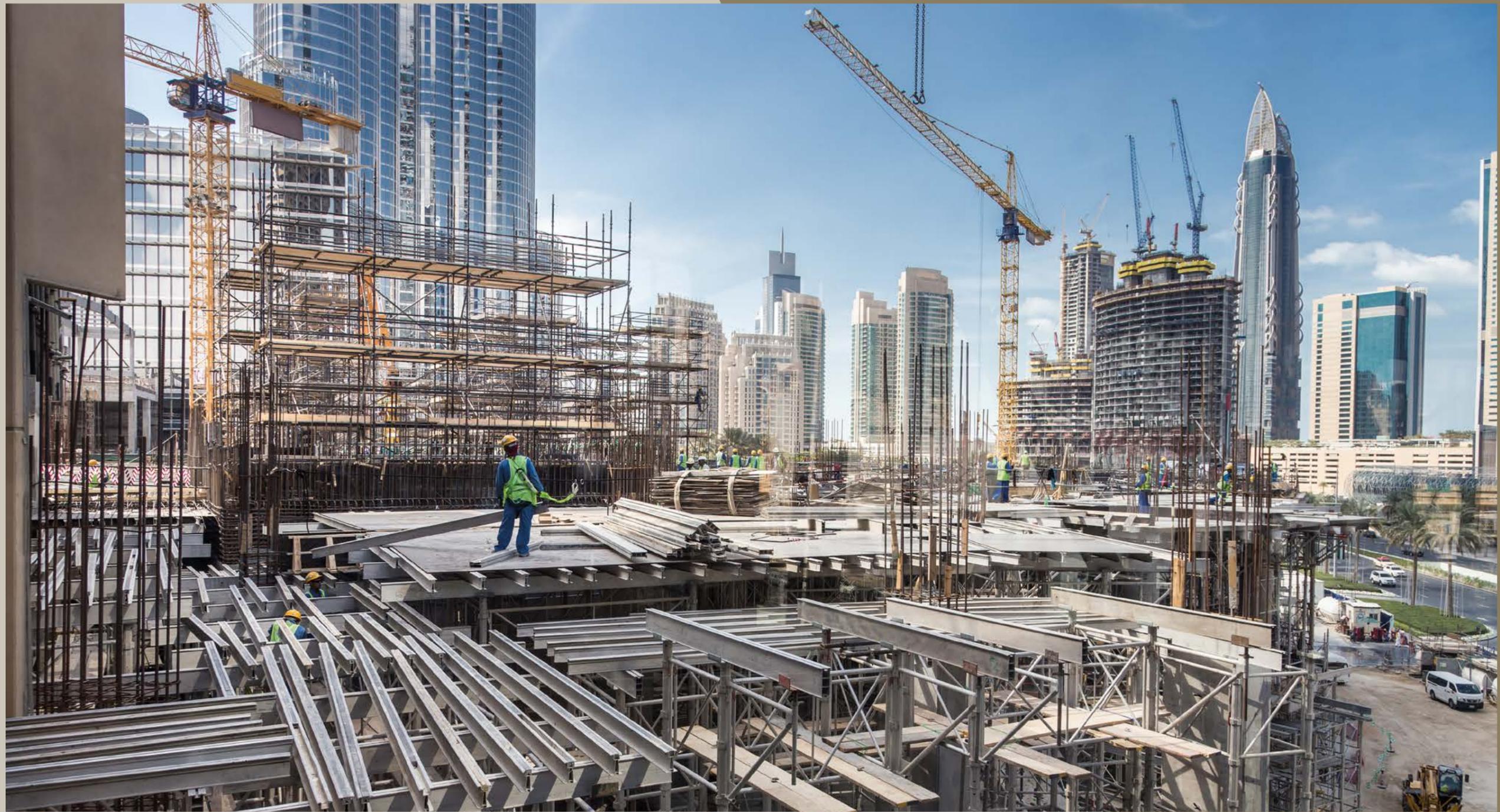


# Einführung



Großbaustelle in den Vereinigten Arabischen Emiraten

Quelle:  
*Le Monde Diplomatique* (13.10.2016)

Hier geht's zum Audioguide:



# Einführung

„Wir sind hier, wir sind laut,  
weil ihr unsere Zukunft klaut!“

Diesen Slogan rufen im Jahr 2019 die Schüler\*innen jeden Freitag in ganz Deutschland. Weltweit finden diese Demonstrationen statt. Die Jugend fordert von den Erwachsenen: Erhaltet diese Welt für uns! Wir wollen hier auch noch gut leben können! Tut mehr für das Klima! Und verbraucht weniger Ressourcen unserer Erde!

Wie steht es damit in der Bauwirtschaft? Ist sie gut für das Klima? Verbraucht sie zu viele Ressourcen? Ist sie schon so nachhaltig, wie sie kann oder geht da noch mehr?



Zement ist im Baubereich einer der wichtigsten Rohstoffe. Ob für Abwassersysteme, Straßen, Brücken, Tunnel oder im Wohnraum – Zement wird heute vielfältig eingesetzt. Weltweit wird in China am meisten Zement produziert und auch verbraucht. Momentan kommt in China mehr als die Hälfte des weltweit hergestellten Zements zum Einsatz – ganze 2,5 Milliarden Tonnen pro Jahr. In Europa wird im Vergleich weniger neu gebaut. Von zehn Säcken Zement wird nur einer in Europa verbraucht, also zehn Prozent des weltweiten Zementbedarfs. Der meiste Zement, der hier in Deutschland verarbeitet wird, kommt auch aus Deutschland.

Bauen mit Beton gilt als nachhaltig. Dies liegt daran, dass Betonbauten lange halten und lange genutzt werden können. Aber ist das alles?

In dieser Ausstellung beleuchten wir den Rohstoffabbau für Zement, die Produktion von Zement, Aspekte bei der Verarbeitung und auch die Entsorgung von Zement. Wir laden Sie ein, mit uns Zement besser kennen zu lernen und einiges Neues über diesen Werkstoff zu erfahren.



# Wie wird Zement hergestellt?

2



Kalksteinbruch

Filmtitel:  
„Wo kommt eigentlich Zement her?“,  
Kanal von Barbara Sommerer

Hier geht's zum Film:



# Was hat Kohlendioxid mit Zement zu tun?

3



Kohlendioxid belastet das Klima

Filmtitel:  
„Was hat Kohlendioxid mit Zement zu tun?“,  
Kanal des EPIZ Berlin

Hier geht's zum Film:



# Was schon getan wird: Reduzierung von Staub

4



Zementwerk Bernburg, 1970

Foto: Werner Krieg

Quellen:

Initiative für Nachhaltigkeit in der Deutschen Zementindustrie (2013)

Agencia de Informacao de Mocambique (Maputo) (2006, 17. Juli)

Hier geht's zum Audioguide:



# Was schon getan wird: Staubentwicklung

„Mein Name ist Birgit Brenner. Ich bin 41 Jahre alt und wurde 1978 in Sachsen-Anhalt in Bernburg an der Saale geboren. Meine frühe Kindheit habe ich in Nienburg an der Saale verbracht. Das ist eine Kleinstadt. Die ist fünf Kilometer von Bernburg entfernt. Zum Zeitpunkt meiner Geburt gab es drei Zementwerke. Zwei in Nienburg und eins in Bernburg. Das älteste Zementwerk war das in Nienburg, schon 1928 von der Firma Phoenix gebaut. Die anderen zwei Zementwerke wurden nach dem zweiten Weltkrieg gebaut und waren wesentlich moderner. Aber gerade das alte Zementwerk in Nienburg hatte eine Menge Luftverschmutzung verursacht. Mein Uropa hat nach dem zweiten Weltkrieg in Kalksteinbrücken bei Nienburg gearbeitet. Die natürlichen Kalksteinvorkommen sind die Grundlage für die Zementproduktion. Das ist auch der Grund, weshalb dort drei Zementwerke gebaut wurden. Mein Vater hatte von Zeit zu Zeit als Ofenbauer Reparaturarbeiten in den Zementöfen gemacht. Und meine Mutter hatte im Büro einer Montagefirma in einem der Zementwerke gearbeitet.“

Ich selbst erinnere mich an die großen, monströsen Werke und den Rauch, der aus den Schornsteinen kam. Außerdem erinnere ich mich, dass meine Eltern und deren Freunde oft über die Verschmutzung in der Region geschimpft hatten. Das Sichtbarste war der Staubfilm, der

sich auf allen äußeren Oberflächen wie Fenstern, Häusern, Postkästen, auf den Autos, aber auch auf den Pflanzen im Garten und den Bäumen abgelagert hatte. Vor allem in den Sommern, die heiß und trocken in dieser Region sind, war der graue Schleier, der auf allem lag, stets sichtbar. Meine Eltern haben zum Beispiel auch überlegt, ob sie die Wäsche draußen aufhängen, weil es bei einer bestimmten Windrichtung passieren konnte, dass die Wäsche wegen des Zementstaubs nochmal gewaschen werden musste.

In Bernburg war die Staubbelastung durch die Zementwerke nicht so hoch. Aber da litten die Menschen an der Luftverschmutzung, die durch das Zufeuern mit alten Autoreifen verursacht wurde. Manchmal wurden die Filter der Zementwerke nachts abgestellt, um die Produktion zu erhöhen. Das hatte mit dem sozialistischen Wettbewerb zu tun und weil Zement für den Neubau von Wohnungen dringend gebraucht wurde.

In Bernburg, Nienburg und Staßfurt arbeiteten sogenannte Vertragsarbeiter aus Mosambik, Cuba, Algerien und Syrien. Sie wurden dazu ausgebildet, in ihren Herkunftsländern selbst Zementwerke wie in Nienburg und Bernburg zu bedienen und zu warten. Im Stadtbild waren sie aber nicht viel zu sehen, da sie sich unter strengen Auflagen in Deutschland aufhielten.



# Was schon getan wird: Staubentwicklung

Heute gibt es nur noch eins von den drei Zementwerken. Das Zementwerk in Bernburg wurde von der Firma Schwenk nach der Wende saniert und gilt heute als eines der modernsten Zementwerke. Die Natur hat sich seitdem regeneriert. Und das lag zum einen an dem verbesserten Umweltschutz, aber auch weil viele industrielle Anlagen stillgelegt wurden. Die Saale ist zum Beispiel nicht mehr voller Schaum und grau-braun wie früher, sondern es gibt sogar wieder Badestellen und die Luft ist wieder sauber. Aber es ist nicht lange her, dass die Menschen unter der Zementproduktion gelitten haben.“

So wie Birgit Brenner ihre Kindheit neben dem Zementwerk beschreibt, war es vor etwa 40–50 Jahren noch typisch für Deutschland. Damals gingen rund vier Prozent der Zementproduktion als Staub verloren.

Der Staub entsteht bei der Verarbeitung der Rohmaterialien und beim Brennen und Mahlen des Klinkers. Heute verhindern Elektro- und Gewebefilter, dass der Staub in die Umgebung gelangt. In Deutschland gibt es heute strenge Umweltauflagen und regelmäßige Prüfungen der Anlagen.

Aber in vielen anderen Ländern ist die Staubentwicklung bei der Zementproduktion ein Problem. So beispielsweise im Jahr 2006 in Mosambik, im Süden Afrikas. Hier beklagten sich Anwohner\*innen und Umweltverbände, weil die Filteranlagen oft nicht funktionieren und der feine Staub Mensch und Umwelt schadet.

So sagen Mitarbeiter\*innen der Umweltorganisation Livaningo: „Das Zementwerk ist einer der schlimmsten Umweltverschmutzer hier rund um die Hauptstadt Maputo. Die Firma sagt, die Stromschwankungen und Stromausfälle machen die elektrischen Filteranlagen kaputt. Und sie sagen, die Lieferung der Ersatzteile dauert lange. Aber wieso darf das Zementwerk weiterarbeiten, wenn die Filter kaputt sind? Und wieso gibt es nicht immer genug Ersatzteile auf Vorrat? Hauptaktionär der Fabrik ist ein portugiesischer Zementriese. Dürfte der in Portugal unter solchen Umständen Zement produzieren? Wieso tut er es dann aber hier in Mosambik? Wir fordern eine Untersuchung über die Umweltverschmutzung und Auswirkungen auf die Gesundheit der Anwohner\*innen.“



# Was schon getan wird: Gesundheitsprävention

5



Mauern mit Schutzhandschuhen

Quellen:  
*Initiative für Nachhaltigkeit in der Deutschen Zementindustrie (2013)*  
*Center for Construction Research and Training (o. D.)*

Hier geht's zum Audioguide:



# Was schon getan wird: Gesundheitsprävention

Die Hände werden rot und jucken. Es bilden sich schmerzhafte Geschwüre, die Haut reißt auf.

Unter dieser Krankheit, Maurerkrätze oder Zementkrätze genannt, leiden in Deutschland seit 2005 kaum noch Bauarbeiter\*innen. Schuld an der bis dahin verbreiteten Berufskrankheit war Chromat, ein Inhaltsstoff von Zement. Da Vorgaben zum Gesundheitsschutz nicht in allen Ländern gelten und zu oft auf Schutzkleidung verzichtet wird, ist bis heute weltweit der Kontakt mit Zement für 25 Prozent aller Haut-Berufskrankheiten verantwortlich.

Nachdem sich die Berufsgenossenschaft Bau und weitere Organisationen seit vielen Jahren für ein Verbot eingesetzt hatten, dürfen nun in der Europäischen Union nur noch Chromat-arme Zemente verwendet werden. Der Chromat-Anteil darf nun höchstens zwei Milligramm pro Kilogramm Zement betragen.

Es gibt neben der Maurerkrätze noch andere Hauterkrankungen, die durch den Kontakt mit Zement ausgelöst werden können, zum Beispiel durch den Alkaligehalt. Deshalb muss man bei der Zementverarbeitung immer Baumwollhandschuhe tragen, die in Nitril getränkt wurden.



# Was schon getan wird: Natur

6



Interessengemeinschaft Teuto

Foto: Rudolf Kindler

Quellen:

Initiative für Nachhaltigkeit in der Deutschen Zementindustrie (2013)

Interessengemeinschaft Teutoburger Wald (o. D.)

Hier geht's zum Audioguide:



# Was schon getan wird: Natur wiederherstellen

Für die Zementproduktion benötigt man vor allem Kalkstein. Der wird in großen Steinbrüchen abgebaut. Dafür müssen zum Beispiel Wälder abgeholzt werden. Die Natur wird großflächig verändert, manchmal zerstört, Tiere müssen sich ein neues Zuhause suchen.

Wenn kein Kalkstein mehr abgebaut wird und die Arbeiten beendet sind, wird etwa die Hälfte der Abbaugelände für die Landwirtschaft oder Forstwirtschaft aufbereitet. Dort können dann Obst und Gemüse angebaut werden oder Tiere grasen. Die andere Hälfte wird als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Uhus nisten dort gerne in den Steilwänden.

So zum Beispiel im Teutoburger Wald. Hier haben sich Steinbruchbetreiber, Naturschützer\*innen und Anwohner\*innen zusammengetan und dem Steinbruch neues Leben eingehaucht. Viele ehemalige Steinbrüche aus dem letzten Jahrhundert sind inzwischen anerkanntes Naturschutzgebiet. Es gibt Seen, Sumpfflächen und Kalkmagerrasen. Seltene Pflanzen wie Enziane und Orchideen wachsen hier. Viele Tiere wie Uhus, Amphibien, Reptilien und Insekten haben hier ihr Zuhause gefunden. Mehr als 500 Schafe grasen in den alten Steinbrüchen. Ziegen verhindern die Verbuschung. Für Besucher\*innen gibt es Rundwanderwege, geologische Führungen und Vogelexkursionen.

In Deutschland gibt es inzwischen gesetzliche Vorgaben: Die Steinbruchbetreiber sind hier zum Beispiel verpflichtet Wald wieder aufzuforsten und den Magerrasen durch Beweidung zu pflegen. Unser Beispiel vom Teutoburger Wald zeigt, dass manchmal die Firmen darüber hinaus gehen und sich beispielsweise an der Errichtung und Erhaltung von Aussichtsplattformen und Wanderwegen beteiligen und Artenschutzmaßnahmen für Uhu, Wanderfalke und Fledermaus mitfinanzieren.



# Was schon getan wird: Beton-Recycling

7



Gebäude der Humboldt Universität Berlin

Foto: Dietrich Löbner

Quellen:  
Deutschlandfunk (28.05.2019)  
Initiative für Nachhaltigkeit in der Deutschen Zementindustrie (2013)  
Schwenk (o. D.)

Hier geht's zum Audioguide:



# Was schon getan wird: Beton-Recycling

Die Rohstoffe für die Betonherstellung werden langsam knapp. Zu groß ist der Hunger der Bauindustrie. Um die notwendigen Rohstoffe wie Kies oder Kalkstein abzubauen, werden in Deutschland und vielen anderen Ländern kaum noch neue Flächen freigegeben. Auch deshalb experimentiert man mit der Wiederverwertung von Beton. Und wohin auch mit all dem Abrissbeton? 80–90 Prozent des alten Betons werden heute im Tiefbau, z. B. als Füllmaterial beim Straßenbau, eingesetzt.

Aber neu bauen mit Abrissbeton? Geht das auch?

Auf dem Bild sehen Sie einen Neubau der Humboldt Universität in Berlin – eines der wenigen Bauprojekte, die unter Verwendung von Recycling-Beton im Jahr 2016 fertiggestellt wurden. Momentan wird in Deutschland weniger als ein Prozent des alten Betons wieder verbaut. Er wird anstelle von Kies dem frischen Beton zugegeben. Dafür müssen am besten schon beim Abriss Baustoffe wie Beton, Metall und so weiter sauber getrennt werden. Der alte Beton wird klein gemahlen und gereinigt.

Früher musste bei der Verwendung von Recycling-Beton noch eine Zulassung im Einzelfall erfolgen oder eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung. Seit 2017 reicht die Kennzeichnung im Lieferverzeichnis und auf dem Lieferschein. Der Einsatz ist nun klar geregelt und beispielsweise bei Spannbeton und Leichtbeton nicht zugelassen.



Tests haben ergeben, dass Frischbetone mit Recyclinganteil etwas mehr Fließmittel und Wasser brauchen als klassische Betone, weil die poröse Oberfläche der Beton-Bruchstücke saugfähiger ist als glatter Kies. Recycling-Betone steifen etwas schneller an. Auch brauchen sie 10 bis 15 kg mehr Zement pro Kubikmeter, um die gleiche Verarbeitbarkeit zu erlangen. Recycling-Betone haben eine leicht geringere Druckfestigkeit und ein etwas geringeres E-Modul, schwinden jedoch durch den hohen Ziegelsplitt-Anteil etwas weniger. Der Einsatz eines geringen Anteils von beispielsweise zehn Prozent Recycling-Beton wirkt sich bautechnologisch nicht aus, schont aber bereits merklich die Kiesressourcen.

Wieso wird dann nicht viel mehr Recycling-Beton eingesetzt? Leider gibt es mehr als eine Hürde: Die Abrissunternehmen sind in Deutschland nicht darauf eingestellt, Beton für die Wiederverwertung zu trennen. Auch scheuen sich Bauunternehmen, Neuerungen auszuprobieren, wo doch das Vertraute prima funktioniert. Zudem ist die Aufbereitung von Abrissbeton aufwendig. Recycling-Beton ist zwischen 15 und 25 € pro Kubikmeter teurer als klassischer Beton. Da hilft es, wenn die Kommunen, wie im Falle Berlins, die Mehrkosten für ökologischeres Bauen übernehmen und auf diese Weise zum Ausbau einer Recycling-Infrastruktur und mehr Know-how beitragen.



# Globale Perspektive: Protest

8



Kendeng-Gebirge in Indonesien

Quellen:  
Global Cement (o. D.)  
Le Monde Diplomatique (13.10.2016)  
Watch Indonesia (2018, 8. Februar)

Hier geht's zum Audioguide:



# Globale Perspektive: Protest

In Deutschland gibt es inzwischen lange Genehmigungsverfahren für neue Kalksteinbrüche zur Zementproduktion und viele Umweltauflagen. Interessen von Anwohner\*innen müssen berücksichtigt werden. Diese sind in der Regel gegen Steinbrüche in ihrer Nachbarschaft: Die vorhandene Natur wird großflächig zerstört, ganze Gebirge verschwinden, die Sprengungen führen zu Erschütterungen ganzer Regionen, der Staub verteilt sich überall. In der Folge ist es hier kaum noch möglich, eine Genehmigung für neue Steinbrüche zu bekommen.

Doch wie ist das in anderen Teilen der Welt? China Indien, USA und Iran produzieren weltweit den meisten Zement. Auf der englischsprachigen Webseite Global Cement sind unzählige Fälle von Protesten von Anwohner\*innen, Klimaaktivist\*innen und Gewerkschaften dokumentiert.

Hier einige Beispiele aus dem Jahr 2019:

- In Indien demonstrierte die Gewerkschaft vor den Toren von Uma Cement Industries: Einige Fahrer wurden entlassen, weil sie sich weigerten völlig überladene Lastwagen zu fahren.
- In Pakistan hatten Menschen eine Petition eingereicht, um ihre Umsiedlung sowie die Fällung von vielen tausend Bäumen für ein neues Zementwerk zu verhindern. Die Petition wurde abgelehnt.
- In Großbritannien demonstrierte eine Gruppe Klimaaktivist\*innen gegen Umweltauswirkungen eines Zementwerkes in London. Einige wurden verhaftet.
- In Myanmar blockierten Anwohner\*innen eine Straße, um gegen ein neues Zementwerk zu protestieren und die Durchfahrt für die Baufahrzeuge zu verhindern. Vier von ihnen wurden deshalb zu 14 Monaten Zwangsarbeit verurteilt.



# Globale Perspektive: Protest

Auch in Indonesien ist momentan ein Genehmigungsverfahren für einen neuen Steinbruch im Gang: Eine Tochter der deutschen Firma HeidelbergCement möchte für die Kalksteingewinnung das Kendeng-Gebirge abtragen. Dagegen wehren sich die Menschen dort immer verzweifelter. Die Anwohnerin und Aktivistin Gunarti wandte sich im Jahr 2018 mit einem Brief an den Vorstandsvorsitzenden von HeidelbergCement, Herrn Bernd Scheifele, und an die Aktionär\*innen:

„Friede sei mit euch, meine Brüder und Schwestern in Heidelberg. Indocement, das Unternehmen, das mit eurer Unterstützung versucht, in unserem Gebiet Fuß zu fassen, verbreitet zunehmend Unruhe und sorgt dafür, dass eure Brüder und Schwestern hier am Kendeng-Gebirge leiden. Alles Geld auf der Welt kann diese Zerstörung nicht wieder gut machen.

Ich bin ein Mensch. Ihr seid Menschen. Wir sind alle Menschen und damit Geschwister, auch wenn unsere Sprachen und die Farbe unserer Haut unterschiedlich sind. Auch die Orte, an denen wir leben, sind verschieden. Um zu überleben brauchen wir aber alle die gleichen Dinge. Wir brauchen: Gesundheit, Ruhe und das Lebensnotwendige: Kleidung, Essen, einen Ort zum Wohnen, wir müssen säen und ernten.

Geld kann uns nicht zufrieden machen. Geld können wir nicht essen. Was wir essen können sind Pflanzen, die uns Mutter Erde schenkt. Ich brauche genau wie ihr einen Ort zum Leben. Ich habe euch nie gestört und euch nie bedroht. Daher möchte ich euch bitten, auch mich nicht zu bedrohen.

Das Wasser, das unser Leben sichert, wird versiegen, weil das Gebirge, dem es entspringt, für die Zementherstellung abgebaut werden soll. Die Flächen auf denen wir jetzt leben und Landwirtschaft betreiben, sollen der Zementproduktion weichen. Und das, obwohl Zement nicht schmeckt. Unsere Kinder und Enkel werden sich nicht von Zement ernähren. Was wird das Schicksal unserer Enkel sein?

Die Zementfabrik, die ihr hier zu errichten plant, bedroht Tausende Hektar Land, hunderte Wasserquellen und die Lebensgrundlage von Millionen von Menschen. Wie viele Opfer soll es noch geben? Habt ihr jemals darüber nachgedacht? Wie würdet ihr euch fühlen, wenn dieses Schicksal euren Familien drohen würde? Wenn ich zum Beispiel plötzlich täte, was ihr tut? Würdet ihr einfach aufgeben? Oder würdet ihr euren Familien helfen?

Ich hoffe, ihr zieht in Erwägung, euch sofort aus Pati zurückzuziehen.“



# Zukunftslösung Nr. 1: Zement aus Maniok

9



In der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung wird nachhaltiger Zement erforscht.

Filmtitel:  
„Folge 27 – Zoom – Grüner Beton aus Afrika“,  
Kanal der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Hier geht's zum Film:



# Zukunftslösung Nr. 2: Celitement

10



Celitement

Quellen:  
Initiative für Nachhaltigkeit in der Deutschen Zementindustrie (2013)  
Celitement (o. D.)  
Proplanta (2012, 1. Oktober)

Hier geht's zum Audioguide:



# Zukunftslösung Nr. 2: Celitement

Celitement nennt sich ein neuer Zement, den ein Team des Karlsruher Instituts für Technologie entwickelt hat. Ihr Ziel: umweltfreundlicheren Zement erfinden! Denn weltweit gehen immerhin fünf Prozent des klimaschädlichen Kohlendioxids – CO<sub>2</sub> – auf das Konto der Zementproduktion. Weil weltweit immer mehr mit Beton gebaut wird, erwartet die Forschung sogar eine Verdoppelung auf zehn Prozent bis zum Jahr 2050. Da braucht es dringend neue Ideen. Celitement ist eine davon. Der Name steht für CO<sub>2</sub>-leichten Zement.

Und die Umweltbilanz von Celitement kann sich sehen lassen: Weil die Drehrohröfen nicht wie bei der Produktion von Portland-Zementklinker auf 1.450 Grad hochgeheizt werden müssen, werden je nach Rezeptur und der Art der verwendeten Energiequellen bis zu 50 Prozent Energie gespart. Für die Herstellung von Celitement ist zudem weniger Kalkstein nötig. Dies ist aus zwei Gründen gut: Es schont die Umwelt, wenn weniger Kalkstein in Steinbrüchen abgebaut werden muss. Und bei der Erhitzung von Kalkstein wird das darin gebundene Kohlendioxid herausgelöst. Weniger Kalk bedeutet so also auch weniger klimaschädliches Kohlendioxid.

Statt Kalkstein wird für die Produktion von Celitement allerdings mehr Sand benötigt als für herkömmlichen Zement. So bleibt die Klimabilanz zwar besser, die verwendete Menge an Rohstoffen insgesamt bleibt jedoch gleich.

Ein weiterer Vorteil betrifft die Arbeitssicherheit: Weil nahezu keine löslichen Alkalien, Schwermetalle und Chromate verwendet werden, schädigt Celitement nicht die Haut der Verarbeiter\*innen.

Doch noch ist Celitement in der Testphase und noch nicht als genormtes Bindemittel zugelassen. Es gibt eine Mini-Produktionsstätte, in der täglich 100 Kilogramm Celitement für Tests produziert werden. Leider ist es nicht möglich, Celitement in den bereits existierenden Zementwerken herzustellen. Und neue Anlagen kosten sehr viel Geld. Möglicherweise wird sich die Umstellung für viele Firmen erst lohnen, wenn CO<sub>2</sub>-Ausstoß die Firmen ebenfalls mehr Geld kostet.



# Zukunftslösung Nr. 3: LC3

11



Gebäude aus LC3 in Jhansi, Indien

Quelle:  
École polytechnique fédérale de Lausanne (o. D.)

Hier geht's zum Audioguide:



# Zukunftslösung Nr. 3: LC3

Wissenschaftler\*innen an der Technischen Hochschule Lausanne in der Schweiz forschen gemeinsam mit Kolleg\*innen in Indien und Kuba seit über zehn Jahren an einer neuen Art von Zement. Dieser Zement heißt LC3. Der Name geht auf seine neuartige Mischung aus Kalkstein, kalziniertem Lehm und Zement zurück (englisch: Limestone, Calcined Clay and Cement). Herkömmlicher Zement besteht zu 95 Prozent aus einem einzigen Material, nämlich Klinker (aus gebranntem Kalkstein und Lehm). Das Besondere an dem neuen LC3-Zement ist nun, dass etwa die Hälfte des klimaschädlichen Klinkers durch unverarbeiteten Kalkstein und kalzinierten Ton ersetzt wird.

Der Vorteil ist, dass durch diese neue Zusammensetzung der klimaschädliche Kohlendioxid-Ausstoß des Zements um etwa 40 Prozent reduziert wird.

Wieso? Die Herstellung von Klinker ist hauptverantwortlich für die schädlichen Kohlendioxid-Gase. Durch den geringeren Klinkeranteil von 95 Prozent auf 50 Prozent in LC3 können so große Kohlendioxid-Einsparungen erreicht werden. Zwei Faktoren verursachen die Emissionen bei der Klinker-Herstellung. Erstens: etwa 70 Prozent des Kohlendioxids werden bei der Kalzinierung des Kalksteins freigesetzt. Zweitens: 30 Prozent des Kohlendioxids gehen auf die hohe Energie zurück, die notwendig ist um den Klinker bei 1.450 Grad herzustellen.

Unbehandelter Kalkstein ist in dieser Hinsicht kein Problem und verursacht kein Kohlendioxid. Außerdem ist in LC3 noch kalzinierter Ton. Bei der Kalzinierung von Ton entsteht aber gar kein

klimaschädliches Kohlendioxid und das Material wird nur bei 800 statt bei 1450 Grad gebrannt – folglich wird auch hier viel Kohlendioxid eingespart. So bringt diese neue Zusammensetzung klimatechnisch Vorteile mit sich.

LC3 ist auch insgesamt ressourcenschonender. Denn der Anteil nicht-kalzinierten Kalksteins darf Verunreinigungen enthalten. Dieser Kalkstein würde sonst als unbrauchbar weggeworfen werden. Der verwendete Lehm kann aus der Produktion von Keramik oder Kosmetik kommen, wo er ein Abfallprodukt ist. Bei dem Modellhaus, das Sie auf der Ausstellungstafel sehen, wurden auf diese Weise pro Quadratmeter 192 kg Industrieabfälle verbaut.

Ein weiterer Vorteil ist, dass LC3 in herkömmlichen Zementwerken hergestellt werden kann und es keine neue Technik benötigt. Es braucht nur ein paar neue Zutaten, die aber weltweit gut verfügbar und zudem auch kostengünstig sind. Die Belastbarkeit von LC3 ist dabei vergleichbar mit der von Portland-Zement (OPC – CEM I). In der Anwendung auf der Baustelle gibt es keine Unterschiede, so dass kein Spezialwissen notwendig ist.

In Indien und anderen Ländern wurden bereits erfolgreich Gebäude mit LC3 errichtet.



# Abschluss:

# Mutig in die Zukunft schreiten

12



Neubau des Unionhilfswerks in Berlin, 2020

Foto: Dietrich Löbner

Hier geht's zum Audioguide:



# Abschluss:

# Mutig in die Zukunft schreiten

Wie die Beispiele in der Ausstellung zeigen, wäre es heute möglich, sehr viel nachhaltiger zu bauen: Es gibt die Möglichkeit mit LC3 zu bauen, Celitement oder Zement auf Maniok-Basis zu verwenden oder auch wieder mehr mit Mauersteinen zu arbeiten. Das Foto der Ausstellung zeigt einen Neubau des Unionhilfswerkes in Berlin-Kreuzberg. Hier wurde bei den Wänden auf Beton verzichtet und stattdessen wurden Mauersteine verwendet. Auch in anderen Bereichen hat der Bauherr auf Nachhaltigkeit geachtet: das Gebäude ist durch die kompakte Form und die doppelschalige Fassade sehr energieeffizient. Es fügt sich gut in die Umgebung ein und es wurde auf eine hohe Aufenthaltsqualität der Räume geachtet. Die Menschen sollen sich darin wohl fühlen.

Obwohl es ständig neue Forschungsergebnisse und neue, umweltfreundlichere Möglichkeiten gibt, dominiert weiterhin die inzwischen sehr etablierte Beton-Bauweise. Die Innovationen kommen kaum in die Praxis, weil es einfacher ist, wie immer zu bauen. Denn neue, modernere Bauweisen erfordern manchmal mehr Knowhow und bedeuten für manche Firmen ein finanzielles Risiko, das sie nicht eingehen möchten. Wieso auch, wenn doch alles gut läuft.

Anders sieht es zum Beispiel in Afrika aus – in Nigeria, in Ghana, Kenia und Mosambik. Oder in Asien – in Indien. In diesen Ländern gibt es erstens gerade rasantes Wirtschaftswachstum und auch die Bauwirtschaft boomt. Zweitens ist hier die Beton-Bauweise noch nicht so etabliert wie beispielsweise in Europa. Das hat zur Folge, dass die Bauwirtschaft noch nicht so sehr auf Beton-Bauweise ausgerichtet und spezialisiert ist. Außerdem gibt es dadurch weniger etablierte Verbände und Konzerne, die ihre Interessen verteidigen und so Innovationen verhindern.

Ein weiteres gutes Argument dafür, innovative Bauweisen im Globalen Süden zu verwirklichen ist auch, dass die Anforderungen an die Bauwerke wegen des besonderen Klimas nicht eins zu eins aus Europa übertragbar sind. Auch sind die technischen Voraussetzungen häufig andere. Dies alles zusammen eröffnet afrikanischen und asiatischen Ingenieur\*innen die Möglichkeit, gleich modernere, umweltfreundlichere und ortsangepasste Technologien einzuführen wie zum Beispiel Bauen mit Zement auf der Basis von Maniok.

In Deutschland gibt es momentan beide Bestrebungen: Zum einen gibt es Firmen, die in nachhaltigere Beton-Arten investieren und hier Innovation vorantreiben. Es gibt aber auch die Rückbesinnung auf alte Bauweisen mit Mauersteinen oder Lehm. Was reizt Sie am meisten? Was möchten Sie einmal ausprobieren?

