Branchenfokus: Zement

April 2021

ESG-Risiken im Überblick

Treibhausgasemissionen	⦿⦿⦿⦿⦿
Ressourcenverbrauch	⦿⦿⦿○○
Flächennutzung	⦿⦿⦿○○
Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	⦿⦿○○○
Schadstoffemissionen	⦿⦿○○○

Übersicht

Zusammenfassung	1
Fakten	2
ESG-Risiken	4
Quellen	6
Disclaimer	6

Weltweit größte Zementhersteller

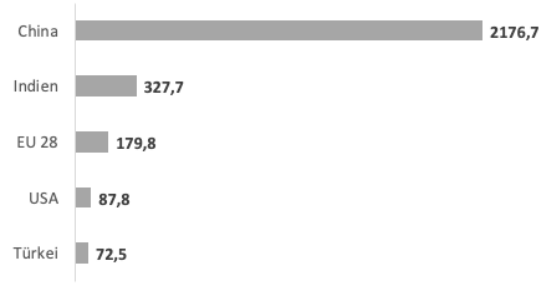


Abb.1: Top 5 der weltweit größten Hersteller von Zement in 2018, in Mio. Tonnen; Quelle: cembureau.eu/media/r2nbrylj/main-world-producers-table.png

Sektoraler Fokus

- Bergbau
- Zement- und Baustoffindustrie
- Baugewerbe / Immobilienwirtschaft
- Infrastruktur

Zusammenfassung: Argumente im Zusammenhang mit der Produktion und Nutzung von Zement

Pro

- Zement ist ein wesentlicher Bestandteil von Beton, der als weltweit wichtigster Baustoff eine Basis für die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung darstellt. So wird Beton beispielsweise im Wohnungsbau, beim Bau sanitärer Einrichtungen oder dem Ausbau erneuerbarer Energien eingesetzt und leistet damit einen Beitrag zur Erreichung der UN Sustainable Development Goals (SDGs).
- Bei der Herstellung von Zement werden zunehmend alternative Rohstoffe aus Abfällen der Stahl-, Metall- und Kohleindustrie verwendet, wodurch der Energie- und Materialverbrauch gesenkt werden kann.
- Es gibt ambitionierte Bekenntnisse und Ansätze für eine nachhaltigere, insbesondere klimaverträglichere Produktion von Zement.

Contra

- Der Zementsektor ist aufgrund des energieintensiven Herstellungsprozesses weltweit der zweitgrößte industrielle CO_2-Emittent und trägt damit maßgeblich zum Klimawandel bei.
- Der Zementsektor hat einen sehr hohen Verbrauch an nicht-erneuerbaren primären Rohstoffen. Bei der Herstellung von Beton wird neben Zement auch Sand benötigt, der zunehmend knapp wird.
- Der Abbau primärer Rohstoffe (v.a. Kalkstein) im Tagebau hat massive Auswirkungen auf die Umwelt und kann mit Menschenrechtsverletzungen einhergehen.
- Die Verarbeitung von Zement ist mit gesundheitlichen Risiken, z. B. Reizungen, Verätzungen der Haut und Augen sowie Lungenerkrankungen, verbunden
- In der Umgebung von Zementwerken ist die Schadstoff- und Schwermetallbelastung insbesondere in den Ländern des Globalen Südens regelmäßig erhöht.

Fakten

Zement als Baustoff

Zement ist ein nicht-metallischer, anorganischer Baustoff, der zu den hydraulischen Bindemitteln zählt. Er erhärtet sich nach der Zugabe von Wasser und bleibt sowohl an der Luft als auch unter Wasser fest (1). Als wesentlicher Bestandteil von Beton, Mörtel und Estrich zählt Zement zu den meistgenutzten Baustoffen weltweit. Beton wiederum ist aufgrund seiner bauphysikalischen Eigenschaften ein wichtiger Grundstoff für den Gebäude- und Infrastrukturbau. Er besteht aus einer Mischung von Zement, Wasser und Gesteinskörnungen, wie Kies oder Sand, bzw. anderen Zuschlagstoffen.

Produktion

Die Herstellung von Zement ist ein aufwändiger und energieintensiver Prozess. Im ersten Schritt werden die Ausgangsstoffe, vor allem Kalkstein und Ton, die in natürlichen Gemischen – genannt Mergel – vorliegen, in Steinbrüchen oder Tagebauen gewonnen, zerkleinert und in die Zementwerke transportiert.

Dort wird der Mergel zusammen mit Quarzsand und Eisenerz in trockenem Zustand gemahlen. Das Rohmehl wird anschließend entsäuert, in Drehrohröfen auf 1.450 Grad Celsius erhitzt und zum sogenannten Zementklinker gebrannt. Dabei wird das im Kalkstein gebundene Kohlendioxid freigesetzt. Der Klinker wird anschließend abgekühlt. Die Abkühlgeschwindigkeit beeinflusst dabei maßgeblich die Eigenschaften des Klinkers. Je nach Zementart werden weitere Stoffe wie Flugasche, Hüttensand, Puzzolan oder Trass mit dem Klinker vermahlen. Zur Regelung des Erstarrens wird dem Mahlgut ein Sulfatträger, etwa Gips oder Anhydrit, zugesetzt.

Die Zementindustrie gehört zu den energieintensivsten Branchen in Deutschland. Dabei entsteht der Energiebedarf insbesondere bei der Befeuerung der Drehöfen sowie dem Betrieb verschiedener Anlagen, z. B. im Rahmen der Rohmaterialaufbereitung, der Kühlung des Klinkers und der Zementmahlung. Die European Cement Association gibt an, dass ihre Produzenten bereits 44 Prozent ihrer Energie aus erneuerbaren Quellen beziehen; bis 2050 will sie diesen Anteil auf 60 Prozent erhöhen (2). Trotz eines hohen energetischen Wirkungsgrades der Anlagen von über 70 Prozent beläuft sich der Energiekostenanteil an der Bruttowertschöpfung in Deutschland auf über 30 Prozent (3).

„Die Zementindustrie kann einen wichtigen Beitrag zum weltweiten Klimaschutz leisten und über die dafür nötigen Innovationen auch wirtschaftliche Chancen nutzen und ausbauen. Die Ideen dafür liegen auf dem Tisch: Jetzt ist es Zeit, etwas aus ihnen zu machen.“ (WWF Deutschland) (4)

Seit 2013 beläuft sich die durchschnittliche weltweite Zementproduktion auf etwa 4,1 Mrd. Tonnen pro Jahr (5). China ist mit knapp 2,2 Mrd. Tonnen im Jahr 2018 der mit Abstand größte Zementproduzent, gefolgt von Indien (328 Mio. t) und den EU-28 (180 Mio. t) (6). Die deutsche Zementindustrie gliedert sich in 21 Unternehmen und 54 Zementwerke. Mit etwa 8.100 Beschäftigen produzieren die Zementwerke jährlich 34 Mio. Tonnen Zement und erwirtschaften einen Umsatz von rund 3 Mrd. Euro (7).

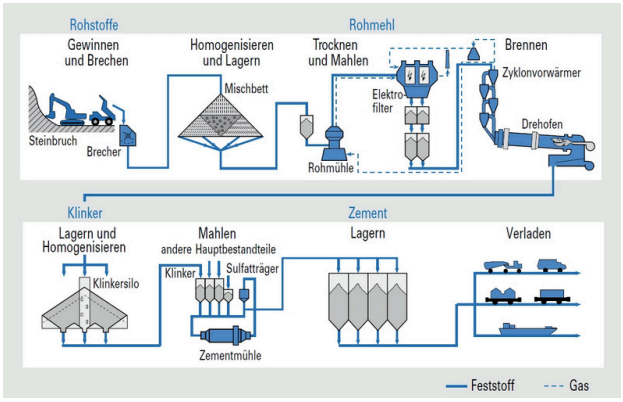


Abb. 2: Schematische Darstellung der Zementherstellung (8)

Zementarten

Die europäische Norm EN 197-1 klassifiziert Zemente gemäß ihrer Festigkeit (langsam-, normal- und schnellerhärtend) sowie ihrer Zusammensetzung (9). In der Norm werden fünf Arten von Zementen definiert:

- CEM I – Portlandzement
- CEM II – Portlandkompositzement
- CEM III – Hochofenzement
- CEM IV – Puzzolanzement
- CEM V – Kompositzement

Portlandzement besteht aus mind. 95 Prozent Portlandzementklinker, der aus Kalkstein und Ton gebrannt wird. Wird zum Portlandzementklinker zusätzlich Hüttensand, Puzzolan, Flugasche, gebrannter Ölschiefer oder ungebrannter Kalkstein beigefügt (bis max. 36 Prozent), spricht man von Portlandkompositzement. Ab einem Anteil von 36 Prozent Hüttensand (ein Nebenprodukt der Stahlindustrie) wird der Zement als Hochofenzement bezeichnet (10). In Deutschland werden vor allem Portlandkompositzement und Portlandzement hergestellt. Neben den Normzementen gewinnt die Entwicklung von Spezialzementen an Bedeutung, wie z. B. Schnellzemente, Quellzemente, Tiefbohrzemente und mikrofeine Injektionszemente.

Verwendung

Der Einsatz von Zement verteilt sich etwa gleichermaßen auf die Bereiche Wohnungsbau, Nichtwohnbau und Infrastruktur und dabei zu jeweils gleichen Teilen auf Renovierungsmaßnahmen und Neubauprojekte.

Während der jährliche Zementverbrauch von 27,5 Mio. Tonnen in Deutschland eher rückläufig ist, wird für den globalen Verbrauch aufgrund der Bevölkerungsentwicklung, der Urbanisierung und dem zunehmenden Infrastrukturausbau bis 2050 ein Anstieg von 12 bis 23 Prozent im Vergleich zu 2014 prognostiziert (11). Die steigende globale Nachfrage ist dabei fast ausschließlich auf den zunehmenden Zementbedarf Chinas zurückzuführen. Etwa 56 Prozent der weltweiten Zementproduktion werden aktuell in China verbaut (12). Weltweit liegt der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch zwischen 19kg (Niger) und 2.950 kg (Katar); der Durchschnitt beläuft sich auf etwa 560 kg (13). Der jährliche Verbrauch in Deutschland liegt bei rund 350 kg pro Einwohner (14).

Grüner Zement

Wissenschaftlern am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) haben ein neues, mit Portlandzement vergleichbares zementäres Bindemittel – genannt Celitement – entwickelt, das auf hydraulisch aktiven Calciumhydrosilikaten basiert. Als Rohstoffe für das Verfahren dienen gebrannter Kalk und Sand. Die Herstellung von Celitement erfolgt bei Temperaturen unter 300° C – üblicherweise sind für die Zementherstellung 1.450°C erforderlich. So lassen sich im gesamten Herstellungsprozess im Vergleich zur Produktion von herkömmlichem Portlandzement bis zu 50 Prozent der Energie einsparen. Auch den Bedarf des Rohstoffes Kalk konnten die KIT-Wissenschaftler stark reduzieren. (15)

Nachhaltigkeitsbestrebungen in der Zementbranche

Experten gehen wie dargestellt davon aus, dass die Nachfrage nach Beton und damit nach Zement in den kommenden Jahren steigen wird. Ein Teil des Betons wird dabei in Bereichen eingesetzt, die wie der Wohnungsbau, der Bau von Sanitärinfrastruktur und Energieanlagen unmittelbar mit den UN Sustainable Development Goals (SDGs) verbunden sind. Zur Erreichung der SDGs sollen bis 2030 insgesamt 60 Billionen US-Dollar in solche und vergleichbare Infrastrukturprojekte in Ländern des Global Südens investiert werden (16). Gleichzeitig steht die Zementherstellung wegen der hohen CO_2-Emissionen im Fokus der nationalen und internationalen Klimapolitik. Potenziale für eine klimaverträgliche Entwicklung in der Zementbranche gibt es in mehreren Bereichen (17):

- Optimierung der Energieeffizienz;
- Abkehr von fossilen Brennstoffen und Nutzung erneuerbarer Energien;
- Verringerung des Verhältnisses von Klinker zu Zement;
- Verwendung alternativer Klinker und Bindemittel.

Der Zementsektor selbst setzt derzeit große Hoffnungen auf die Abscheidung und unterirdische Speicherung von CO_2 (Carbon Capture and Storage, CCS). Problematisch ist dabei der hohe zusätzliche Energieaufwand für die Abscheidung, den Transport und die Speicherung des CO_2 (vgl. ESG Risiko Monitor CCS vom November 2020).

Klassifizierung der EU-Taxonomie

Die Herstellung von Zement ist Gegenstand der Regulierung im Rahmen der EU-Taxonomie nachhaltiger wirtschaftlicher Tätigkeiten. Im Hinblick auf den Beitrag zur Bekämpfung der Ursachen des Klimawandels (Climate Mitigation) werden in der aktuellen Fassung der Taxonomie folgende Anforderungen definiert:

„The activity manufactures one of the following:

(a) grey cement clinker where the specific GHG emissions are lower than 0,722100 tCO_2e per tonne of grey cement clinker;

(b) cement from grey clinker or alternative hydraulic binder, where the specific GHG emissions from the clinker and cement or alternative binder production are lower than 0,469102 tCO_2e per tonne of cement or alternative binder manufactured." (18)

Eine Analyse der Investmentbank Natixis zeigt, dass die in der EU-Taxonomie definierten Schwellenwerte für die meisten Hersteller aktuell nicht erreichbar sind. Nur das indische Unternehmen AmbujaCements und der Schweizer Baustoffproduzent Lafarge-Holcim haben aktuell Emissionsziele und Reduktionspfade definiert, die zu einer deutlichen und mit der EU-Taxonomie im Einklang stehenden Reduzierung der CO_2-Emissionen führen. (19)

Experten des Ecologic Institut zeichnen in einer Studie im Auftrag des Umweltbundesamts ein kritisches Bild: „Es gibt keine Vision für ein kohlenstoffarmes Geschäftsmodell und daher wenig Bereitschaft, Geld in risikoreiche Projekte zu investieren. CCS dominiert das Denken über tiefgreifende Emissionsminderungsoptionen. Alternativen (inkl. Produktersatzstoffe oder neuartige Zemente) werden nicht als signifikant angesehen." (20)

Deutsche Zementindustrie: CO_2-freie Zukunft

Die deutsche Zementindustrie hat in den vergangenen Jahrzehnten nach eigenen Angaben umfangreiche Klimaschutzmaßnahmen ergriffen. Seit 1990 konnten so die CO_2-Emissionen um etwa 25 Prozent reduziert werden. Anhand von zwei Dekarbonisierungspfaden zeigt eine Studie des Vereins Deutscher Zementwerke (VDZ), welche CO_2-Einsparungen entlang der Wertschöpfungskette von Zement und Beton bis zum Jahr 2050 erreicht werden können. Mit konventionellen Minderungsmaßnahmen würde es bis 2050 gelingen, die CO_2-Emissionen um lediglich 36 Prozent gegenüber 2019 zu verringern (-50 Prozent gegenüber 1990). Insofern müssen für eine volle Klimaneutralität nach Aussage des VDZ komplett neue Wege in der Herstellung des Zements und seiner Anwendung im Beton gegangen werden. Wichtiges Handlungsfeld ist der zunehmend geringere Einsatz von Zementklinker, der zu deutlich CO_2-effizienteren Zementen und Betonen führen soll. (21)

ESG-Risiken

Vorbemerkung

Folgende Aspekte werden im Zusammenhang mit der Produktion und Nutzung von Zement kritisch diskutiert.

Treibhausgasemissionen

Bei der Produktion von Zement entstehen hohe Treibhausgasemissionen (THG). Der Zementsektor ist nach der Stahlindustrie der zweitgrößte industrielle CO_2-Emittent weltweit und der drittgrößte industrielle Energieverbraucher (22).

Etwa ein Drittel der THG entstehen aufgrund der hohen Temperaturen von 1.450 Grad Celsius im Rahmen des Brennvorgangs und damit einhergehender energiebedingter Emissionen je nach verwendetem Energieträger. Zwei Drittel der THG entstehen dadurch, dass das im Kalk gebundene Kohlendioxid (CO_2) während des Brennens freigesetzt wird; dabei spricht man von prozessbedingten Emissionen (23). Weltweit werden im Rahmen der Zementherstellung jährlich etwa drei Mrd. Tonnen CO_2 ausgestoßen. Dies entspricht einem Anteil von rund 8 Prozent der globalen CO_2-Emissionen und damit der drei- bis vierfachen Menge der THG des gesamten Luftverkehrs (24).

In Europa ist die Herstellung einer Tonne Zement mit der Emission von mindestens einer halben Tonne CO_2 verbunden. In Deutschland beliefen sich im Jahr 2019 die CO_2-Emissionen der Zementindustrie in Summe auf etwa 20 Mio. Tonnen (25). Dies entspricht etwa zwei Prozent der gesamten deutschen THG-Emissionen.

Seit 1990 konnten die energie- und prozessbedingten CO_2-Emissionen in Deutschland insbesondere durch Prozessinnovationen, die Steigerung der Energieeffizienz und die Nutzung alternativer Brennstoffe um knapp 25 Prozent reduziert werden.

Ressourcenverbrauch

Im Jahr 2019 hat die deutsche Zementindustrie zur Herstellung von ca. 34,2 Mio. Tonnen Zement insgesamt 51,1 Mio. Tonnen Rohstoffe eingesetzt (26). Der Großteil der heute produzierten Zemente sind sogenannte Kompositzemente, in denen der Klinker durch andere Zumahlstoffe zu gewissen Anteilen ersetzt ist.

Bei diesen Zumahlstoffen handelt es sich beispielsweise um Hüttensand, der als Nebenprodukt bei der Roheisenerzeugung entsteht, um Flugaschen aus Stein- und Braunkohlekraftwerken oder Gießereialtsande aus der Metallverarbeitung. Durch den Einsatz dieser alternativen Rohstoffe werden in Deutschland jährlich etwa 10 Mio. Tonnen Kalkstein eingespart. Alternative Rohstoffe decken rund 16 Prozent des Gesamtrohstoffbedarfs der deutschen Zementindustrie.

Perspektivisch dürften die heute eingesetzten alternativen Rohstoffe wie Hüttensand und Flugasche aufgrund der Energiewende und des industriellen Strukturwandels in deutlich geringeren Mengen verfügbar sein. Angesichts des Gesamtbedarfs an Rohstoffen für die Zementherstellung wird die Zementindustrie daher langfristig auf die sichere Versorgung mit Primärrohstoffen angewiesen sein (27).

Sand – ein knapper Rohstoff

Sand, der neben Zement und Wasser für die Herstellung von Beton verwendet wird, rückt verstärkt in den Fokus der Aufmerksamkeit, da er zunehmend knapp wird. Jährlich werden 40 bis 50 Mrd. Tonnen Sand und Kies gefördert (28). Für die Bauindustrie kommt nur grobkörniger Sand, der primär in Flüssen oder dem Meer abgebaut wird, in Frage. Wüstensand ist für die Betonherstellung nicht brauchbar, da er zu feinkörnig und zu rund ist. Um der Nachfrage gerecht zu werden, werden zunehmend Küstengebiete, Meeresboden und Inseln ausgebeutet (29). Absolut gesehen ist China der weltweit größte Nutzer von Sand. Schätzungen des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) zufolge verbraucht das Land knapp 60 Prozent der weltweiten Sand- und Kiesproduktion (30).

Flächennutzung

Zu den wichtigsten primären Grundstoffen für die Herstellung von Zement gehören Kalkstein, Kalkmergel, Ton, Quarz, Eisenerz und Sand. Der Abbau der Grundstoffe erfolgt vorwiegend im Tagebau – in Steinbrüchen und Kiesgruben – und ist daher regelmäßig mit Eingriffen in die natürliche Umwelt verbunden (vgl. ESG Risiko Monitor Bergbau vom Februar 2020). Insbesondere in Ländern mit eingeschränkten Eigentumsrechten gehen mit dem Abbau der Rohstoffe regelmäßig Konflikte mit der ansässigen Bevölkerung einher, die von den ursprünglich von ihnen genutzten

Flächen vertrieben werden und dadurch ihre Lebensgrundlage verlieren.

Aufgrund begrenzter Ressourcen und Abbaumöglichkeiten in vielen Teilen Europas sowie strenger Umweltvorschriften kommt es zunehmend zur Abwanderung der Rohstoff- und Zementproduktion in Länder des Globalen Südens. So kommt es z. B. in Indonesien seit mehr als zehn Jahren immer wieder zu Protesten gegen die Errichtung von Zementwerken im Kendeng-Gebirge im Norden von Zentraljava, das aufgrund ergiebiger Kalksteinvorkommen zunehmend im Fokus in- und ausländischer Unternehmen ist (31).

Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Die Herstellung und Verarbeitung von Zement ist mit gesundheitlichen Risiken für die Beschäftigten bzw. Anwender verbunden. Nasser Zement ist stark alkalisch und kann zu Reizungen und Verätzungen der Haut und Augen führen. In extremen Fällen kann dies eine Hauttransplantation erforderlich machen (32).

Zementstaub kann zu Reizungen der Augen und Atemwege führen. Über die Inhalation von Zementstaub gelangt die darin enthaltene Kieselsäure in die Lunge und kann bei längerer und wiederholter Exposition zu Asthma, chronisch obstruktiver Lungenerkrankungen, Tuberkulose oder u.U. tödlichen Krankheiten, wie der Silikose („Staublunge“), führen (33). Studien weisen mittlerweile auf einen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber kristalliner Kieselsäure und Lungenkrebs hin (34).

Bei den Hauterkrankungen steht die Chromatallergie – auch Maurerkrätze genannt – im Vordergrund. Auslöser ist das Chromat, das in geringen Konzentrationen in Zement enthalten ist. Bei der Verarbeitung von Frischmörtel oder Frischbeton löst sich ein Teil des Chromats im Wasser und kann bei Hautkontakt eine sensibilisierende Wirkung und Jahre später eine allergische Reaktion hervorrufen. Ohne Gegenmaßnahmen ist in Zement bis zu 20 ppm wasserlösliches Chromat enthalten, das beim Brennen des Zementklinkers entsteht. Bei einer maximalen Konzentration von 2 ppm können Hauterkrankungen weitestgehend vermieden werden. Seit 2005 dürfen in Europa nur noch chromatarme Zemente verwendet werden. Die Anzahl der an Maurerkrätze erkrankten Bauarbeiter, die in Deutschland bis dahin jährlich bei rund 300 Betroffenen lag, konnte so deutlich gesenkt werden (35).

Zwar sollte das Chromat inzwischen zumindest in Europa aus allen Zementen verdrängt sein, die Alkalität von Zementlösungen führt aber weiterhin zu Reizungen und Verätzungen. Entsprechende Schutzausrüstung und Schutzmaßnahmen im Umgang mit Zement sind daher vorgeschrieben.

Schadstoffemissionen

Bei der Herstellung von Zement entstehen neben Staub verschiedene Luftschadstoffe wie Stickoxide, Schwefeldioxid, Dioxine, Furane, Chlor- und Fluorverbindungen sowie Schwermetalle. Während Spurenelement wie Arsen, Vanadium, Nickel, Blei oder Cadmium im Zuge des Brennvorgangs praktisch vollständig in den Klinker eingebunden werden, können andere Stoffe wie Thallium- und Quecksilberverbindungen freigesetzt werden.

In Deutschland gelten strenge Grenzwerte für die Emission der gesundheits- und umweltschädlichen Stoffe. Hier sorgen u.a. Gewebefilter dafür, dass der Staub an Mühlen, Silos, Transport- und Verladeeinrichtungen aufgefangen wird. Die zunehmende Verbrennung von Müll in deutschen Zementwerken wird gleichzeitig von Anwohnern kritisch bewertet. Sie befürchten, dass bei der Verbrennung von Haus- und Industrieabfall gesundheitsschädliche Stoffe freigesetzt werden können (36), zumal für Zementwerke oft weniger strenge Schadstoffbestimmungen gelten als für Müllverbrennungsanlagen.

In Werken in den Ländern des Globalen Südens sind die Emissionsstandards regelmäßig niedriger, sodass hier nicht ausgeschlossen werden kann, dass gesundheitsgefährdende Emissionen insbesondere die Umgebung der Zementwerke und die dort lebenden Menschen belasten.

Quellen

(1) https://www.sustain-consult.de/fileadmin/Redaktion/Docs/nachhaltigkeit-zement.pdf
(2) https://deutsche-wirtschafts-nachrichten.de/2019/08/18/zement-erzeugt-mehr-co2-lkw/
(3) https://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/zementindustrie/VDZ-Zementindustrie_im_Ueberblick_2020_2021.pdf; https://www.sustain-consult.de/fileadmin/Redaktion/Docs/nachhaltigkeit-zement.pdf
(4) https://www.wwf.de/2019/april/zement-zerrt-am-klima
(5) https://www.iea.org/reports/cement
(6) https://cembureau.eu/media/r2nbrylj/main-world-producers-table.png
(7) https://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/zementindustrie/VDZ-Zementindustrie_im_Ueberblick_2020_2021.pdf
(8) https://mitglieder.vdz-online.de/zementindustrie/zement/herstellung/
(9) https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/nabau/veroeffentlichungen/wdc-beuth:din21:140246044
(10) https://www.sustain-consult.de/fileadmin/Redaktion/Docs/nachhaltigkeit-zement.pdf
(11) https://www.iea.org/reports/technology-roadmap-low-carbon-transition-in-the-cement-industry
(12) https://www.cemnet.com/News/story/168163/world-cement-consumption-rises-by-2-8-in-2019.html
(13) https://cmaindia.org/wp-content/themes/cmaindia/ppt/ppt3_icr.pdf
(14) https://de.wikipedia.org/wiki/Zement#cite_note-12
(15) https://www.kit.edu/kit/pi_2009_610.php
(16) https://www.chathamhouse.org/2018/06/making-concrete-change-innovation-low-carbon-cement-and-concrete
(17) https://www.chathamhouse.org/2018/06/making-concrete-change-innovation-low-carbon-cement-and-concrete; https://www.nature.com/articles/s43017-020-0093-3; https://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/zementindustrie/VDZ-Studie_Dekarbonisierung_Zement_Beton_2020.pdf; https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy-annexes_en.pdf
(18) https://ec.europa.eu/finance/docs/level-2-measures/taxonomy-regulation-delegated-act-2021-2800-annex-1_en.pdf
(19) https://gsh.cib.natixis.com/api_website_feature/files/download/7819/eu_taxonomy_vade_mecum_to_digest_the_report_from_the_teg__natixis_green___sustainable_hub.pdf
(20) https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2018/2571-2018-02-13_climate-change_06-2018_innovation-fund_0.pdf
(21) https://www.vdz-online.de/aktuelles/deutsche-zementindustrie-auf-dem-weg-in-eine-co2-freie-zukunft
(22) https://www.iea.org/reports/technology-roadmap-low-carbon-transition-in-the-cement-industry
(23) https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2018/2571-2018-02-13_climate-change_06-2018_innovation-fund_0.pdf
(24) https://www.chathamhouse.org/2018/06/making-concrete-change-innovation-low-carbon-cement-and-concrete
(25) https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1078829/umfrage/treibhausgasemissionen-der-deutschen-industrie-nach-branchen/
(26) https://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/zementindustrie/VDZ-Zementindustrie_im_Ueberblick_2020_2021.pdf
(27) https://www.vdz-online.de/zementindustrie/rohstoffe-und-biodiversitaet
(28) https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/rising-demand-sand-calls-resource-governance
(29) https://www.fr.de/wissen/darum-zement-produktion-klimaschaedlich-11018039.html
(30) https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/rising-demand-sand-calls-resource-governance
(31) https://globalmagazin.eu/themen/wirtschaft/zement-aus-indonesien-zerstoert-das-land/; https://www.watchindonesia.de/20990/indonesische-gemeinden-reichen-oecd-beschwerde-gegen-heidelbergcement-ein?lang=de
(32) https://www.hse.gov.uk/construction/healthrisks/hazardous-substances/cement.htm; https://www.haufe.de/arbeitsschutz/arbeitsschutz-office/umgang-mit-zement_idesk_PI957_HI2158564.html
(33) https://www.theguardian.com/cities/2019/feb/28/hard-living-what-does-concrete-do-to-our-bodies
(34) https://elcosh.org/document/1563/d000513/cement-hazards-and-controls-health-risks-and-precautions-in-using-portland-cement.html; https://www.theguardian.com/cities/2019/feb/28/hard-living-what-does-concrete-do-to-our-bodies
(35) https://www.sustain-consult.de/fileadmin/Redaktion/Docs/nachhaltigkeit-zement.pdf
(36) https://www.swr.de/report/gefaehrliche-schadstoffe-wie-umweltschaedlich-ist-muellverbrennung-in-zementwerken/-/id=233454/did=25309768/nid=233454/ozzant/index.html

Disclaimer

1. Die vorliegende Unterlage und die darin zusammengestellten Daten und Fakten sind ausschließlich für den Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e.V. (VfU) und seine Mitglieder bestimmt und dürfen nicht ohne Rücksprache mit dem VfU an Dritte weitergegeben werden.

2. Die Unterlage wurde vom VfU in Kooperation mit dem NKI – Institut für nachhaltige Kapitalanlagen, München, erstellt. Die Daten und Fakten wurden mit größter Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Das Institut weist dennoch darauf hin, dass sämtliche in dieser Unterlage dargestellten Informationen keinen Anspruch auf Vollständigkeit, Richtigkeit und Aktualität erheben. Jegliche Haftung im Zusammenhang mit der Nutzung dieser Unterlage, der darin enthaltenen Informationen und ihrer Nutzung ist ausgeschlossen.

3. Der VfU weist darauf hin, dass diese Unterlage, insbesondere die darin befindlichen Bilder, Texte, Grafiken, das Layout und das Logo des VfU dem Urheber- und Markenrecht unterliegen.