-orangen Container an, in dem zerkleinerter Recyclingbeton lagert. Die Gesteinskörnung wird während ein bis zwei Stunden begast. Das CO₂ reagiert mit den Zementresten im Beton und versteinert. So bleibt es gebunden, selbst wenn das Gebäude einmal abgerissen würde, das mit dem Granulat erstellt wird. Problem gelöst. Endgültig.

«Vereinfacht gesagt kehren wir den Prozess des Zementwerks um», erklärt Monica Vogel, Geologin und Projektleiterin Ressourcen bei der Firma Kibag, die die Anlage in Regensdorf testet. Entscheidend für Portlandzement ist Klinker, der bei 1450 Grad aus Kalkstein gebrannt wird. Die chemische Reaktion setzt viel CO₂ frei. In Regensdorf wird aus dem Treibhausgas wieder Kalkstein. In der Theorie ein simpler Vorgang, der wenig Infrastruktur und keine Energie benötigt, sondern sogar welche freisetzt: Das Granulat erwärmt sich leicht. Vogel vergleicht den Prozess mit den Handwärmern, die mit dem Klick eines Metallplättchens kristallisieren und dabei Wärme abgeben.

Zehn Kilogramm CO₂ kann Neustark so pro Kubikmeter Beton speichern, das entspricht rund fünf Prozent der Emissionen, die dieser verursacht. «Das ist nicht viel», gibt Valentin Gutknecht zu. «Aber es ist ein Anfang.» Zudem brauche der Beton etwas weniger Zement, unter anderem, weil das behandelte Granulat weniger porös ist. «So können wir die Emissionen je nach Betonmischung nochmals um bis zu zehn Prozent senken.» Allerdings funktioniert die Technik nur mit Recyclingbeton. Das CO₂ braucht Zementreste, an deren Oberfläche es sich bindet. Erdrückstände im Beton sind unerwünscht, Mischabbruch bindet weniger Kohlenstoffdioxid.

Neustark verkauft ein Versprechen. Ohne Mikroskop sieht man dem Granulat nicht an, dass darin Treibhausgas verewigt ist. Die Firma überwacht und dokumentiert den Prozess deshalb minutiös. Gutknecht öffnet die Tür der Steuerungszentrale, eines weiteren orangenen Containers, in dem die Schläuche und Informationen zusammenlaufen. An den Wänden wuchert die Technik: Leitungen, Ventile, Kabel, Pumpen und Schaltschränke. «Wir messen, wie viel CO₂ ein- und wieder ausströmt», sagt Gutknecht. «Und wir wiegen den Container und können so ein zweites Mal auf den CO₂-Gehalt schliessen.» Lizenzierte Umweltbüros sollen die Daten künftig validieren, damit Neustark Emissionszertifikate ausstellen kann. Tritt das neue CO₂-Gesetz in Kraft, wird das Geschäftsmodell des Start-ups nochmals deutlich einfacher, ist der Mitgründer überzeugt. Wer mit dem Klimaschutz Umsatz machen kann, trägt ihn in die Breite. Die Welt dreht sich nun mal um Geld.

Das Gas lagert in einem Tanklastwagen in flüssiger Form neben dem Steuercontainer. Es stammt aus einer Kläranlage in Bern, wo es freigesetzt wird, wenn Biomasse vergärt. Das CO₂ kommt also aus der Atmosphäre. «Das ist entscheidend, damit wir es negativ anrechnen können», sagt Gutknecht, der zuvor bei der Firma Climeworks →



Auch Recyclingbeton braucht frischen Zement. Dessen Herstellung ist in der Schweiz für rund sieben Prozent der CO₂-Emissionen verantwortlich.

→ gearbeitet hat, die Kohlendioxid aus der Umgebungsluft filtert. Auch die grauen Emissionen dokumentiert Neustark, damit unter dem Strich sicher ein Minus steht. «Es braucht vor allem Energie, um das CO₂ abzuscheiden. Im Betonwerk benötigen wir nur ein wenig Strom.» In Bern hat das Start-up bei der Baufirma Kästli die mobile Pilotanlage erstmals aufgestellt. Derzeit installieren Gutknecht und sein Team in deren Betonwerk eine stationäre Zentrale. Im Frühling beliefert es die ersten Baustellen mit dem CO₂-reduzierten Material. Ein Durchbruch für die junge Firma mit fünf Mitarbeitern – und vielleicht auch für die kohlenstoffbefreite Zukunft.

Ein unersetzlicher Baustoff

Beton ist ein Klimaschädling. Architektinnen sollten deshalb möglichst wenig betonieren. Doch wie die EPFL-Professorin Karen Scrivener im Interview siehe Hochparterre 10/19 erklärte: «Beton ist unersetzlich.» Der Baustoff hält unsere hochzivilisierte Gesellschaft zusammen – vom Fundament eines Holzhauses bis zur Stauwand zwischen zwei Felsflanken. Dessen CO₂-Entwöhnung ist in der Branche angekommen, so scheint es. Die drei Schweizer Zementhersteller Jura, Lafarge Holcim und Vigier bieten klimaoptimierte Produkte an, die sie unter wohlklingenden Namen wie «Susteno» oder «Eco-Zement» verkaufen. Die Reduktion liegt allerdings bei maximal zehn Prozent. Klimaneutral wird der Zement erst dank Kompensation. Beim Recycling tut sich ebenfalls was. Die Baustofffirma Eberhard beispielsweise bietet seit letztem Jahr einen Recyclingbeton an, der ähnlich wie bei Neustark rund fünf Prozent der Emissionen in der Gesteinskörnung bindet.

Weniger ist besser, aber nicht gut genug. Das weiss auch Stefan Vannoni, Direktor von Cemsuisse. «Der finanzielle Anreiz ist gross, CO₂ zu reduzieren», sagt er. Für jede Tonne brauche die Industrie Emissionsrechte vom Bundesamt für Umwelt oder müsse diese dazukaufen. Dass ein Start-up wie Neustark den Zementmultis in zentralen Belangen voraus ist, sagt aber doch einiges über deren Prioritäten aus. «Eine stetige Optimierung ist seit Jahren in Gange», schreibt Cemsuisse in einem Bericht. Transport mit Eisenbahn, Elektrolastwagen, Stromproduktion bei Förderbändern, Verbesserung der Effizienz der Zementwerke. Doch das sind alles Faktoren, die kaum ins Gewicht fallen siehe Grafik, Seite 25.

Wie die meisten fossilen Klimaprobleme beginnt jenes des Zements mit einer Flamme. Mehr als ein Drittel des CO₂ fällt an, um die hohen Temperaturen im Klinkerofen zu erreichen. Statt mit Öl oder Kohle zu heizen, stellen die Zementwerke auf Alternativen wie Altöl, Gummiabfälle oder Lösungsmittel um. Zudem setzen sie auf biogene Quellen, zu denen Altholz, Trockenklärschlamm oder Tiermehl gehören. In der Schweiz beträgt der Anteil alternativer Brennstoffe knapp siebzig Prozent. «Die Zementbranche in deutschsprachigen Raum ist diesbezüglich führend», so Vannoni. «Wir würden gerne noch mehr Abfälle verwerten, doch das ist in der Schweiz politisch-rechtlich schwierig.» Laut Fachleuten ist das Sparpotenzial von alternativen Energiequellen in Europa ziemlich ausgereizt. Und solange die Hersteller mit fossilen Brennstoffen feuern, sind sie genau genommen nicht kohlenstofffrei, auch wenn die Reststoffe in anderen Industrien anfallen und also in der CO₂-Bilanz von Zement nicht auftauchen.

Das Klinkerproblem

Ein noch grösserer Teil der CO₂-Sünde von Zement steckt ohnehin woanders, nämlich in der chemischen Formel: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Wird Klinker gebrannt, zerfällt Kalziumkarbonat in Kalziumoxid und Kohlenstoffdioxid,

was sechzig Prozent der Emissionen ausmacht. Die Industrie versucht deshalb schon länger, den Anteil des Klinkers zu reduzieren und ihn durch Flugasche, Hüttensand, ungebrannten Kalkstein oder gebrannten Ton zu ersetzen. Die Schweizer Produzenten haben den Klinkeranteil im Schnitt von 95 auf 75 Prozent gedrückt. Beim «Susteno»-Zement von Lafarge Holcim liegt der Anteil gar bei rund 50 Prozent. Darunter wird es jedoch zusehends schwierig, ohne die Eigenschaften zu beeinträchtigen. Viele Ersatzprodukte stammen zudem aus der Kohle- oder Stahlindustrie, sind also nur rechnerisch klimaneutral und werden künftig weniger oder gar nicht mehr verfügbar sein.

Laut Cemsuisse hat die Industrie seit 1990 rund ein Viertel der CO₂-Emissionen eingespart, vor allem dank alternativen Brennstoffen und geringerem Klinkeranteil. Jedes weitere Prozent Reduktion wird mühseliger, der Berg, den die Branche erklimmen muss, immer steiler. «Wir kennen uns klar zu Netto-Null», sagt Vannoni, «aber ohne CO₂-Abscheidung wird es nicht gehen.» Würde eines der sechs Schweizer Zementwerke all seine Emissionen abfangen und einspeichern, würde der CO₂-Fussabdruck des Landes auf einen Schlag um ein ganzes Prozent sinken. Ein enormer Klimahebel.

Cemsuisse will dieses Jahr einen Netto-Null-Fahrplan veröffentlichen. In Deutschland und England gibt es bereits detaillierte Studien zum CO₂-Ausstieg. Die britische Zementindustrie rechnet in ihrer Roadmap bis 2050 mit einem Minus von 61 Prozent dank CO₂-Abscheidung. Dafür brauche es eine «transformative Technologie» und eine «disruptive Investition», heisst es im Bericht. Auch die deutschen Zementhersteller sprechen von «Breakthrough-Technologien», ohne die sie die schwarze Netto-Null nicht erreichen könnten. Mit anderen Worten: Die Zukunft soll es richten. Zement wird noch auf Jahrzehnte hinaus einen Klimamakel haben.

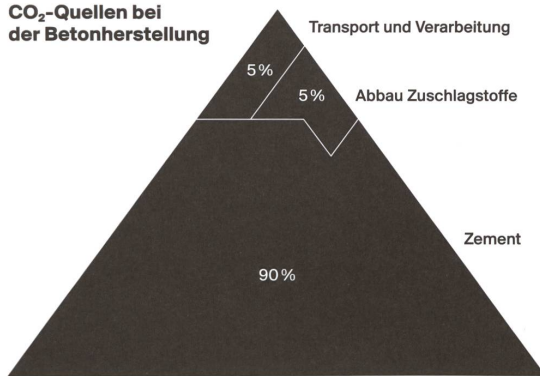
Mehr Tonnen CO₂ als Beton

Valentin Gutknecht riegelt den Container in Regensdorf ab und steigt ins Auto, einen Elektrowagen von Mobility. Auf der Fahrt zurück erklärt er, wie die Corona-Krise der Veränderung hilft. «Die Betonwerke haben Zeit, um Dinge auszuprobieren.» Kritiker sagen: Wer CO₂ abscheidet, gibt jenen Argumente in die Hand, die es gar nicht erst vermeiden wollen. Den Vorwurf lässt der Geschäftsleiter nicht gelten. «Wir müssen beides tun, und zwar jetzt und mit voller Kraft.» Nur so habe die Menschheit eine Chance, Netto-Null je zu erreichen. Gutknecht geht davon aus, dass wir rund achtzig Prozent der Emissionen vermeiden können und zwanzig Prozent einspeichern müssen. Insgesamt geht es dabei um vierzig Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalent, die jedes Jahr weltweit in die Atmosphäre gelangen. Das sind mehr Tonnen als global jährlich betoniert werden.

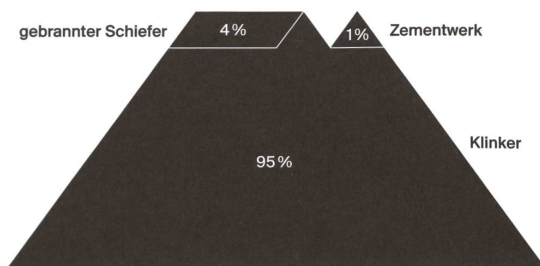
Beim Beton anzusetzen, ist nur logisch. Das Material macht einen Bruchteil der Gesamtkosten eines Bauwerks aus, verursacht aber bis zur Hälfte der Kohlenstoffdioxid-Emissionen. Selbst wenn der Klimabeton etwa zwanzig Prozent teurer ist, fällt dies laut Kibag kaum ins Gewicht. Künftig soll die Behandlung des Betonbruchs direkt im Lagersilo stattfinden, was die Logistik vereinfachen und den Aufwand reduzieren würde.

Zementwerke sind auf Jahrzehnte ausgelegt und rechnen mit Kalksteinvorkommen für die nächsten fünfzig bis hundert Jahre. Entsprechend träge ist die Industrie. Hier setzt Neustark an. Was 2017 im Labor begann, ist heute am Markt verfügbar und wird vom Bundesamt für Umwelt und der Klimastiftung Schweiz unterstützt. Die Technologie kann bei jedem Betonwerk nachgerüstet werden, ansonsten verändert sich nichts: Der Beton hat dieselben →

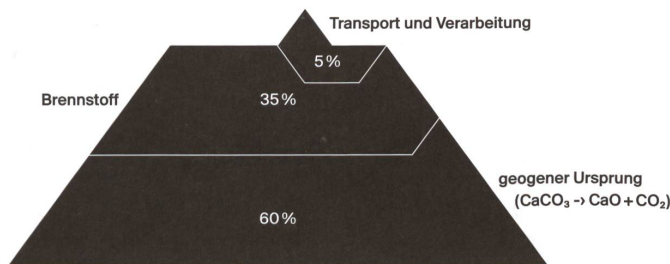
CO₂-Quellen bei der Betonherstellung



Herstellung von Beton = 100%



Herstellung von Zement = 100%



Herstellung von Klinker = 100%

Weniger Beton

Eine klimafreundliche Architektur verwendet Beton sparsam. Sie ersetzt ihn, wo möglich, durch Holz oder Lehm. Sie reduziert den Betonverbrauch dank einer effizienten Tragkonstruktion und materialsparsamen Bauteilen wie Flach- oder Hohldecken. Spezialbeton mit Lufteinschlüssen oder Bewehrung aus Kohlenfasern können weiter helfen, den klimatechnischen Fussabdruck zu senken. Wer betoniert, sollte möglichst wenig Zement dafür verwenden, denn dieser ist für 90 bis 95 Prozent der Emissionen verantwortlich. Dazu helfen geringe Kräfte und eine gute Mischung der Gesteinskörnung. Die natürliche Rekarbonatisierung an der Oberfläche von Betonbauteilen bindet über deren Lebenszyklus CO₂ aus der Luft. So kann ein Teil der Emissionen rückgängig gemacht werden, was aber schwierig messbar ist.

Alternative Zemente

Portlandzement ist die wichtigste Zutat in den meisten Betonrezepturen. Dieser stösst allerdings besonders viel CO₂ aus in der Herstellung. Die Wissenschaft forscht deshalb an vielen Alternativen. Alkali-aktive Zemente kommen ohne Brennvorgang aus. Zement auf Basis von magnesiumhaltigem Olivin könnte sogar CO₂ einspeichern. In eine andere Richtung gehen Forscher, die an biogenen Bindemitteln wie zum Beispiel Pilzen oder Maisstärke tüfteln. Der Weg aus dem Labor auf den Markt ist für viele dieser alternativen Bindemittel allerdings noch weit und ungewiss. Zudem sind viele Rohstoffe nicht überall oder nur beschränkt verfügbar. Kalkstein hingegen – die Grundlage für Portlandzement – gibt es weltweit ausreichend.

Anders brennen

Bei 1450 Grad Celsius wird Kalkstein im Drehofen zu Klinker gebrannt, der Hauptzutat für Portlandzement. Die Brennstoffe dafür verursachen etwa ein Drittel der CO₂-Emissionen, die bei der Klinkerherstellung anfallen. Statt mit Öl oder Kohle zu heizen, stellen die Zementwerke auf Alternativen um. Dazu zählen Restprodukte aus der Industrie, zu denen Althöl, Lösungsmittel, alte Pneus, Gummiabfälle oder Kunststoffteile gehören. Zudem setzen sie auf biogene Quellen wie Altholz, Trockenklärschlamm, Tierfette oder Tiermehl. In der Schweiz beträgt der Anteil alternativer Brennstoffe knapp sieben Prozent. Könnte die Industrie genügend Quellen anzapfen, wären theoretisch hundert Prozent möglich.

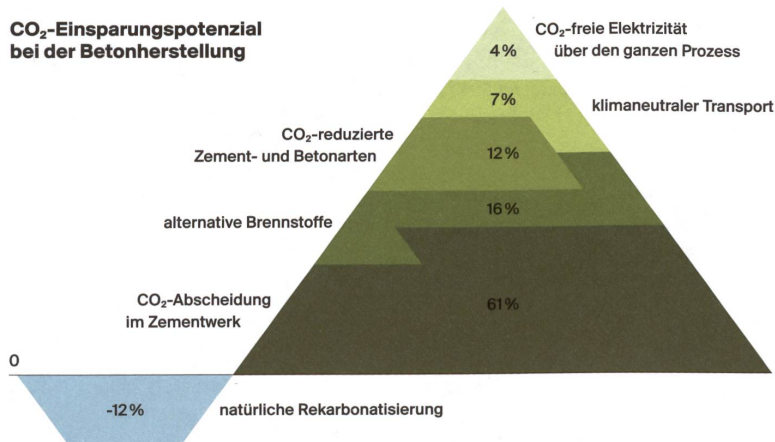
Weniger Klinker

Wird Klinker gebrannt, zerfällt Kalziumkarbonat in Kalziumoxid und Kohlenstoffdioxid, was sechzig Prozent der Emissionen ausmacht. Die Industrie versucht deshalb schon länger, den Anteil des Klinkers zu reduzieren. Als Alternativen kommen Restprodukte aus der Industrie infrage, etwa Hüttensand oder Flugasche. Eine weitere Möglichkeit sind andere Gesteine wie roher Kalkstein und gebrannter Ton oder mineralische Bauabfälle. Die Schweizer Produzenten haben den Klinkeranteil im Schnitt von 95 auf 75 Prozent gedrückt. Besonders optimierte Zemente verringern den Anteil auf bis zu 50 Prozent.

Ein weiter Weg bis Netto-Null

Der Weg hin zu klimaneutralem Beton ist weit. Die britische Zementindustrie rechnet bis 2050 mit einer CO₂-Reduktion von 4 Prozent gegenüber heute dank klimaneutralem Strom, minus 7 Prozent dank fossilfreiem Transport, minus 12 Prozent dank neuen Zementen und Betonmischungen, minus 16 Prozent dank alternativen Brennstoffen. Den grossen Hebel und die grosse Hoffnung sieht die Industrie beim Einspeichern von CO₂. Davon verspricht sie sich ein Minus von 61 Prozent. Dafür müssen die Hersteller das Klimagas im Zementwerk abscheiden und weiterverwerten oder irgendwo einspeichern, zum Beispiel im Beton selbst. Das Start-up Neustark oder die Baustofffirma Eberhard können so aktuell rund 5 Prozent der Emissionen binden.

CO₂-Einsparungspotenzial bei der Betonherstellung



Quellen: Umweltdeklaration «Durchschnittszement Schweiz», Cemsuisse; «Dekarbonisierung von Zement und Beton – Minderungspfade und Handlungsstrategien», Verein Deutscher Zementwerke; «UK Concrete and Cement Industry Roadmap to Beyond Net Zero», MPA UK Concrete; «Cementing – the European Green Deal», Cembureau.
Quellen für die Grafiken: Cemsuisse (CO₂-Quellen bei der Betonherstellung); UK Concrete (CO₂-Einsparungspotenzial bei der Betonherstellung).



Im Recyclingwerk der Firma Kibag in Regensdorf wird Betonabbruch zerkleinert, um daraus Recyclingbeton herzustellen.



Valentin Gutknecht und Johannes Tiefenthaler entwickeln mit ihrer Firma Neustark Verfahren, um im Recyclingbeton Treibhausgase zu speichern.



Der Container von Neustark kann oben luftdicht verschlossen werden.



Der neustarkorange Container auf dem kibagblauen Lastwagen wartet darauf, mit Betongranulat beladen zu werden.

→ Eigenschaften, auf der Baustelle wird normal gemischt, der Oberfläche sieht man das Kohlenstoffdioxid nicht an. Sichtbeton bleibt Sichtbeton.

Der neustarkorange Container auf dem kibagblauen Lastwagen verdeutlicht: Klimaschutz ist ein Querschnittsthema, das überall hineinspielt und diverse Disziplinen infiltrieren muss. «Die Architekten sind dabei zentral», sagt Gutknecht. «Sie haben es in der Hand, ob unsere und andere Klimalösungen eingesetzt werden.» Wenn sie den Bauherren beraten. Wenn sie mit der Ingenieurin technische Fragen abklären. Wenn sie mit dem Unternehmer die Baustelle organisieren. Jedes Mal fällen die Architektinnen einen Entscheid für oder gegen die Erderwärmung.

Kochrezepte für die Zukunft

Das Labor von Frank Winnefeld an der Empa in Dübendorf erinnert an eine Grossküche. Eimer, Becher und Trichter liegen herum. Auf den Tischen stehen Mixer. Öfen glühen vor sich hin. Doch darin garen keine Kuchen, sondern Zement. Der Chemiker Winnefeld erprobt Rezepte für den Zement der Zukunft. «Die Reduktion der Treibhausgase ist der wichtigste Treiber in der Zementforschung.» Das Problem ist mittlerweile fast so bekannt wie jenes des Flugverkehrs, dessen CO₂-Ausstoss der Zement mit einem globalen Anteil von sechs bis acht Prozent rund drei Mal übertrifft. Und wie in der Fliegerei siehe Hochparterre 11/19 wartet die Lösung in ferner Zukunft. Eine weitere Parallele: Der Anteil wird künftig wahrscheinlich zunehmen, um die Infrastruktur für den Mittelstand in Asien und eine weitere Milliarde Menschen in Afrika zu bauen. Beton ist und bleibt das meistverwendete Produkt der Welt. Das Umweltprogramm der Uno fordert denn auch, umgehend neue zementbasierte Materialien zu entwickeln.

Zement und schliesslich Beton oder Mörtel herzustellen, ist ein komplexer Prozess. Die Empa untersucht und testet verschiedene Massstäbe, angefangen beim Elektronenmikroskop im Labor bis hin zum Betonmischer in der Prüfhalle. Proben lagern in feuchten Kammern, in stehendem Wasser oder in Eistruhen. Sensoren zeichnen auf, wie der Beton kriecht und schwindet, Kernbohrungen geben Aufschluss über die inneren Werte. So stellt das Labor si-

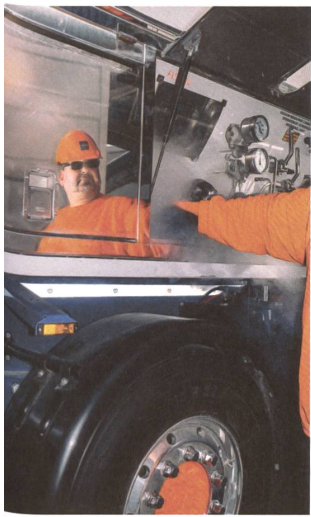
cher, dass Architektinnen und Bauherren sich auch künftig darauf verlassen können: Beton hält für immer. Ironischerweise ist einer der Zähne der Zeit, die eben doch am Material nagen, das Treibhausgas CO₂. Beton bindet dieses über die Jahre, was aber nur an der Oberfläche passieren darf, weil sonst der Stahl rostet und der Beton aufplatzt. Die natürliche Rekarbonatisierung kann einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, allerdings ist dieser schwer zu beziffern.

Es gibt verschiedene alternative Zemente, die auf andere Zusatzstoffe oder Abfälle ausweichen. «Doch diese Sekundärrohstoffe können den gigantischen Bedarf der Branche nicht decken», sagt Winnefeld. «Die Welt verbraucht jedes Jahr 4,5 Millionen Tonnen Zement und verbetoniert zwei Mal den Mount Everest.» Forscher an der Empa suchen deshalb nach Rohstoffen, die bisher noch wenig genutzt werden, zum Beispiel magnesiumhaltiger Olivin. Eine weitere Möglichkeit sind mineralische Bauabfälle für Mischzement. Alkali-aktive Zemente kommen sogar ohne Brennvorgang aus.

Die Fachwelt beginnt die Eigenschaften vieler dieser Zemente erst zu verstehen. Ein Hindernis sieht Winnefeld bei den Normen, die auf Portlandzement ausgelegt sind und die Zusammensetzung vorgeben. In anderen Ländern entscheiden die Eigenschaften, das lässt mehr Spielraum für andere Rezepturen. Frank Winnefeld warnt vor zu rosigem Versprechen. «Im grossen Massstab treten meist Probleme auf, die man im Labor nicht geahnt hat.» Architektinnen sollten die Materialeigenschaften gut kennen, meint der Forscher. Vielleicht müssen sie sich verabschieden von Sichtbeton. Manche alternative Zemente haben eine andere Ästhetik, eine andere Farbe. Es werde viele lokale Lösungen geben. «Das Angebot an Zementarten und Betonsorten wird breiter.» Das fordert die Planer: Normaler Beton ist gutmütig, bei den neuen Sorten braucht es mehr Fingerspitzengefühl.

Tüfteln an der nächsten Generation

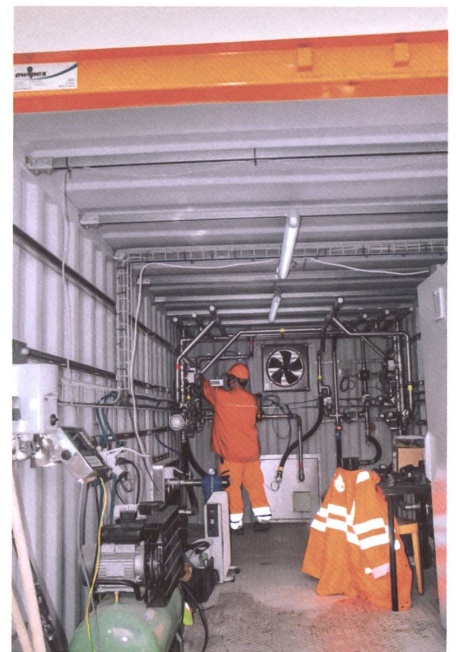
Schläuche verbinden Glasbehälter, in einem Fläschchen blubbert eine Flüssigkeit, im Regal stehen Dosen mit grauem Pulver. Der Arbeitsplatz von Johannes Tiefenthaler an der ETH Zürich sieht aus, wie man sich ein



Das CO₂ lagert in einem Tanklastwagen.



Das flüssige CO₂ wird in Gasform umgewandelt, bevor es in den Container mit dem Betonbruch gelangt.



In der Steuerungszentrale laufen die Schläuche und die Informationen zusammen.

Chemielabor vorstellt. Der Maschinenbauingenieur gründete 2019 mit Valentin Gutknecht die Firma Neustark. Kaum ist deren erstes Produkt lanciert, tüftelt er an der nächsten Generation. Mit einem Mittel löst er den Zement vom Granulat und filtert ihn heraus. Danach wird die Flüssigkeit mit CO₂ gemischt, das kristallisiert. Resultat ist ein hochreines Kalksteinpulver, mit dem die Forscher den Klinker im Zement oder den Sand im Beton teilweise ersetzen können.

Tiefenthaler hält einen Behälter mit weissen Kuben in der Hand, die an Würfelzucker erinnern. Sieht so die endgültige Lösung für das Klimaproblem von Beton aus? Neustark will mindestens so viel CO₂ im Beton speichern, wie dessen Herstellung aussties. «Damit wäre sogar Negativbeton möglich», sagt der Wissenschaftler. Doch erst müssen die Forscher beweisen, dass das Verfahren ausserhalb des Labors funktioniert und bezahlbar ist. Im Sommer wollen sie in einem Zementwerk eine Testanlage in Betrieb nehmen. Dann werden sie auch genauer wissen, wie hoch der klimatechnische Fussabdruck des Prozesses ist.

Eine noch grössere Herausforderung beginne ab 2050, sagt Tiefenthaler. «Ab dann müssen wir jedes Jahr riesige Mengen CO₂ aus der Atmosphäre holen, wenn wir die Pariser Klimaziele bis 2100 erreichen wollen.» Der Verfahrenstechniker zeigt auf eine Grafik, deren Kurve ab 2050 weit

unter null sinkt. Dafür gibt es neben der Landwirtschaft technische Möglichkeiten: Man kann CO₂ mineralisieren, also versteinern, so wie es Neustark macht. Doch genügen wird auch das nicht.

Die Hoffnung liegt deshalb in der Tiefe: Ein Schichtmodell der Erdkruste hinter Tiefenthaler reicht drei Eifeltürme weit in den Boden. Verflüssigtes CO₂ wird in rund tausend Metern Tiefe in poröses Gestein gepresst, wo es sich in Wasser auflöst und dann langsam versteinert. Die Bohrtechnik dafür stammt aus der Ölindustrie. Der Kreis würde sich schliessen, nicht ganz ohne Ironie. In Norwegen gibt es seit zwanzig Jahren Testanlagen. Doch die Hürden bleiben immens. Die Gesteinsschichten müssen genau vermessen werden, damit das Kohlenstoffdioxid nicht wieder aufsteigt. Das Bohren und das Einspritzen kosten viel Geld. Der Transport und die Technik sind aufwendig. Und es gibt keine Langzeiterfahrungen.

Das Ölzeitalter begann mit einem Loch im Boden, aus dem das schwarze Gold und damit das CO₂ heraussprudelte. Das Treibhausgas wieder in die Flasche zu kriegen, wird ein Jahrhundertprojekt. Johannes Tiefenthaler bleibt optimistisch. «Vielleicht werden bereits ab nächstem Jahr erste Schweizer Firmen in Nordeuropa CO₂ einspeichern.» Es wäre der Anfang vom Ende eines Traums der billigen Energie, aus dem wir erst langsam erwachen. ●

SERIELL BAUEN

Mit der ALHO
MODULBAUWEISE

MODULARES BAUEN IST
INDIVIDUALITÄT IN SERIE!



Modulbau – die Vielfalt der Gestaltungsmöglichkeiten spricht dafür. Unsere integrale Planung ermöglicht bedarfsgerechte Gebäudekonzepte, die attraktive Architektur mit Ökologie und Ökonomie in Einklang bringen.

Fixe Kosten. Fixe Termine. Fix fertig.
www.alho.ch



ALHO
MODULARE GEBÄUDE

Rechnen Sie mit Durchblick und den besseren Argumenten.

werk-material.online

Einfach, schnell und aussagekräftig: Mit unserem neuen Objekt-Editor vergleichen Sie Referenz-Bauwerke mit geplanten Objekten 1:1. Damit haben Sie neben Kennwerten und Zahlen auch die Kosten im Griff und immer überzeugende Argumente zur Hand.



So funktioniert's!
(Kurzeinführung)

Kooperationspartner

c r b

werk,
bauen + wohnen



trans magazin 38

Reproduction

Februar 2021

Jetzt bestellen auf trans@arch.ethz.ch

**HOCH
PART
ERRE**

Spot on
DISTRIBUTION



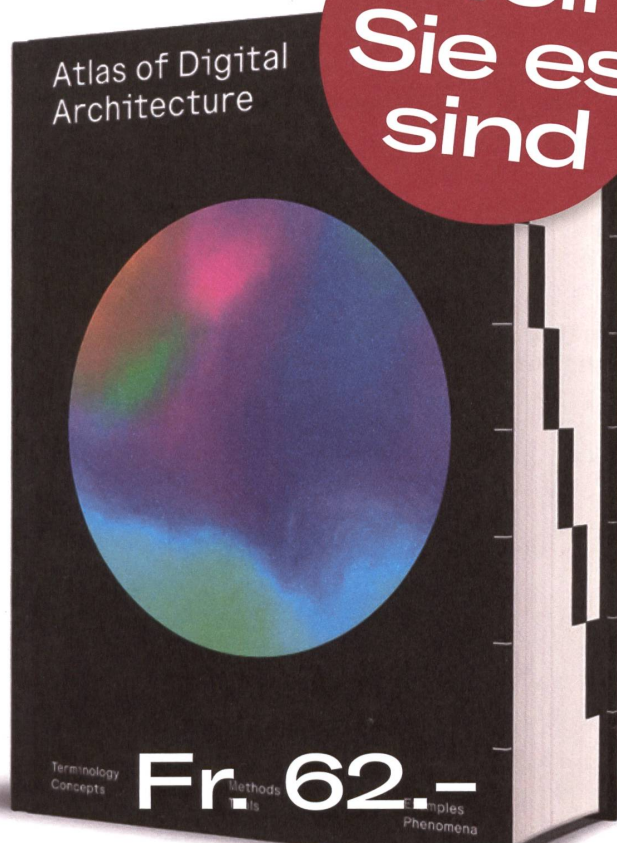
**Christoph-Schaub-Special
bis 13. April**

Jetzt alle Architekturfilme im Heimkino!
hochparterre.ch/christophschaubspecial

Foto: Vic & Chris

Das Angebot für Hochparterre Abonnenten

Weil Sie es sind



statt Fr. 77.-

Bestellen Sie bis zum 4.5.2021 auf hochparterre-buecher.ch und nutzen Sie folgenden Gutschein-Code:

April21

* Lieferung nur innerhalb der Schweiz.
Code nur für das abgebildete Buch gültig.

Hochparterre Bücher
Buchhandlung für Architektur
hochparterre-buecher.ch



1000 Bewohner auf weniger als 0.2 m²... Display-Aussensprechstellen zum TC:Bus

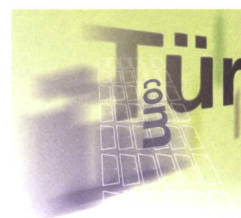
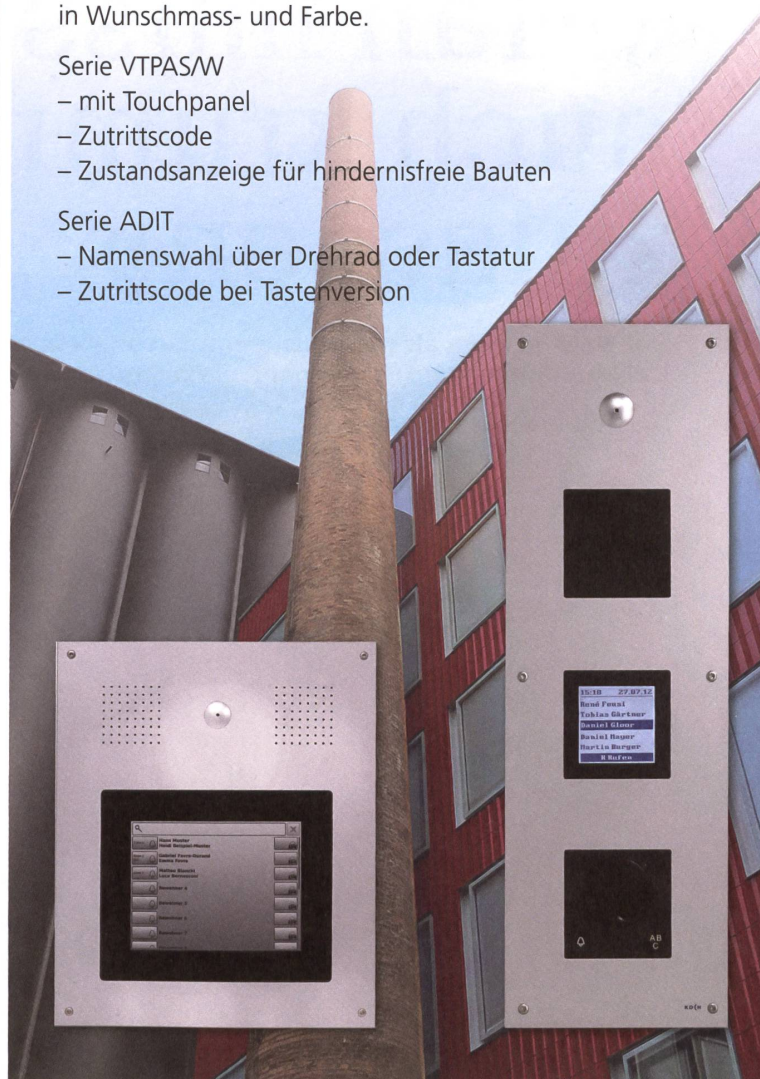
In Grossüberbauungen sind unüberschaubar viele Wohnungen an der Türsprechanlage angeschlossen. Aussensprechstellen mit interaktivem Display schaffen hier Klarheit. Sie sind topmodern, sparen viel Platz und ermöglichen schnelles Auffinden des Bewohners. Bei Mieterwechsel sind die Namen einfach überschreibbar – aufwändiges Namensschilder-Gravieren entfällt. Selbstverständlich produzieren wir auch diese Aussensprechstellen in Wunschmass- und Farbe.

Serie VTPAS/W

- mit Touchpanel
- Zutrittscode
- Zustandsanzeige für hindernisfreie Bauten

Serie ADIT

- Namenswahl über Drehrad oder Tastatur
- Zutrittscode bei Tastenversion



KO(H)
www.kochag.ch