

DIE ZUKUNFT DES BAUENS

Betonstein für Flächenbefestigungen

Eigenschaften, Anwendungen und Lebenszyklus

AUSGABE OKTOBER 2026

Betonstein
NATÜRLICH, NUR BESSER.

Inhalt

Vorwort 04

Betonstein – ganzheitlich und über den Lebenszyklus betrachtet

Den Lebenszyklus in den Fokus nehmen 07

Verantwortungsvolle Anwendung von Betonwaren

Vergleichende Ökobilanz von Oberbaukonstruktionen 09

Vergleichende Ökobilanz von Terrassenaufbauten 12

Versickerungsfähige Befestigungen 16

Begrünbare Befestigungen 17

Helle Flächen können den Wärmeinseleffekt beeinflussen 18

Akustische Eigenschaften von Betonpflasterdecken 19

Produktspezifische Eigenschaften

Lebensdauer 20

Gestaltungsvielfalt 21

Belastbarkeit 25

Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen 26

Erhaltung 26

Wiederverwendung, Recycling 27



Nachhaltigkeitsaspekte der Fertigung von Betonwaren

Heimische Rohstoffe 29

Kurze Transportwege durch regionale Verfügbarkeit 29

Recycling-Gesteinskörnung 30

Recycling-Pflastersteine aus Beton 31

CO_2-effiziente Zemente 32

Klimaziele der Betonsteinbranche

Branchenreduktionspfad für Treibhausgasemissionen 34

Ziele und Maßnahmen der Betonsteinbranche 36



Bild: SLG

Andreas Schlemmer
Vorsitzender Betonverband Straße, Landschaft, Garten e. V.

Sehr geehrte Damen und Herren,

es ist mir eine besondere Freude, Ihnen unsere Informationsbroschüre zum Thema „Betonstein für Flächenbefestigungen – Eigenschaften, Anwendungen und Lebenszyklus“ vorzustellen.

Der Klimawandel und der verantwortungsvolle Umgang mit natürlichen Ressourcen gehören zu den zentralen Herausforderungen unserer Zeit. Daraus ergibt sich auch für die Baustoffbranche die Aufgabe, Herstellungsprozesse und Materialeinsatz fortlaufend zu überprüfen, Emissionen und Ressourcenverbrauch soweit möglich zu verringern sowie Möglichkeiten für die Wiederverwendung und Aufbereitung von Baustoffen und Bauprodukten zu nutzen.

Bei der Bewertung von Bauprodukten sollte der gesamte Lebenszyklus betrachtet werden. Neben den Treibhausgasemissionen bei der Herstellung können – abhängig von der jeweiligen Bauaufgabe – auch die technische Leistungsfähigkeit, die Dauerhaftigkeit, der Erhaltungsaufwand, die Wiederverwendbarkeit und die Recyclingmöglichkeiten von Bedeutung sein.

In dieser Broschüre geben wir Ihnen einen Überblick über die vielfältigen Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten von Pflastersteinen und Platten aus Beton.

Ich danke allen ganz herzlich, die an der Erarbeitung dieser Broschüre mitgewirkt haben.

Mit den besten Grüßen



Andreas Schlemmer



Bild: SLG

Reduktionspfad für Treibhausgas-emissionen bis 2045

Die Reduzierung von Treibhausgasemissionen und der verantwortungsvolle Umgang mit natürlichen Ressourcen sind zentrale Aufgaben für unsere Branche und das Bauwesen. Mit der vorliegenden Broschüre geben wir unter anderem einen Einblick in die im Betonverband SLG untersuchten Ansätze zur Verringerung von Emissionen bei der Herstellung von Betonsteinprodukten.

Wir sind überzeugt davon, dass Betonsteinprodukte eine zentrale Rolle in der Zukunft des Städtebaus sowie der Freiflächengestaltung spielen werden. Als verlässlicher Partner stehen wir Planern, Ausführenden und Bauherren gerne zur Seite, um Ihre Fragen zu beantworten und Sie mit unseren Produkten bei der Umsetzung von zukunftsfähigen Flächenbefestigungen zu unterstützen.

Betonstein –

ganzheitlich und über den Lebenszyklus betrachtet.

Die Bewertung eines Produktes als „nachhaltig“ darf nicht nur den CO_2-Ausstoß im Blick haben. Dies gilt umso mehr bei Bauprodukten, die ihren eigentlichen Zweck erst erfüllen, wenn sie Eingang in ein Bauwerk gefunden haben und dort möglichst lange ihren Dienst tun.



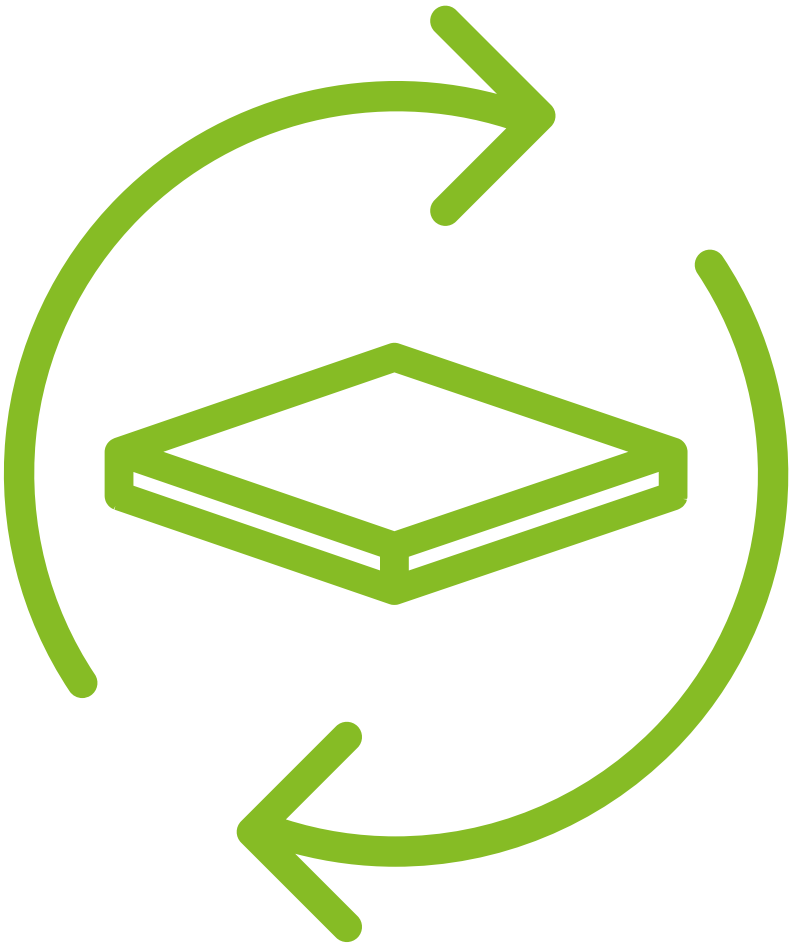
Bild: Montri – stock.adobe.com

Den Lebenszyklus in den Fokus nehmen

Ohne Zweifel ist es gut und richtig, wenn bei der Herstellung eines Bauproduktes möglichst wenig Treibhausgase entstehen. Der Blick im Kontext Nachhaltigkeit ist jedoch auf den gesamten Lebenszyklus des Produktes – nicht nur auf dessen Herstellung – und vor allem auf den gesamten Lebenszyklus des daraus hergestellten Bauwerks zu richten.

Ein Bauprodukt mit geringen Treibhausgasemissionen bei der Herstellung nützt wenig, wenn es falsch verwendet wird und es dadurch frühzeitig zu Schäden am Bauwerk oder am Bauprodukt selbst kommt.

Ebenso nützt eine Bauweise mit geringen Umweltwirkungen wenig, wenn Mängel in der Planung oder der Ausführung frühzeitig Schäden nach sich ziehen. Für die Nachhaltigkeitsbewertung von Pflastersteinen und Platten aus Beton bzw. für die daraus hergestellten Flächenbeläge sind also vielfältige Eigenschaften und Funktionen einzubeziehen.





Verantwortungsvolle Anwendung

von Betonwaren

Bereits seit 2009 führt der Betonverband SLG vergleichende Ökobilanzierungen von Straßenaufbauten nach anerkannten Normen durch. Für Flächenbefestigungen von Sammelstraßen, Fußgängerzonen und Gehwegen liegen entsprechende Untersuchungen vor. Im Jahr 2024 wurde die inzwischen dritte vergleichende Ökobilanzstudie durch die LifeCycle-Competence GmbH erstellt. Das zur wissenschaftlichen Absicherung der Ergebnisse erforderliche Critical Review wurde im Februar 2025 von der UGB PLAN Ingenieurgesellschaft mbH durchgeführt. Die im März 2025 veröffentlichte Studie bestätigt – ebenso wie bereits die Vorgängerstudien aus den Jahren 2009 und 2014 –, dass Bauweisen mit Belagselementen aus Beton im Hinblick auf die im öffentlichen Fokus stehenden Umweltwirkungen, insbesondere den CO_2-Ausstoß und den Energieeinsatz, sowie hinsichtlich des Ressourceneinsatzes gegenüber anderen Bauweisen und Belagsmaterialien als vorteilhaft einzustufen sind.

Bild: SLG

Vergleichende Ökobilanz von Oberbaukonstruktionen von Verkehrsflächen mit unterschiedlichen Deckschichten

Methodik der Ökobilanzstudie

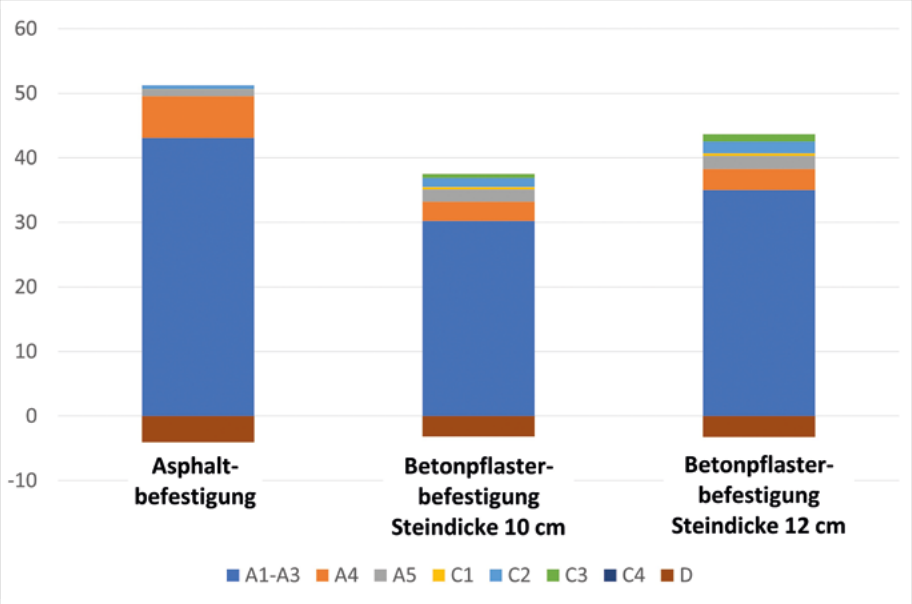
In der SLG-Ökobilanzstudie wurden Methodik und Rechenregeln entsprechend der DIN EN 15804 sowie der DIN EN ISO 14040 und der DIN EN ISO 14044 angewendet. Zur Ermittlung der Umweltindikatoren und des Ressourceneinsatzes der verschiedenen Straßenaufbauten wurden ausschließlich Datensätze aus der ÖKOBAUDAT bzw. aus öffentlich zugänglichen Umweltproduktdeklarationen (EPD) verwendet. Damit sind die Ökobilanzergebnisse, zu denen unter anderem der Primärenergieverbrauch (PENRT) sowie das globale Erwärmungspotenzial (GWP) – auch bekannt als Treibhauspotenzial – gehören, transparent und nachvollziehbar.



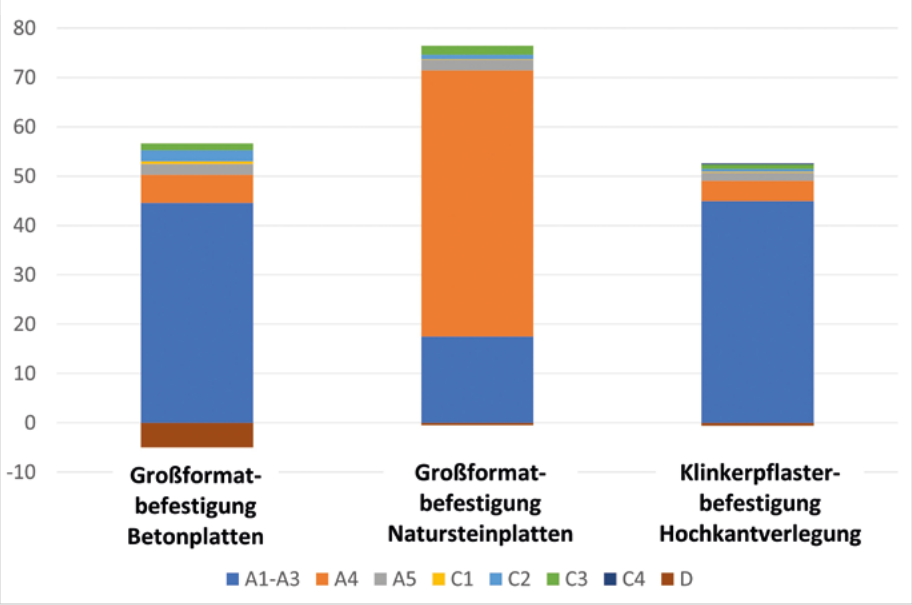
Bild: SLG

Für die Variante Sammelstraße wurden zwei unterschiedliche Betonpflasterbefestigungen sowie eine Asphaltbefestigung gegenübergestellt. Für die Variante Fußgängerzone wurden zwei Großformatbefestigungen (Beton- und Natursteinplatten) sowie eine Pflasterklinkerbefestigung in Hochkantverlegung gegenübergestellt. Für die Variante Gehweg wurden Pflasterbefestigungen mit Betonstein, Naturstein und Klinker sowie eine Asphaltbefestigung gegenübergestellt.

Treibhauspotenzial GWP in kg CO_2-Äquivalenten pro m² Sammelstraße



Treibhauspotenzial GWP in kg CO_2-Äquivalenten pro m² Fußgängerzone



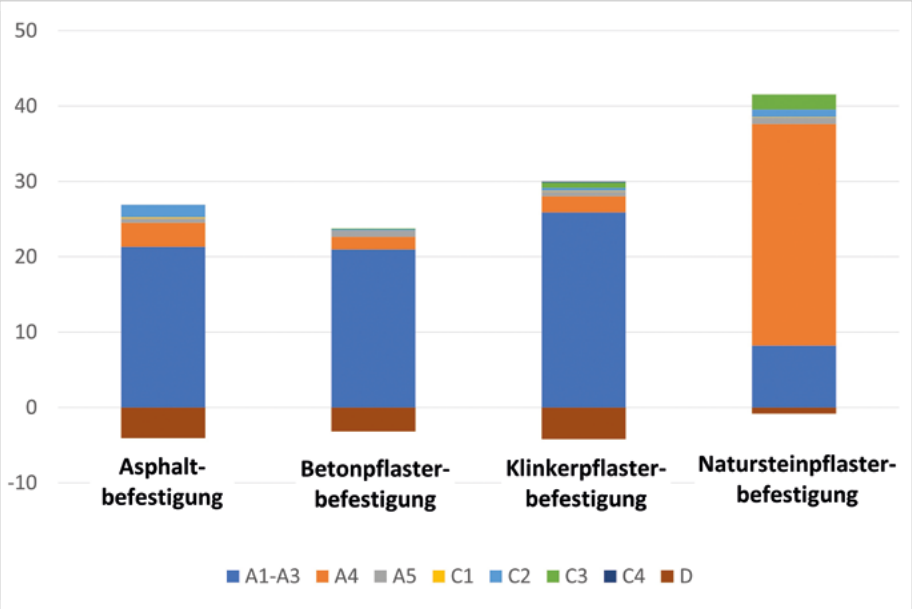
Die Ergebnisse

Für die Nutzungsphase von 30 Jahren wurde davon ausgegangen, dass alle betrachteten Befestigungen fachgerecht erstellt wurden und der gleichen Beanspruchung unterliegen. Ein Erhaltungsaufwand wurde nicht berücksichtigt.

Die hier und auf der Vorseite dargestellten Abbildungen sind ein Auszug aus dem umfangreichen Bericht der LifeCycle-Competence GmbH. Der Vergleich der untersuchten Oberbaukonstruktionen zeigt, dass aus ökobilanzieller Sicht mit Bauweisen unter Verwendung von Betonprodukten die günstigsten Ergebnisse hinsichtlich der untersuchten Umweltindikatoren nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf (PENRT) und Treibhauspotenzial (GWP) zu erzielen sind.

Hinweis: Die Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die im Rahmen der Studie untersuchten Straßenaufbauten, Datengrundlagen und Modellannahmen. Eine Übertragung auf andere Konstruktionen oder Anwendungsfälle ist nur eingeschränkt möglich.

Treibhauspotenzial GWP in kg CO_2-Äquivalenten pro m² Gehweg



Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf PENRT in MJ pro m² Gehweg

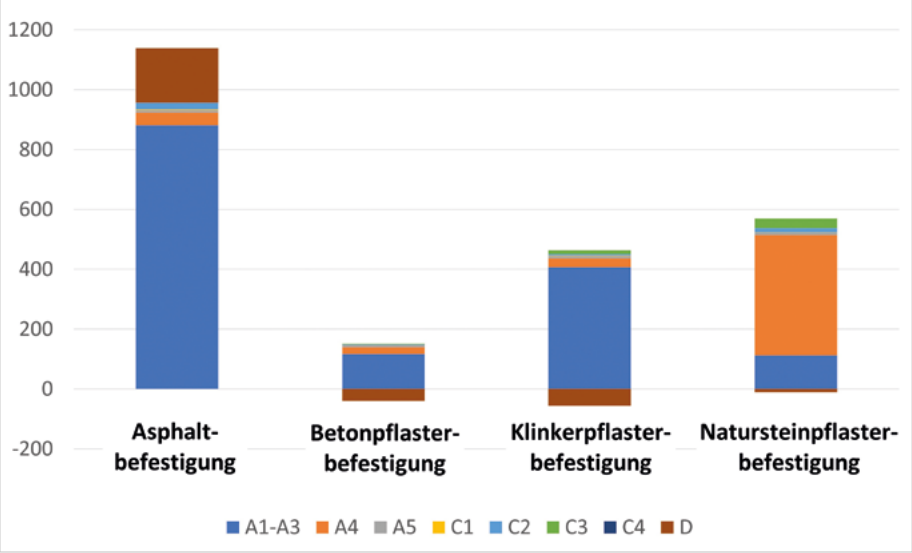




Bild: SLG

Vergleichende Ökobilanz von Terrassenaufbauten mit unterschiedlichen Deckschichten

Im Juli 2025 hat der Betonverband SLG eine weitere Ökobilanz-Studie veröffentlicht. Verglichen wurden Terrassenaufbauten mit unterschiedlichen Deckschichten. Die Studie wurde von der LifeCycle-Competence GmbH (LCC) nach den anerkannten Normen erstellt und die Belastbarkeit ihrer Ergebnisse im Rahmen des Critical Review von der UGB PLAN Ingenieurgesellschaft mbH bestätigt.

Als Referenzgröße für die Untersuchung dient eine Fläche von 17,5 m² über einen Nutzungszeitraum von 25 Jahren. Die Wahl von 17,5 m² für die Oberbaukonstruktion basiert auf dem Konstruktionsbeispiel im Anhang 2 der FLL-Empfehlung „Holz und Holzprodukte im GaLaBau“ Ausgabe 2019.

Diese Fläche entspricht einer gängigen Terrassengröße von Einfamilienhäusern oder kleineren Wohnungen. Um eine Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Oberflächenbeläge sicherzustellen, basieren alle einbezogenen Terrassenaufbauten auf den Anforderungen des technischen Regelwerks des Garten- und Landschaftsbaus, insbesondere der ZTV-Wegebau.

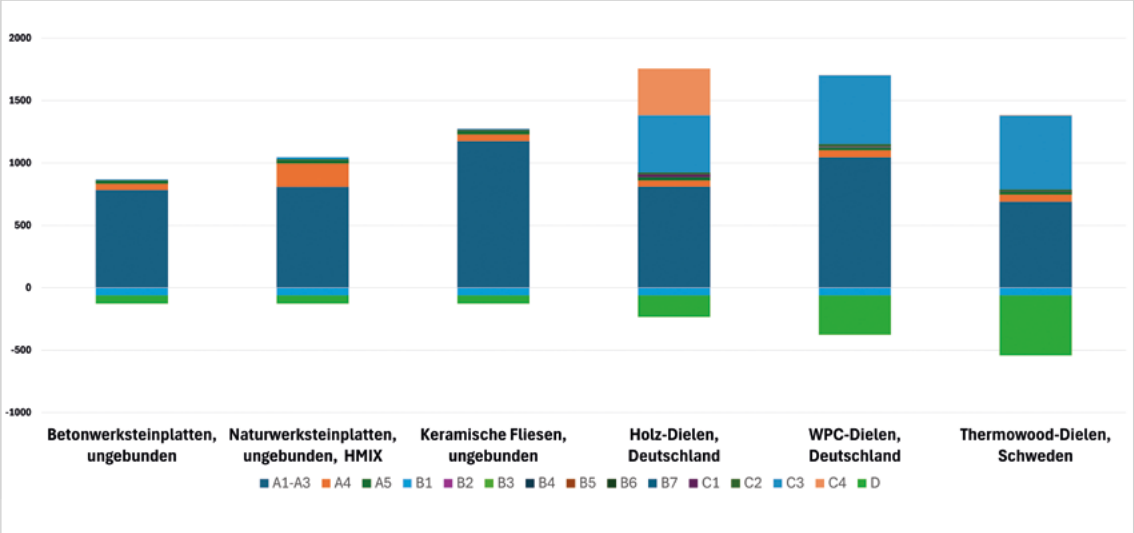
Die Untersuchung aus Juli 2025 zeigt, dass Bauweisen mit ungebunden verlegten Betonwerksteinplatten hinsichtlich der untersuchten Umweltindikatoren geringere Treibhausgasemissionen und einen geringeren Energieeinsatz aufweisen als die untersuchten Vergleichsbauweisen.

Methodik der Ökobilanzstudie

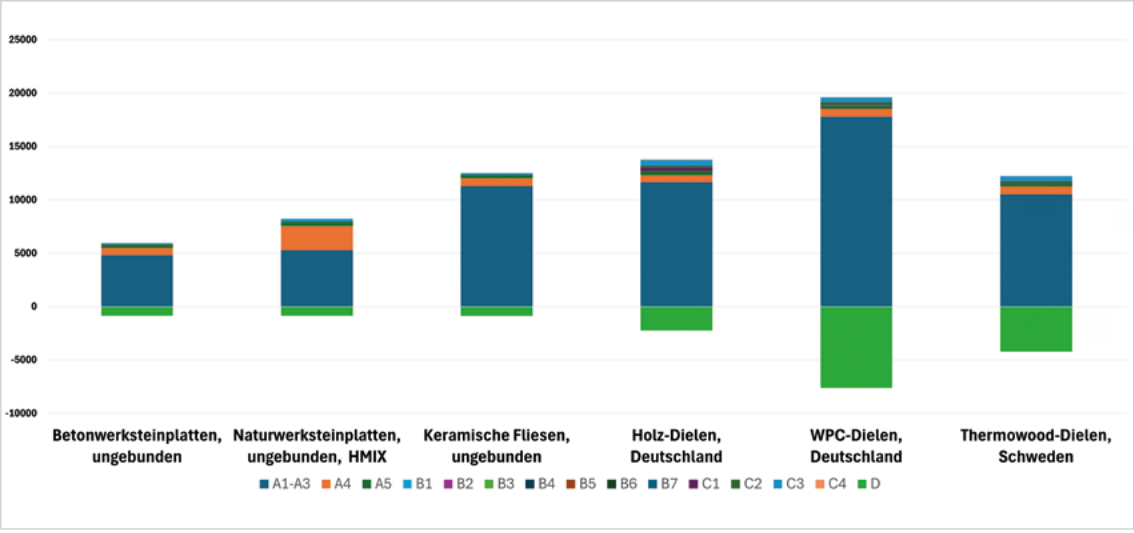
In der SLG-Ökobilanzstudie wurden Methodik und Rechenregeln entsprechend der DIN EN 15804 sowie der DIN EN ISO 14040 und der DIN EN ISO 14044 angewendet. Zur Ermittlung der Umweltindikatoren und des Ressourceneinsatzes der verschiedenen Terrassenaufbauten wurden ausschließlich Datensätze aus der ÖKOBAUDAT bzw. aus öffentlich zugänglichen Umweltproduktdeklarationen (EPD) verwendet. Damit sind die Ökobilanzergebnisse, zu denen unter anderem der Primärenergieverbrauch sowie das globale Erwärmungspotenzial (GWP) – auch bekannt als Treibhauspotenzial (CO_2-Ausstoß) – gehören, transparent und nachvollziehbar.

Für die Nutzungsphase von 25 Jahren wurde davon ausgegangen, dass alle betrachteten Befestigungen fachgerecht erstellt wurden und der gleichen Beanspruchung unterliegen. Ein Erhaltungsaufwand wurde nicht berücksichtigt.

Treibhauspotenzial GWP in kg CO_2-Äquivalent pro 17,5 m² Terrassenfläche



Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf PENRT in MJ pro 17,5 m² Terrassenfläche



Die Ergebnisse

Die Untersuchung der Umweltauswirkungen der miteinander verglichenen Terrassenaufbauten mit unterschiedlichen Belagsmaterialien über den gesamten Lebenszyklus hinweg (cradle-to-grave), ergibt für die Betonsteinvariante die besten ökobilanziellen Ergebnisse.

Zur Berechnung wurden für Betonwerksteinplatten, Naturwerksteinplatten und keramische Fliesen jeweils identische Abmessungen von 40 × 40 cm und eine Plattendicke von 30 mm zugrunde gelegt.

Hinweis: Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die in der Studie untersuchten Terrassenaufbauten, den definierten Nutzungszeitraum von 25 Jahren sowie die dort verwendeten Annahmen und Datengrundlagen.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Lebenszyklusbetrachtung zeigen, dass die untersuchten Terrassenkonstruktionen mit Betonsteinprodukten in ungebundener Bauweise insbesondere aufgrund der im Studienmodell berücksichtigten Wiederverwendungsoptionen im End-of-Life-Szenario die günstigsten Ergebnisse erzielen. Dadurch werden die Umweltwirkungen der Herstellungsphase im Rahmen der Gesamtbilanz teilweise ausgeglichen.

Die Naturstein- oder Holztransporte aus Übersee zeigen innerhalb der untersuchten Szenarien am Beispiel China für Natursteinprodukte und Skandinavien für Lärchenholz, dass diese Bezugsform ökobilanziell erheblich nachteilig ist. Die Ergebnisse sprechen dafür, regionale Beschaffungswege bei der Auswahl von Terrassenbelägen zu berücksichtigen. Dies gilt grundsätzlich, unabhängig vom verwendeten Baustoff.

Bei der Bewertung von Verbundwerkstoffen, insbesondere Wood-Plastic-Composites (WPC), stellt die Behandlung am Ende der Nutzungsphase einen wichtigen Bewertungsaspekt dar. Aufgrund der festen Verbindung von Holzfasern und Kunststoffen kann eine sortenreine Trennung erschwert sein. Je nach Produktaufbau und vorhandenen Verwertungswegen kann dies die Möglichkeiten eines werkstofflichen Recyclings einschränken. Diese Annahmen wurden im Rahmen der vorliegenden Ökobilanz entsprechend berücksichtigt.

Im April 2026 wurde ergänzend zur Studie ein technischer Nachtrag veröffentlicht. Dieser bildet eine Steinstärke von 40 mm ab, um die marktüblichen Stärken zu berücksichtigen. Die 30 mm der zuvor beschriebenen Studie beziehen sich auf die Mindestdicke der Belagselemente laut ZTV-Wegebau. Eine Berechnung mit 40 mm Steinstärke erfolgte auf Wunsch einiger SLG-Mitglieder. Die Plattendicke der übrigen Vergleichsmaterialien wurde in diesem technischen Nachtrag unverändert bei 30 mm belassen. Auch in der höheren Steinstärke erzielte die Betonwerksteinplatte die günstigsten ökobilanziellen Ergebnisse. Das Treibhauspotenzial (GWP), angegeben in kg CO_2-Äquivalent je 17,5 m² Terrassenfläche, beträgt bei der 40-mm-Variante 749,30 kg CO_2-Äquivalent.



Zusammenfassend ergeben sich in der „cradle-to-grave“-Betrachtung innerhalb der untersuchten Terrassenaufbauten für die Betonsteinvarianten günstige Ergebnisse bei den betrachteten Umweltindikatoren.

Bild: SLG

Versickerungsfähige Befestigungen



Bild: SLG

Versickerungsfähige Befestigungen mit Betonpflastersteinen gewinnen immer mehr an Bedeutung in der urbanen Planung und Gestaltung von Verkehrsflächen. Diese Bauweise ermöglicht eine effiziente Regenwasserbewirtschaftung und trägt zur Reduzierung von Versiegelungseffekten bei.

Betonpflastersteine zeichnen sich durch ihre hohe Tragfähigkeit und Langlebigkeit aus, was sie zu einer idealen Wahl für Flächenbefestigungen macht. Durch ihre spezielle Fugen- oder Gefügestruktur ermöglichen Betonpflastersteine eine Versickerung des Regenwassers in den Boden. Die hohe Durchlässigkeit der Gesamtkonstruktion aus Pflasterdecke und Tragschichten leistet einen Beitrag, um den natürlichen Wasserkreislauf aufrechtzuerhalten und Überflutungen zu verhindern.

Die versickerungsfähigen Betonpflasterbefestigungen können je nach Standort, Bauweise und Bemessung zahlreiche wichtige Funktionen erfüllen. Sie verringern den Oberflächenabfluss und entlasten damit die Kanalisation bei Starkregen, speichern und verdunsten Regenwasser, tragen zur Grundwasserneubildung bei und können – je nach System – Schadstoffe zurückhalten. Über diese Aspekte hinaus sind versickerungsfähige Betonpflasterbefestigungen auch ökonomisch sinnvoll. Gebühren für den Niederschlagswasseranteil können – abhängig von der jeweiligen kommunalen Satzung – reduziert werden oder entfallen.

Ein weiterer Pluspunkt versickerungsfähiger Bauweisen mit Betonpflastersteinen ist ihre Vielseitigkeit in der Gestaltung. Ob Parkplätze, Innenhöfe oder Industrie- und Gewerbeflächen – die Einsatzmöglichkeiten sind breit gefächert. Durch die Auswahl verschiedener Pflastersteintypen, Farben und Verlegemuster lassen sich ästhetisch ansprechende Gestaltungen realisieren, die gleichzeitig die Anforderungen an die Regenwasserbewirtschaftung und Flächennutzung berücksichtigen.

Die Planung versickerungsfähiger Flächenbefestigungen erfordert eine sorgfältige Analyse der örtlichen Gegebenheiten, darunter zum Beispiel Bodenbeschaffenheit, Niederschlagsmuster und ökologische Aspekte. Für eine optimale Symbiose aus Gestaltung, Flächennutzung und Versickerung müssen die richtigen Materialien und Bauweisen gewählt werden.

Insgesamt bieten versickerungsfähige Bauweisen mit Betonpflastersteinen eine moderne Antwort auf die Herausforderungen im Umgang mit Regenwasser. Die Bauweise kann dazu beitragen, Niederschlagswasser dezentral zu bewirtschaften und versickerungsfähige Freiflächen in Städten und Gemeinden zu schaffen. Bei der Umsetzung solcher Bauprojekte ist die Zusammenarbeit zwischen Baustoffindustrie, Fachplanern, ausführenden Unternehmen und Behörden entscheidend, um eine fachgerechte Umsetzung der entwässerungstechnischen und gestalterischen Anforderungen sicherzustellen.

Begrünbare Befestigungen

Begrünbare Betonpflasterdecken können insbesondere in innerstädtischen Bereichen zur Regenwasserbewirtschaftung sowie zur Begrünung befestigter Flächen beitragen. Sie kombinieren den Komfort und die Funktion konventioneller Betonpflasterdecken mit den Funktionen begrünter Flächen, beispielsweise hinsichtlich Verdunstung und Regenwasserrückhalt.

Der begrünbare Anteil des Belages beträgt je nach System etwa 30 bis 50 Prozent. Damit kann Niederschlagswasser gespeichert und durch Verdunstung wieder an die Umgebung abgegeben werden und so zur Verbesserung des Mikroklimas beitragen. Dies ist ein großer Vorteil insbesondere für Städte und Ballungsräume in den Sommermonaten, da es zur Minderung lokaler Wärmeinseleffekte beitragen kann.

Ein weiterer Vorteil von begrünten Betonpflasterdecken ist, dass sie die Fließgeschwindigkeit des Niederschlagswassers reduzieren können, sodass das Wasser der Kanalisation verzögert zugeführt wird. Dadurch können gefährliche Abflussspitzen bei Starkregenereignissen reduziert werden.

Für diese besondere Bauweise werden zahlreiche, unterschiedliche Pflastersteinsysteme angeboten. Begrünt wird vielfach das zusammenhängende Fugensystem des Pflasters. Andere Systeme weisen durchgehende Löcher oder Kammern auf, welche eine Begrünung erlauben. Begrünbare Betonpflasterdecken eignen sich insbesondere für Flächen des ruhenden Verkehrs. Es sollte beachtet werden, dass der Gehkomfort auf derartigen Flächen eingeschränkt sein kann.

Bild: SLG



Helle Flächen können den Wärmeinseleffekt beeinflussen

Der Wärmeinseleffekt beschreibt den Umstand, dass sich dicht bebaute städtische Bereiche insbesondere an warmen, sonnigen Tagen stärker aufheizen und sich nachts teilweise langsamer abkühlen als weniger bebaute Bereiche. Dazu tragen verschiedene Faktoren bei, unter anderem die Bebauungsstruktur, der Anteil versiegelter Flächen, die vorhandene Vegetation, die Verschattung, die Luftzirkulation sowie die thermischen Eigenschaften der eingesetzten Materialien.

Auch die Farbe und die Oberflächenbeschaffenheit befestigter Flächen können die Aufnahme und Abgabe solarer Strahlung beeinflussen. Helle Oberflächen reflektieren unter vergleichbaren Bedingungen in der Regel einen größeren Anteil der einfallenden Sonnenstrahlung als dunkle Oberflächen. Dadurch kann sich ihre Oberfläche weniger stark aufheizen.

Zur Beschreibung der solaren und thermischen Eigenschaften einer Oberfläche kann unter anderem der Solar Reflectance Index (SRI) herangezogen werden. Der SRI berücksichtigt sowohl den solaren Reflexionsgrad als auch den thermischen Emissionsgrad einer Oberfläche. Der Begriff Albedo bezeichnet demgegenüber ausschließlich den Anteil der eingestrahlten Sonnenenergie, der von einer Oberfläche reflektiert wird.

Für verschiedene Betonsteinproben stehen im Rahmen des SLG-Berichts „Bestimmung des Solar Reflectance Index von verschiedenen Betonsteinproben“ aus dem Jahr 2014 Messwerte hinsichtlich des SRI-Wertes zur Verfügung. SRI-Werte können bei der Planung innerstädtischer Freiflächen als ein Auswahlkriterium berücksichtigt werden. Dabei sollten auch funktionale Anforderungen wie Nutzungssicherheit, Blendwirkung, Barrierearmut, Dauerhaftigkeit, Pflege und Gestaltung einbezogen werden.



Bild: SLG

Akustische Eigenschaften von Betonpflasterdecken

Bisher gibt es bei Bürgern und kommunalen Vertretern leider immer noch Vorbehalte gegen Pflasterdecken für Fahrbahnen von Innerortsstraßen, mit der Begründung, Pflaster wäre lauter als zum Beispiel ein Asphaltbelag. Moderne Betonpflastersteinsysteme stehen jedoch keineswegs im Widerspruch zu den Forderungen nach einer „leisen Fahrbahn“. Dies konnte durch umfangreiche Untersuchungen in den Jahren 2012 bis 2015 nachgewiesen werden. In der Folge wurde das Technische Regelwerk des Straßenbaus entsprechend ergänzt.

Eine Pflasterdecke gilt sinngemäß als lärmarm, wenn sie im Hinblick auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch derart konzipiert ist, dass für sie ein so genannter Straßendeckschichtkorrekturwert von 0 Dezibel nachgewiesen werden kann. Damit entfällt für ein derartiges Pflaster der Malus von bis zu 3 Dezibel, der bisher nach den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-19), zum Beispiel für Pflaster mit ebener Oberfläche, angesetzt werden musste. Mit einer lärmarmen Pflasterdecke aus Betonsteinen kann somit eine signifikante Minderung der Lärmeinwirkungen erreicht und ein bedeutender Beitrag zum Schutz der Anwohner vor Straßenlärm geleistet werden.

Hierbei ist es besonders wichtig, die Anzahl der Fugen in der Pflasterdecke zu reduzieren, die Fugenbreite zwischen den Pflastersteinen zu begrenzen und die Pflastersteine so anzuordnen, dass die Fugen nicht quer, sondern diagonal überfahren werden (s. M LP, Merkblatt für lärmarme Pflasterbauweisen). Insofern spielen die Steinabmessungen, die Ausbildung der Steinkanten und das Verlegemuster bei der Konzeption einer lärmarmen Pflasterdecke eine bedeutende Rolle.

Ein vermeintlicher Nachteil wird zum Vorteil

Der Anteil an Elektroautos auf unseren Straßen wird in den nächsten Jahren weiter ansteigen. Elektroautos haben mit Blick auf die Verkehrssicherheit prinzipiell den Nachteil, dass ihr Fahrgeräusch sehr leise ist, da von ihnen kein Motorgeräusch ausgeht. Da bei geringen Geschwindigkeiten bis etwa 20 bis 30 km/h auch das Rollgeräusch sehr gering ist, birgt ein langsam fahrendes Elektroauto grundsätzlich eine Gefahr für Fußgänger. Dies hat bereits dazu geführt, dass gemäß einer EU-Verordnung ab dem 1. Juli 2021 in allen neuen Hybridelektro- und reinen Elektrofahrzeugen ein akustisches Fahrzeug-Warnsystem (AVAS – Acoustic Vehicle Alerting Systems) eingebaut sein muss.

Ein gegenüber fugenlosen Fahrbahndecken über viele Jahrzehnte vorgebrachter Nachteil des Betonpflasters wird somit nun zu dessen Vorteil. Durch die Variationsmöglichkeiten bei den Pflastersteinabmessungen, der Kantenausbildung, der Fugenbreite und der Oberflächentextur kann die Fahrbahndecke aus Betonpflaster hinsichtlich der Rollgeräuschintensität gezielt beeinflusst werden. Dadurch kann zusätzlich zum oben genannten akustischen Fahrzeug-Warnsystem die Lautheit herannahender Elektrofahrzeuge sozusagen erhöht und die Sicherheit für Fußgänger verbessert werden.



Durch die Variationsmöglichkeiten bei den Pflastersteinabmessungen, der Kantenausbildung, der Fugenbreite und der Oberflächentextur kann die Fahrbahndecke aus Betonpflaster hinsichtlich der Rollgeräuschintensität gezielt beeinflusst werden.

Lebensdauer



Bild: chloeguedy – stock.adobe.com

Beton wird aus Zement, Wasser, Sand und Kies oder Splitt hergestellt und ist sehr dauerhaft. Wie beständig dieser Baustoff sein kann, zeigen die gut erhaltenen Bauwerke aus der Zeit des Römischen Reiches. Die Aquädukte sowie die Kuppel des Pantheons in Rom beispielsweise, wurden seinerzeit aus dem so genannten römischen Beton oder Kalkbeton hergestellt, der aus einer Mischung aus gebranntem Kalk, Wasser, Sand, Ziegelmehl und Vulkanasche bestand und dem heutigen Beton bereits sehr ähnlich war. Der Begriff „Beton“ wird erst seit dem 18. Jahrhundert verwendet und ist aus dem altfranzösischen Wort „betun“ abgeleitet.

Mehr Infos unter:

betonstein.org

Pflastersteine und Platten aus Beton haben ebenfalls eine sehr lange Lebensdauer, die mit etwa 30 bis 50 Jahren angenommen werden kann (Quelle: Umwelt-Produktdeklaration Betonpflasterstein grau mit Vorsatz, Betonverband Straße, Landschaft, Garten e. V., Ausgabe 07/2021). Dabei ist das Ende dieses Zeitraums nicht in jedem Fall mit einer Zerstörung oder Unbrauchbarkeit der Pflastersteine und Platten gleichzusetzen, sondern rührt oftmals daher, dass die einst mit diesen Produkten befestigten Verkehrsflächen aus den unterschiedlichsten Gründen oder Motiven heraus erneuert, umgebaut oder zurückgebaut werden.

Danach kann unter Umständen sogar ein neuer Lebensabschnitt für die Pflastersteine und Platten aus Beton an einem anderen Ort beginnen und deren Lebensdauer weiter verlängern. Falls dies nicht erfolgt, können die Betonprodukte dann zu wertvoller Recycling-Gesteinskörnung verarbeitet werden und im Materialkreislauf erhalten bleiben.

Gestaltungsvielfalt

Pflastersteine und Platten aus Beton bieten eine reichhaltige und anspruchsvolle Auswahl an Gestaltungsmöglichkeiten. Die Vielzahl an Produktvarianten bezüglich Formen, Abmessungen, Farben, Oberflächentexturen, Kantenausbildungen und Oberflächenschutzsystemen ermöglicht es Planern, nahezu alle Optionen für eine ästhetische und funktionale Flächengestaltung zu nutzen.

Formen und Abmessungen

Die beliebteste Form für Pflastersteine und Platten aus Beton in Deutschland ist ohne Zweifel das schlichte Rechteck- oder Quadratformat. Bereits seit mehr als 20 Jahren geht der Trend stark zu großformatigen Elementen sowohl im öffentlichen Verkehrsraum als auch im privaten Wohnumfeld. Ein jüngerer, erst seit einigen Jahren zu verzeichnender Trend – insbesondere unter privaten Bauherren – ist der Flächenbelag mit so genannten Riegelformaten, das heißt, mit vergleichsweise schlanken Formaten.

Pflastersteine weisen im Allgemeinen eine Kantenlänge zwischen 10 cm und 40 cm auf. Platten, Großformate und Riegelformate können nach DIN EN 1339 eine Kantenlänge bis zu 1 Meter aufweisen.

Neben den schlichten Rechteck- und Quadratformaten gibt es bei den Pflastersteinen die klassischen Verbundsteinformate, die nach horizontal und vertikal wirkendem Verbund unterschieden werden. Daneben wird seit vielen Jahren eine weitere Möglichkeit praktiziert, um eine erhöhte Verbundwirkung zwischen Pflastersteinen zu erzielen, ohne dabei von der beliebten Rechteck- oder Quadratform Abstand nehmen zu müssen: Die Fertigung von Pflastersteinen mit werksseitig angeformten Profilen, die im verlegten Zustand derart ineinandergreifen, dass sich mit Hilfe des Fugenmaterials eine gut verzahnende Wirkung in der Pflasterdecke ergibt.



Bild: SLG

Oberflächenschutzsysteme

Pflastersteine und Platten aus Beton können mit einem werkseitig aufgebrachten Oberflächenschutzsystem auf ihrer Oberseite versehen werden. Man unterscheidet in der Betonsteinindustrie zwischen Hydrophobierung, Imprägnierung und Beschichtung. Die vielen, mit einem Oberflächenschutzsystem verbundenen Vorteile haben den Anteil derartig behandelter Pflastersteine und Platten aus Beton in den letzten Jahren – insbesondere im privaten Wohnumfeld – kontinuierlich ansteigen lassen.

Je nach Art des eingesetzten Oberflächenschutzsystems wird das Betonprodukt bzw. dessen Oberfläche wasserabweisend hergestellt, eine Reduzierung der Oberflächenporosität erreicht oder eine geschlossene Schutzschicht auf der Betonoberfläche aufgebracht. Dadurch kann zum Beispiel die Farbwirkung der Produkte verstärkt werden, und der Beton nimmt an der Oberfläche weniger Wasser auf. Das Risiko von Farbveränderungen durch die klassischen Ausblühungen wird durch ein Oberflächenschutzsystem im Allgemeinen gemindert. Zu den Vorteilen eines Oberflächenschutzsystems gehören außerdem die geringere Verschmutzungsneigung sowie eine Verbesserung der Reinigungsfähigkeit der Beläge, beispielsweise gegenüber Ölen, Fetten und Säften. Das äußere Erscheinungsbild einer beschichteten Oberfläche wird im Unterschied zu einer unbeschichteten Oberfläche deutlich beeinflusst.

Bearbeitete Oberflächen

Oberflächenbearbeitungen werden werkseitig über mechanische Prozesse, entweder im noch frischen Zustand, das heißt, unmittelbar nach dem Ausformen der Produkte, oder im erhärteten Zustand durchgeführt. Die Bearbeitungsarten sind ausgesprochen vielfältig. Die Norm DIN 18500-1 für Betonwerkstein zählt rd. 30 werksteinmäßige Bearbeitungsarten auf. Die für Pflastersteine und Platten am häufigsten angewendeten Arten sind Feinwaschen, Feststoff- oder Wasserstrahlen, Schleifen, Polieren, Stocken und Altern oder Trommeln, letzteres regional auch als Kollern oder Rumpeln bezeichnet.

Unbearbeitete Oberflächen

Selbst eine Produktoberfläche, die nicht werksteinmäßig bearbeitet wird, kann vielfältig gestaltet werden. So ist es zum Beispiel möglich, die Rauheit einer Oberfläche durch die für den Vorsatzbeton verwendeten Gesteinskörnungen zu variieren. Dadurch können auch hoch abriebfeste Vorsatzschichten durch die Verwendung besonders harter Gesteinskörnungen erreicht werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Oberseite der Pflastersteine und Platten mit Hilfe einer reliefartig ausgebildeten Stempelplatte zu prägen. Mit dieser Methode werden zum Beispiel die oberseitigen Strukturen taktiler Bodenindikatoren hergestellt. Es können aber auch Holzmaserungen oder natursteinähnliche Strukturen, wie Schieferstruktur, an der Produktoberseite abgebildet werden. Hierbei kommen insbesondere selbstverdichtende Betone zum Einsatz, die ein sehr dichtes Gefüge aufweisen und an der Oberfläche so gut wie keine Poren hinterlassen.

Eine Sonderform des Waschbetons ist der so genannte Fotobeton. Bei dieser Technik werden die bildgebenden Grauabstufungen aufgrund der unterschiedlichen Auswaschtiefen an der Betonoberfläche erzeugt.



Bild: SLG

Sichtbare Kanten

Die im verlegten Zustand sichtbaren Kanten von Pflastersteinen und Platten aus Beton können je nach Gestaltungs- und Anwendungszweck unterschiedlich ausgebildet werden.

Neben ungefasten (scharfkantigen) und minimal gefasten Kanten sind auch stärker gefaste oder gerundete Kanten erhältlich. Die Kanten können auch unregelmäßig geformt, gerundet oder gebrochen ausgeführt werden. Somit stellt auch die Optik des Fugenbildes einen Parameter für die Flächengestaltung dar.

Mit der Kantenausbildung der Pflastersteine und Platten lassen sich auch die Nutzungseigenschaften der betreffenden Fläche beeinflussen. Beläge mit scharfkantigen Produkten können zum Beispiel einen besseren Geh- und Fahrkomfort als Produkte mit einer gefasten oder gerundeten Kante bieten. Zudem können sie zur Reduktion des Rollgeräuschs von Fahrzeugen beitragen.

Farben

Neben ungefärbten, zementfarbenen Produkten werden heute flächendeckend eingefärbte Pflastersteine und Platten aus Beton angeboten. Einschichtige Produkte, wie zum Beispiel gekollerte Pflastersteine, werden durchgefärbt, während bei zweischichtigen Produkten aus wirtschaftlichen Gründen nur die Vorsatzschicht eingefärbt wird. Das Einfärben erfolgt durch Zugabe von Pigmenten zum Frischbeton. Durch die Verwendung einer gleichfarbigen Natursteinkörnung kann die gewählte Farbe unterstützt werden. Es werden farbstabile Pigmente, zum Beispiel natürliche Eisenoxidpigmente, zum Einfärben von Pflastersteinen und Platten aus Beton verwendet. Die gebräuchlichsten Farben sind Anthrazit, Rot, Braun und Gelb in unterschiedlicher Ausprägung von hell bis dunkel. Aber auch andere Farben, wie Grün oder Blau, sind möglich, werden jedoch aus Kostengründen weniger häufig nachgefragt. Sehr beliebt sind seit vielen Jahren farblich nuancierte Produkte, die mit Hilfe spezieller Fertigungsmethoden und unter Verwendung mehrerer unterschiedlicher Pigmente erzielt werden. Auch die Zementart (Grau- oder Weißzement) spielt bei der Farbgebung des Betonprodukts eine große Rolle, wobei es zudem bei den Grauzementen je nach den verwendeten Ausgangsstoffen unterschiedliche Grautöne gibt.

Bei normgerechter Herstellung beeinträchtigt das Einfärben die technologischen Eigenschaften wie Festigkeit oder Frost-Tausalz-Widerstand nicht; die Anforderungen nach DIN EN 1338 bzw. 1339 werden unverändert erfüllt.

Bild: SLG



Belastbarkeit



Bild: SLG

Pflastersteine und Platten aus Beton werden in modernen Produktionsanlagen in geschlossenen Hallen, weitgehend witterungsunabhängig und mit hoher, gleichbleibender Qualität hergestellt. Sie stehen somit als Baustoff praktisch das ganze Jahr über zur Verfügung. Beim Herstellungsprozess wird die Zusammensetzung des Frischbetons mittels Automation genau dosiert und überwacht. Die hohe Eigenfestigkeit der Betonsteinprodukte wird durch die Frischbetonrezeptur und den maschinellen Fertigungsprozess, bei dem das Zusammenwirken von sehr hohem Druck und Vibration zu einer intensiven Verdichtung des Betons führt, erreicht.

Die Anforderungen an Pflastersteine und Platten aus Beton sind in den harmonisierten europäischen Normen DIN EN 1338 bzw. DIN EN 1339 beschrieben. Pflastersteine und Platten aus Beton werden daher mit der CE-Kennzeichnung in den Markt gebracht.

Neben einer hohen Belastbarkeit weisen die Betonsteinprodukte weitere Vorteile auf:

- maßgenau und formbeständig
- unempfindlich gegenüber hohen Temperaturen
- widerstandsfähig gegen Abrieb
- widerstandsfähig gegen Frost- und Frost-Tausalz-Beanspruchung
- lange Lebensdauer

Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen

Bei Herstellung nach den geltenden Normen und fachgerechter Verwendung gelten Betonpflastersteine hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Nutzer sowie Boden und Grundwasser als unbedenklich. Bei der Bearbeitung von Betonsteinprodukten, zum Beispiel durch Sägen, Flexen oder Schleifen auf Baustellen oder in Betonwerken, kann Staub entstehen. Der Schutz der Beschäftigten vor Staub unterliegt grundsätzlich dem Arbeitsschutz. Hierfür gilt in Deutschland der Allgemeine Staubgrenzwert (ASGW) nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS). Wird dieser eingehalten, sind die Beschäftigten wirksam vor den Gefahren durch Staub geschützt. Dies gilt auch im Falle des Rückbaus und der Aufbereitung von Betonbauteilen zum Zwecke der Wiederverwendung oder des Recyclings. Kann der Allgemeine Staubgrenzwert (ASGW) nicht eingehalten werden, sind Schutzmaßnahmen erforderlich. Dies können technische oder organisatorische Maßnahmen oder auch die Anordnung von Atemschutzmasken sein.

Erhaltung

Nach der Bauausführung und der Bauabnahme erfolgt die Übergabe der Verkehrsfläche an den Bauherrn. Damit beginnt die Nutzungsphase der Verkehrsfläche.

Verkehrsflächenbefestigungen mit einer Pflasterdecke oder einem Plattenbelag mit Betonsteinprodukten haben bei fachgerechter Ausführung eine lange Nutzungsdauer und einen geringen Erhaltungsaufwand. Dies gilt besonders für die überwiegend ungebundene Ausführung des Belags. Voraussetzung dafür ist eine fachgerechte Planung und Ausführung, wobei es insbesondere auf die Tragschichten und die Fugenfüllung ankommt.

Der Erhaltungsaufwand beschränkt sich in ungebundener Bauweise im Wesentlichen auf eine regelmäßige Kontrolle der Fläche sowie auf ein Beobachten des Zustandes der Fugenfüllung. Sind Fugen ganz oder teilweise entleert, sollte fehlendes Fugenmaterial unverzüglich nachgefüllt werden. Sollten sich Verformungen, zum Beispiel durch ein Nachgeben der Tragschicht, einstellen, können diese mit relativ geringem Aufwand behoben werden. Hierzu wird der Belag aufgenommen und die Tragschicht nachgearbeitet. Im Anschluss werden die von anhaftendem Bettungs- und Fugenmaterial gereinigten Pflastersteine oder Platten wieder neu verlegt. Ein besonderer Vorteil der ungebundenen Bauweise ist dabei, dass derartige Reparaturstellen optisch nicht auffallen.



Bild: SLG

Wiederverwendung, Recycling

Pflasterdecken und Plattenbeläge, die in ungebundener Bauweise hergestellt wurden, können vergleichsweise einfach zurückgebaut werden. Ist eine Wiederverwendung der Pflastersteine und Platten vorgesehen, sollte der Ausbau sorgfältig erfolgen, um möglichst wenige Belagselemente zu beschädigen. Dies erfordert nach dem Ausbau in der Regel keine aufwändige Aufbereitung. Es reicht meist aus, wenn sie von anhaftendem Bettungs- und Fugenmaterial gesäubert werden. Sie können dann an einem beliebigen Ort und zu einem beliebigen Zeitpunkt wieder eingebaut werden. Sollten gebrauchte und ungebrauchte Produkte gleicher Art bzw. gleicher Sorte nebeneinander eingebaut werden, ist im Rahmen der Flächengestaltung zu beachten, dass sich diese optisch deutlich voneinander unterscheiden können.

Ist keine Wiederverwendung der ungebunden verlegten Pflastersteine und Platten vorgesehen oder werden gebundene Pflasterdecken und Plattenbeläge rückgebaut, wird üblicherweise mit schwerem Gerät, zum Beispiel Schaufellader, ausgebaut. Dabei wird in der Regel ein Großteil der Produkte beschädigt, was aber in Kauf genommen werden kann, da die Produkte einer stofflichen Verwertung zugeführt werden können. Die ausgebauten Betonsteinprodukte werden dann in einer Recyclinganlage (Brechanlage) zu Recycling-Gesteinskörnung verarbeitet, die für die Herstellung neuer Betonsteinprodukte eingesetzt werden können.





Verkehrsflächenbefestigungen mit einer Pflasterdecke oder einem Plattenbelag mit Betonsteinprodukten haben bei fachgerechter Ausführung eine lange Nutzungsdauer und einen geringen Erhaltungsaufwand.



Nachhaltigkeitsaspekte bei der Fertigung

von Betonwaren

Die Betonsteinindustrie entwickelt ihre Herstellungsprozesse kontinuierlich weiter. Dazu gehören unter anderem der Einsatz regional verfügbarer Rohstoffe, die Nutzung von Recyclingmaterialien – soweit technisch und produktspezifisch möglich –, die Optimierung des Energieeinsatzes, die Verwendung von alternativen Bindemitteln sowie die Aufbereitung geeigneter Produktionsreste zur weiteren Verwendung im Herstellungsprozess.

Ausschussware oder Fehlproduktionen zum Beispiel werden zu Recycling-Gesteinskörnung aufbereitet und dem Fertigungsprozess wieder zugeführt. Das gilt auch für Stoffe, wie Restbeton, Restwasser, Schleifstaub, Schleif- und Schneidschlämme, die nicht entsorgt, sondern aufbereitet und wiederverwendet werden und somit im Kreislauf verbleiben.

Bild: romannoru - stock.adobe.com

Heimische Rohstoffe

Gesteinskörnungen werden in Deutschland nach Genehmigungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung und Öffentlichkeitsbeteiligung gewonnen. Herkunft und Abbaubedingungen sind dadurch nachvollziehbar.

Dem eigentlichen Genehmigungsverfahren sind weiterhin langjährige Prüfungen der Raumverträglichkeit im Rahmen der Landes- und Regionalplanung vorgeschaltet. Ein großer Vorteil bei der Herstellung von Betonsteinprodukten aus heimischen Rohstoffen liegt in der Transparenz hinsichtlich Herkunft und Gewinnung der Rohstoffe sowie der Sicherheit, dass die mit dem Eingriff verbundenen Auswirkungen entsprechend den rechtlichen Vorgaben kompensiert bzw. ausgeglichen werden. Die Gewinnung der Rohstoffe erfolgt bedarfsgerecht ohne Überproduktionen. Dadurch können unnötige Materialüberschüsse vermieden werden.

Kurze Transportwege durch regionale Verfügbarkeit

Heimisch verfügbare Rohstoffe können dazu beitragen, Transportentfernungen zu begrenzen und damit transportbedingte Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Die Steine- und Erden-Industrie, zu der die Betonsteinindustrie gehört, ist dabei hierzulande im Vergleich zu anderen Branchen sehr gut aufgestellt. Den mengenmäßig größten Teil im Beton nehmen die Gesteinskörnungen, wie Sand, Kies und gebrochener Naturstein (Splitt, Schotter), ein. Ihr CO_2-Fußabdruck wird unter anderem von der Transportentfernung bestimmt. Nach einer Erhebung des Bundesverbandes Baustoffe – Steine und Erden unter seinen Mitgliedern werden in Deutschland Bausande und -kiese im Durchschnitt nur rd. 30 Kilometer mit dem Lkw transportiert. Der Transportanteil der Lkw liegt bei 82 Prozent. 18 Prozent teilen sich Bahn und Schiff.

Auch der Transport von Zement und Hüttensand, die heute wichtigsten Bindemittel für die Betonsteinherstellung, erfolgt überwiegend auf regionaler Ebene. Nach der oben genannten Erhebung werden Zement und Hüttensand in Deutschland im Durchschnitt jeweils rd. 100 Kilometer per Lkw transportiert. Zement wird dabei zu 96 Prozent und Hüttensand zu 70 Prozent mit dem Lkw transportiert. Von der Betonsteinindustrie werden somit überwiegend regional verfügbare Rohstoffe genutzt.

Recycling-Gesteinskörnung



Bild: SLG

Recycling-Gesteinskörnung aus Betonbruch hat sich als grobe Körnung in Beton oder als ungebundene Schüttung im Straßenbau bewährt und ersetzt dort Primärrohstoffe. Im Jahr 2022 lag die Verwertungsquote für Bauschutt (inkl. Betonbruch) laut dem Monitoring-Bericht der Initiative Kreislaufwirtschaft Bau bei knapp 96 Prozent.

Um den Stoffkreislauf besser zu steuern und zu schließen, bedarf es jedoch unter anderem gesetzlicher Regelungen und einer vergaberechtlichen Akzeptanz. Diese sollten den Einsatz von Recycling-Gesteinskörnung fördern und Anreize dafür schaffen, den internen Stoffkreislauf zu optimieren. Ebenso bedarf es einer deutlichen Vereinfachung bei der Genehmigung von Aufbereitungsanlagen.

Durch Recycling-Gesteinskörnung können erhebliche Mengen mineralischer Rohstoffe eingespart werden. Somit stellt das Material eine ökologisch wertvolle Alternative zu natürlichen Rohstoffen dar. Im Hinblick auf die Reduzierung schädlicher Umweltwirkungen ist der Einsatz von Recycling-Gesteinskörnung umso bedeutsamer, je kürzer zum Beispiel ihre Transportwege sind.

Recycling-Pflaster-steine aus Beton

Bereits in den 1990er-Jahren wurden Betonsteinprodukte für die Flächenbefestigung unter Zugabe von aufbereitetem Betonbruch erfolgreich hergestellt und vertrieben. Heute verfügt die überwiegende Anzahl der Betonsteinwerke über geschlossene Stoffkreisläufe, sodass im Zuge der Qualitätskontrolle aussortierte Betonwaren und Fehlchargen zu Recycling-Gesteinskörnung verarbeitet und dem Produktionsprozess direkt wieder zugeführt werden. Da diese Mengen vergleichsweise gering sind, werden zum Teil auch schon ausgediente Betonwaren zurückgenommen und dann aufbereitet. Betonbruch besteht aus reinen Betonabfällen, die keine weiteren Bauabfälle enthalten und somit nur aus den mineralischen Stoffen bestehen. Recycling-Gesteinskörnung aus Betonbruch ist daher für die Herstellung neuer Betonsteinprodukte, wie zum Beispiel Pflastersteine, geeignet.

Ein moderner Recycling-Pflasterstein aus Beton besteht heute aus rund 30 bis 40 Prozent Recycling-Gesteinskörnung, es konnten aber auch vereinzelt schon Recyclinganteile von bis zu 70 Prozent realisiert werden. Die Zugabemenge variiert hierbei von Hersteller zu Hersteller und von Produkt zu Produkt.

Die technische und optische Qualität von Recycling-Pflastersteinen aus Beton bietet den gewohnt hohen Standard genormter Betonpflastersteine. Das Angebot der Hersteller ist mittlerweile sehr vielfältig. Recycling-Pflastersteine aus Beton werden in einer großen Farb- und Materialkombinationen sowie mit besonderen Oberflächenstrukturen angeboten. Für jeden Bedarf und jede Anwendung – sowohl im öffentlichen als auch im privaten Bereich – steht das geeignete Produkt zur Verfügung.

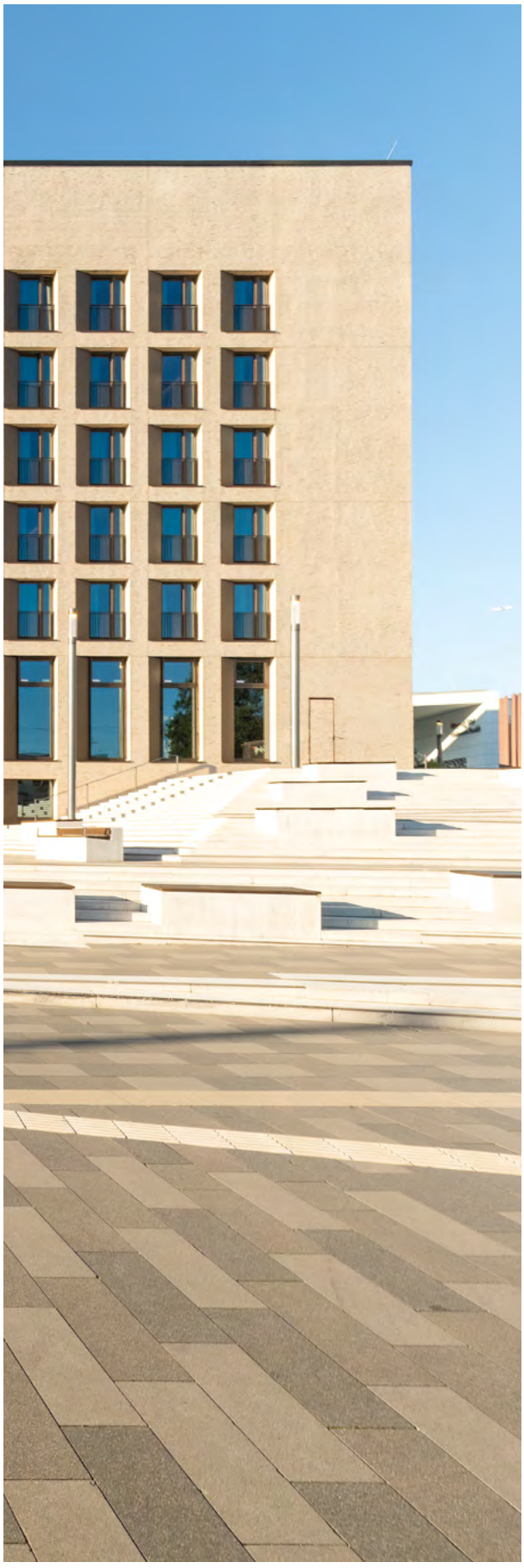


Bild: SLG



CO_2-effiziente Zemente

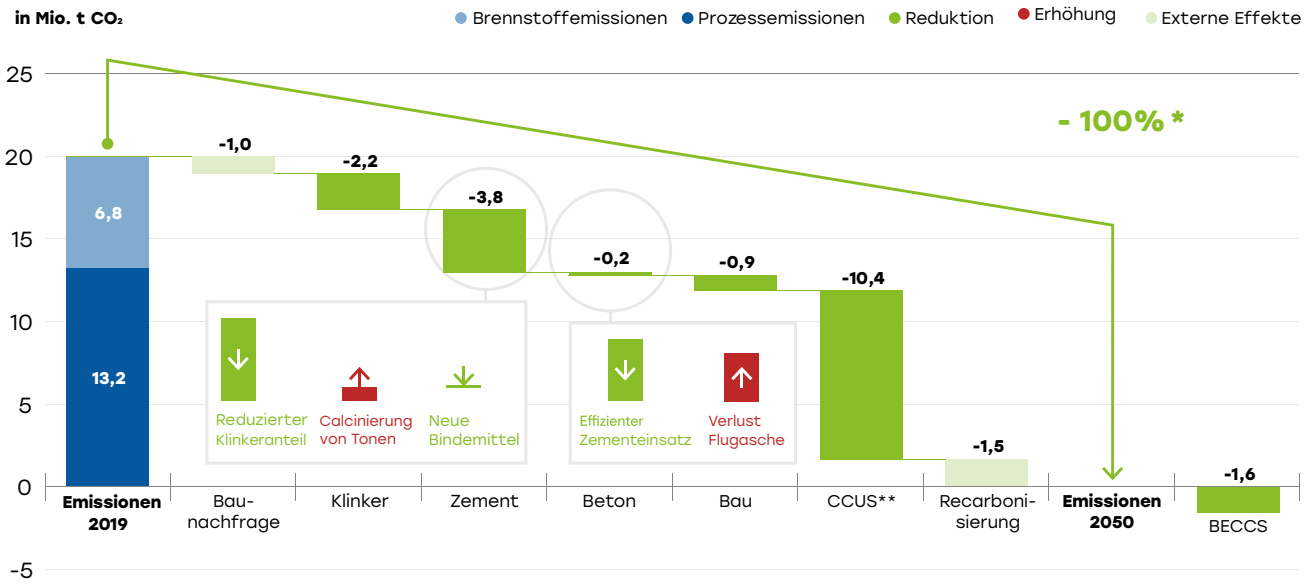
In Deutschland wurden in den letzten Jahren deutliche Fortschritte bei der Entwicklung und Einführung CO_2-reduzierter Zemente erzielt. Bei der Herstellung von Zement bzw. seinem Vorprodukt Zementklinker werden große Mengen CO_2 freigesetzt. Rund zwei Drittel davon entfallen auf rohstoffbedingte Prozessemissionen aus der Entsäuerung des Kalksteins und rund ein Drittel auf energiebedingte CO_2-Emissionen aus dem Einsatz der Brennstoffe. Seit 1990 ist es den Zementherstellern in Deutschland durch die Integration emissionsärmerer Herstellungsverfahren gelungen, die CO_2-Emissionen in einer Größenordnung von 20 bis 25 Prozent zu reduzieren (Quellen: VDZ,GNR, Deutsche Emissionshandelsstelle). Weitere Meilensteine innerhalb dieser Entwicklung sind die verstärkte Forschung und Innovation im Bereich der CO_2-armen Zemente sowie auch die Abscheidung von CO_2 im Zementwerk und dessen anschließende Nutzung bzw. Speicherung, dem so genannten Carbon Capture and Utilisation/ Storage (CCUS).

Diese innovativen Ansätze tragen nicht nur zur Verringerung der CO_2-Emissionen bei, sondern fördern auch die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Zementindustrie auf dem internationalen Markt. Ein vielversprechender Aspekt ist die steigende Akzeptanz und Nachfrage nach Zementen mit reduziertem Klinkeranteil. Neuerdings sind diese Zementsorten in den Normen DIN EN 197-5 und DIN EN 197-6 geregelt und zeichnen sich durch einen reduzierten CO_2-Fußabdruck während der Herstellung aus. Die ambitionierten Ziele und Strategien zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen hat die Zementindustrie in ihrer Studie **„Dekarbonisierung von Zement und Beton – Minderungspfade und Handlungsstrategien“** aus dem Jahr 2020 dargelegt. Die positiven Entwicklungen der letzten Jahre, gepaart mit dem klaren Engagement für die Dekarbonisierung, schaffen innerhalb der Branche eine optimistische Grundstimmung, das EU-Ziel der Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen.



Bild: SLG

Szenario Klimaneutralität – CO_2-Minderung bis 2050



* Davon ca. 88 % Minderung durch Maßnahmen der Wertschöpfungskette. Die verbleibenden Emissionen werden durch den erwarteten Rückgang der Baunachfrage sowie den Beitrag der Recarbonatisierung reduziert.

** CCUS: Carbon-Capture-Technologien mit dem Ziel der Vermeidung von CO_2-Emissionen in die Atmosphäre durch CO_2-Speicherung (CCS) und geeignete Verfahren zur CO_2-Nutzung (CCU).

Szenario Klimaneutralität Zement und Beton – CO_2-Minderung bis 2050, Quelle: VDZ

Branchenreduktionspfad für Treibhausgasemissionen

CO_2-Fußabdruck eines Unternehmens – Emissionen, die im Rahmen der definierten organisatorischen Systemgrenzen anfallen

Greenhouse Gas Protocol unterscheidet folgende Emissionsquellen („Scopes“)

Scope 1	Scope 2	Scope 3
Direkte Emissionen aus **Verbrennung fossiler Brenn- und Kraftstoffe** in eigenen Anlagen	Indirekte Emissionen aus dem **Energiebezug**: Erzeugung von Strom, Fernwärme, Dampf, Kälte	Sonstige indirekte Emissionen wie Vorketten der Energiebereitstellung; Dienstreisen, Nutzung eingekaufter Materialien/Dienstleistungen

Obligatorisch zu berechnen und auszuweisen

Empfohlen für relevante Quellen



Bild: SLG



STATEMENT

Ulrich Melzer
ehemaliger Leiter des SLG-Arbeitsausschusses Nachhaltigkeit

Mit Themen wie Energieeinsparung und Ressourceneffizienz beschäftigen wir uns bereits seit vielen Jahren. Nach den im Rahmen unserer Branchenarbeiten ausgewerteten Daten haben energieeffizientere Anlagentechnik, digitalisierte Produktionsprozesse und Rezepturoptimierungen – unter anderem durch den Einsatz von Zementen mit reduziertem Klinkeranteil – in den vergangenen Jahren zur Verringerung der Treibhausgasemissionen in der Betonsteinbranche beigetragen. Die Höhe der möglichen Emissionsminderungen hängt dabei von den jeweiligen Produktionsbedingungen, Produkten, Datenständen und Systemgrenzen ab.

Angesichts der Klimaziele des European Green Deal und des Ziels der Bundesrepublik Deutschland, bis zum Jahr 2045 Treibhausgasneutralität zu erreichen, wird die weitere Entwicklung unserer Branche in den kommenden Jahren maßgeblich beeinflusst. Auf europäischer Ebene besteht unter anderem das Ziel, die Netto-Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 um mindestens 55 Prozent zu senken.

Vor diesem Hintergrund haben wir als Verband im September 2021 den Arbeitsausschuss Nachhaltigkeit gegründet. Dieser beauftragte im März 2022 die FutureCamp Climate GmbH aus München mit dem Projekt „Wege zur klimaneutralen Betonsteinherstellung“. Der Begriff „klimaneutral“ ist dabei Bestandteil des Projekttitels und beschreibt keine bereits bestehende Eigenschaft der Betonsteinprodukte oder der Mitgliedsunternehmen.

Im Mittelpunkt des Projekts stand die Entwicklung zweier branchenspezifischer Vermeidungskostenrechner mit den Bezeichnungen „Pflastersteinfertiger“ und „Plattenfertiger“. Diese stehen den Mitgliedsunternehmen als Instrument zur Bewertung möglicher Maßnahmen zur Verringerung von Treibhausgasemissionen zur Verfügung.

Auf Basis individueller Emissionseingaben können mit den Rechnern modellierte Company Carbon Footprints innerhalb der jeweils festgelegten organisatorischen Systemgrenzen berechnet werden. Darüber hinaus sind verschiedene Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen hinterlegt. Dazu gehören auch die jeweils zugrunde gelegten Kostenannahmen.

Die Vermeidungskostenrechner dienen den Mitgliedsunternehmen als Entscheidungshilfe bei der Bewertung möglicher Maßnahmen und zukünftiger Investitionen zur Emissionsminderung. Die Ergebnisse hängen von den eingegebenen Daten, den zugrunde gelegten Annahmen und den definierten Systemgrenzen ab. Sie ersetzen keine unabhängige Prüfung oder Zertifizierung und stellen keine Feststellung der Klimaneutralität einzelner Unternehmen oder Produkte dar.

Ziele und Maßnahmen der Betonsteinbranche

Zunächst wurden unter Einbezug der im Greenhouse Gas Protocol (GHG-Protokoll) definierten drei unterschiedlichen Emissionsbereiche (siehe Tabelle unten) sämtliche relevante Emissionsquellen entlang der Wertschöpfungskette innerhalb der Betonsteinbranche ermittelt. Damit wurden die CO_2-Ausgangsbilanzen der beiden Musterbetriebe „Pflastersteinfertiger“ und „Plattenfertiger“ auf Basis verifizierter Umweltproduktdeklarationen für das Bezugsjahr 2020 errechnet. Im Anschluss wurden für alle drei Scopes Reduktionsmaßnahmen definiert.

Aufbauend auf diesem Projekt wurde ein Benchmark für einen Zielpfad zur Reduktion der Treibhausgasemissionen der Betonsteinbranche entwickelt. Dieser orientiert sich an den geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen und berücksichtigt zusätzlich die Anforderungen der Science Based Targets initiative (SBTi). Grundlage sind wissenschaftlich anerkannte Methoden und Erkenntnisse zur Emissionsminderung.

Auf Basis der durchschnittlichen, auf eine Tonne Beton bezogenen Emissionen von Platten und Pflastersteinen und deren Gesamtproduktionsmengen gemäß den offiziellen Marktdaten des Statistischen Bundesamtes ergibt sich für die deutsche Betonsteinbranche für das Jahr 2020 eine Gesamtemission von 2,285 Mio. Tonnen CO_2e pro Jahr (siehe Tabelle), die damit die Grundlage für den Benchmark-Reduktionspfad bildet und als Orientierungsmaßstab für die Branche dient.

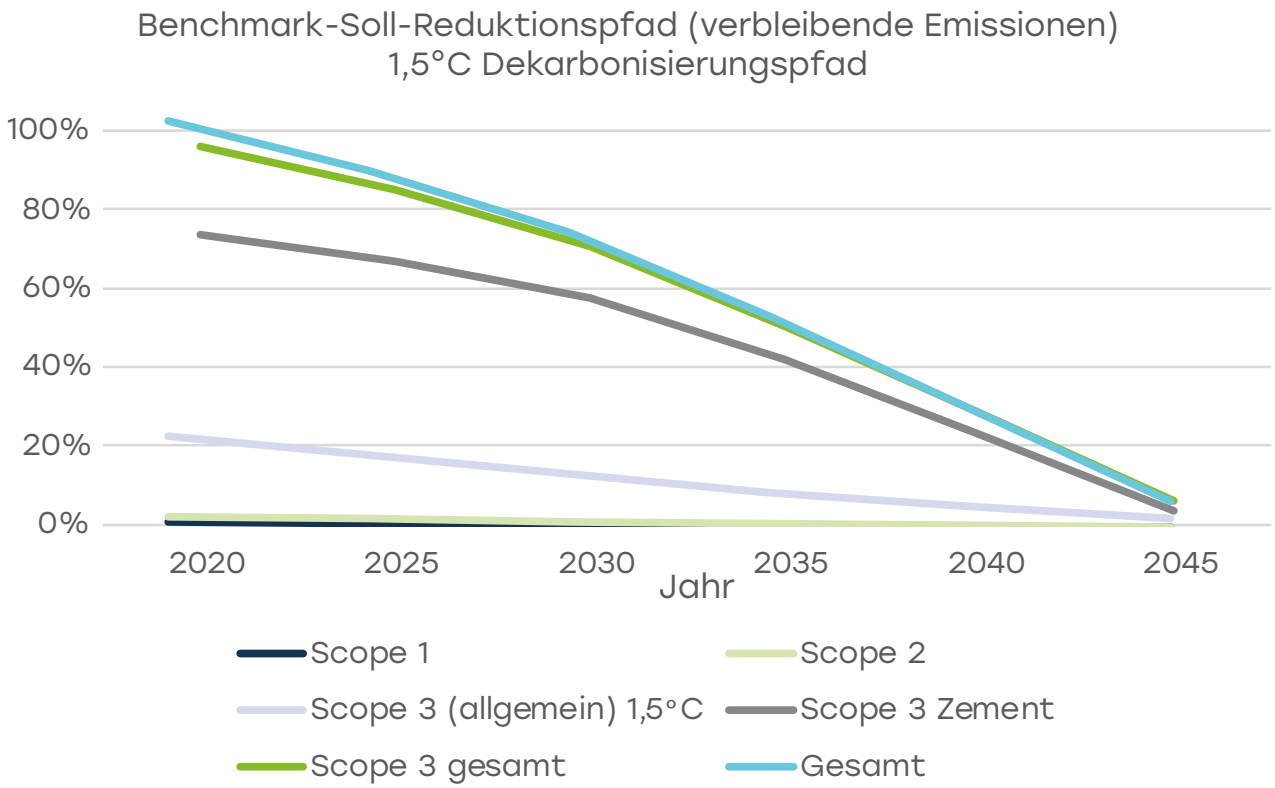
Basiswerte Platten- und Pflastersteinfertiger

	Durchschnittswert CO_2e/t Produkt (aus dem Vorprojekt)	Gesamtproduktionsvolumen 2020 in Mio. t	Emissionen in Mio. t CO_2e für 2020
Pflastersteine	0,1091	18,36	2,003
Platten	0,1525	1,85	0,282
			2,285

Quelle: Statistisches Bundesamt und Geres, R., Gollinger, M. & Lausen, J. (2023): Wege zur klimaneutralen Betonsteinherstellung, Herausgeber: Betonverband SLG e.V. Bonn.



Der nachfolgend dargestellte Benchmark-Reduktionspfad folgt in allen wesentlichen Emissionsquellen der wissenschaftsbasierten 1,5°C-Zielsetzung und orientiert sich am Ziel Deutschlands, bis 2045 Treibhausgasneutralität zu erreichen.



Grafische Darstellung des Soll-Reduktionspfades für die Betonsteinbranche (Quelle: Geres, R., Gollinger, M. & Lausen, J. (2023): Benchmark zur CO_2-Einsparung. Herausgeber: Betonverband SLG e. V., Bonn)

Bild: SLG



Wie die Startbilanzen der beiden Musterbetriebe aus dem Vorprojekt bereits gezeigt haben, macht der Anteil der indirekten Scope 3-Emissionen aus Gewinnung und Herstellung der eingesetzten Rohstoffe annähernd 96 Prozent der CO_2-Gesamtemissionen aus. Von diesen sind rund 75 Prozent auf den eingesetzten Zement zurückzuführen.

Obwohl die Scope 1- und 2-Emissionen nur einen Anteil von rund 4 Prozent an den CO_2-Gesamtemissionen ausmachen, wurden diese von den Betonsteinherstellern unmittelbar beeinflussbaren Emissionsquellen bei der Identifikation von konkreten branchenspezifischen Reduktionsmaßnahmen ebenfalls verstärkt einbezogen (siehe Abbildung rechts).

Die identifizierten Maßnahmen ermöglichen insbesondere bei den unmittelbar durch die Unternehmen beeinflussbaren Scope 1- und Scope 2-Emissionen deutliche Emissionsminderungen bis 2030. Nach heutigem Kenntnisstand setzt das Ziel einer weitgehenden Treibhausgasneutralität bis 2045 jedoch auch erhebliche Emissionsminderungen in den vorgelagerten Wertschöpfungsstufen voraus. Dazu zählen insbesondere Fortschritte bei der Herstellung von Zement, der Einsatz emissionsärmerer Bindemittel sowie Technologien zur Abscheidung und Speicherung von CO_2 (Carbon Capture and Storage, CCS). Unternehmen der Betonsteinbranche werden ihre bisherigen Maßnahmen daher weiterentwickeln und durch neue technische Lösungen ergänzen müssen. Einen Orientierungsrahmen hierfür bietet die Roadmap des Vereins Deutscher Zementwerke* (VDZ).

* Verein Deutscher Zementwerke, VDZ, (2020): Dekarbonisierung von Zement und Beton – Minderungspfade und Handlungsstrategien. Düsseldorf.

Maßnahme 1 (Scope 1 oder Scope 2)
Verminderung oder Vermeidung von Brennstoffeinsatz für die Härtekammern
Maßnahme 2 (Scope 1)
Umstellung von Dieselstaplern auf Elektroantrieb
Maßnahme 3 (Scope 1)
Ersatz von Dieselstaplern durch effizientere Modelle
Maßnahme 4 (Scope 2)
Ökostrom-Bezug durch z. B. Power Purchase Agreements (PPAs) oder Herkunftsnachweise (HKNs)
Maßnahme 5 (Scope 2)
Produktion von eigenem regenerativen Strom – speziell Photovoltaik
Maßnahme 6 (Scope 1)
Generelle Energieeinsparmaßnahmen ohne Einfluss auf die Härtekammern, z. B.: • Energieeffizienzmaßnahmen • Modernisierung und Neuanschaffung von Produktionsanlagen • Effizienzsteigerung energieintensiver Druckluft- und Hydrauliktechnik • Abwärmenutzung und Energierückgewinnung
Maßnahme 7 (Scope 3)
Rezepturänderung – Veränderung des Materialeinsatzes
Maßnahme 8 (Scope 3)
Rezepturänderung – Einsatz von Zementarten mit geringeren Emissionsfaktoren (über allgemeine Marktentwicklung hinausgehend)
Maßnahme 9 (Scope 3)
Rezepturänderung – Einsatz von Recyclingmaterial

Empfohlene branchenspezifische Reduktionsmaßnahmen (Quelle: Geres, R., Gollinger, M. & Lausen, J. (2023): Wege zur klimaneutralen Betonsteinherstellung. Herausgeber: Betonverband SLG e. V., Bonn)



Bild: SLG



Herausgeber:
Betonverband Straße, Landschaft, Garten e. V. (SLG)

Betonstein
NATÜRLICH. NUR BESSER.

SLG Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V.