

DIE ZUKUNFT DES BAUENS

# Betonstein

für nachhaltige Flächenbefestigungen



**Betonstein**  
NATÜRLICH, NUR BESSER.

# Inhalt

**Vorwort** \_\_\_\_\_ 04

**Nachhaltigkeit – ganzheitlich über den Lebenszyklus betrachtet** \_\_\_\_\_ 06

**Nachhaltige Anwendung von Betonstein**

Die beste Ökobilanz liefern Bauweisen mit Betonbauteilen \_\_\_\_\_ 10

Versickerungsfähige Befestigungen \_\_\_\_\_ 12

Begrünbare Befestigungen \_\_\_\_\_ 13

Helle Flächen gegen den Wärmeinseleffekt \_\_\_\_\_ 14

Geringe Rollgeräuschemission \_\_\_\_\_ 15

**Nachhaltige Produkteigenschaften**

Lebensdauer \_\_\_\_\_ 16

Gestaltungsvielfalt \_\_\_\_\_ 17

Belastbarkeit \_\_\_\_\_ 21

Umweltverträglichkeit \_\_\_\_\_ 22

Erhaltung \_\_\_\_\_ 22

Wiederverwendung, Recycling \_\_\_\_\_ 23



## Nachhaltige Fertigung von Betonstein

Heimische Rohstoffe	25
Kurze Transportwege durch regionale Verfügbarkeit	25
Recycling-Gesteinskörnung	26
Recycling-Pflastersteine aus Beton	27
CO <sub>2</sub> -effiziente Zemente	28

## Wege zur klimaneutralen Betonsteinherstellung

Wege zur klimaneutralen Betonsteinherstellung	30
Ziele und Maßnahmen der Betonsteinbranche	32

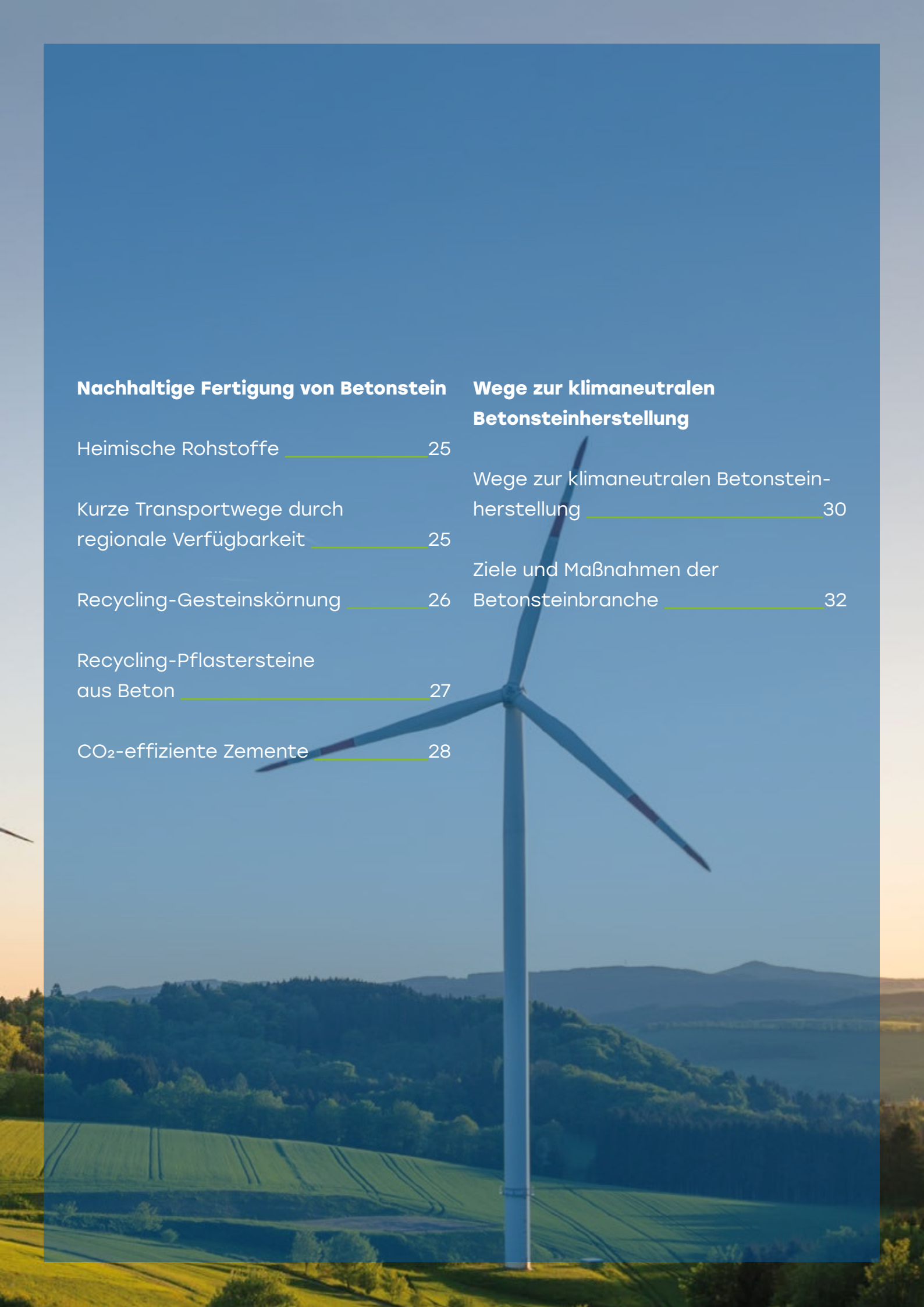




Bild: SLG

**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 nachhaltige Flächenbefestigungen“ vorstellen zu dürfen.

Der Klimawandel und der Umgang mit den knapper werdenden Ressourcen gehören zu den größten Herausforderungen in unserer Gesellschaft. Unsere Generation ist die erste, die die Folgen des Klimawandels zu spüren bekommt. Gleichzeitig sind wir aber auch die letzte Generation, die den Wandel des Klimas noch auf ein beherrschbares Maß begrenzen kann. Insofern tragen wir alle eine große Verantwortung, der sich auch unsere Branche, die Produzenten von Betonsteinprodukten, gestellt hat.

So gilt es zum Beispiel, den Energie- und Rohstoffverbrauch weiter zu senken, die Ressourcen bewusster zu nutzen sowie Baustoffe und Bauprodukte zu recyceln oder einfach wiederzuverwenden. Dabei halten wir es für sehr wichtig, das Thema Nachhaltigkeit nicht auf die Diskussion über den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren, sondern die Leistungsfähigkeit und den Lebenszyklus der Produkte und der daraus hergestellten Bauwerke in ihrer Gesamtheit zu betrachten.

In dieser Broschüre möchten wir Ihnen wertvolle Einblicke und eine Inspiration in Bezug auf nachhaltige Betonprodukte geben. Wir informieren Sie über die gesamte Vielfalt der Vorzüge von Pflastersteinen und Platten aus Beton sowie über ihre Anwendungen. Sie gehören in Deutschland mit ihren herausragenden technischen und gestalterischen Möglichkeiten zu den beliebtesten Bauteilen für Flächenbefestigungen im kommunalen Bereich und privaten Wohnumfeld.

Darüber hinaus stellen wir Ihnen unsere Ziele und Maßnahmen für eine klimaneutrale Betonsteinherstellung bis zum Jahr 2045 vor.

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

Mit den besten Grüßen

# Klimaneutral bis 2045

Die Themen und die Formulierung des Klimaziels, die in unserer Informationsbroschüre behandelt werden, sind von großer Bedeutung für unsere Branche, das Bauen und die Umwelt. Wir sind fest davon überzeugt, dass nachhaltige Betonsteinprodukte eine zentrale Rolle in der Zukunft des Städtebaus sowie der Freiflächengestaltung spielen werden. Als verlässlicher Partner auf dem Weg in eine nachhaltige Zukunft, stehen wir Planern, Ausführenden und Bauherren gerne zur Seite, um Ihre Fragen zu beantworten und Sie mit unseren Produkten bei der Umsetzung nachhaltiger Flächenbefestigungen zu unterstützen.



# Nachhaltigkeit –

ganzheitlich über den Lebenszyklus betrachtet

Die Bewertung eines Produktes als „nachhaltig“ darf nicht nur den CO<sub>2</sub>-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.

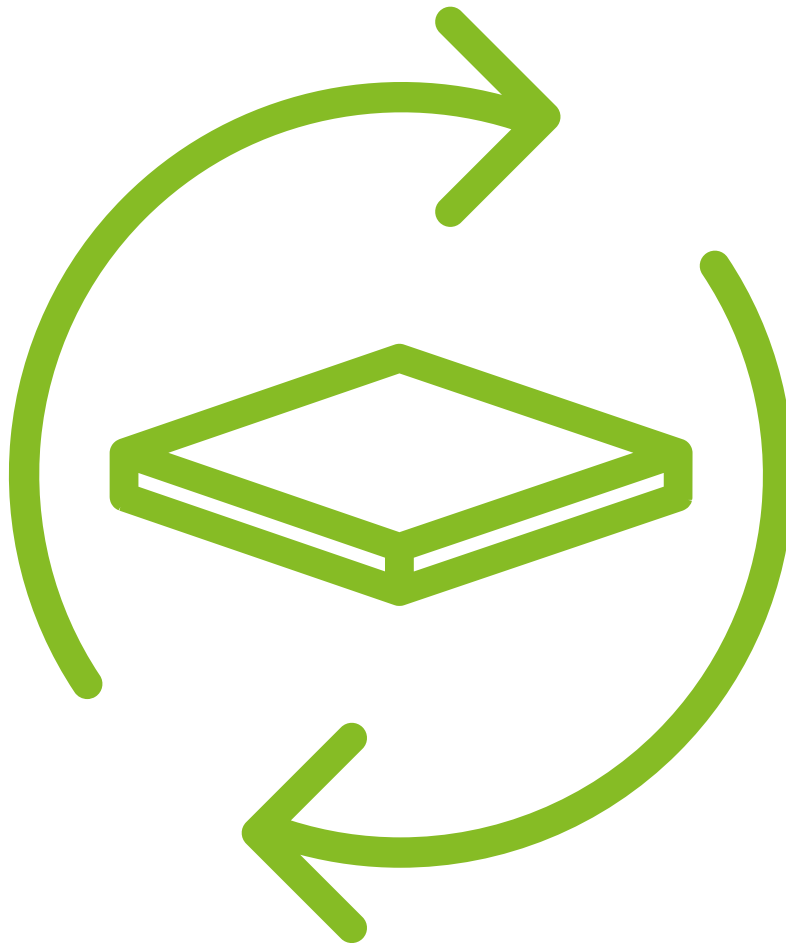


## Den Lebenszyklus in den Fokus nehmen

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 und nicht nur auf dessen Herstellung zu richten.

Vor allem die Dauerhaftigkeit des daraus hergestellten Bauwerks ist zu betrachten. Ein Bauprodukt mit einem besonders geringen CO<sub>2</sub>-Ausstoß nützt wenig, wenn es falsch verwendet wird und

es dadurch frühzeitig zu Schäden am Bauwerk oder am Bauprodukt selbst kommt. Ebenso nützt eine ökologisch besonders schonende Bauweise nichts, 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.





# Nachhaltige Anwendung

## von Betonwaren

Bereits seit 2009 führt der Betonverband SLG den Vergleich von Ökobilanzen von Straßenaufbauten nach anerkannten Normen durch. Dabei haben sich über die Jahre hinweg Bauweisen mit Betonbauteilen als vorteilhaft gegenüber anderen Bauweisen, zum Beispiel mit Asphalt oder Natursteinpflaster, erwiesen. So auch im Jahr 2024. Aktuell liegen die Ergebnisse von Ökobilanzberechnungen vor, welche die TU Kaiserslautern durchgeführt hat. Verglichen wurden typische, in den technischen Regelwerken beschriebene Straßenaufbauten (Oberbaukonstruktionen) für die Varianten Sammelstraße, Fußgängerzone und Gehweg.

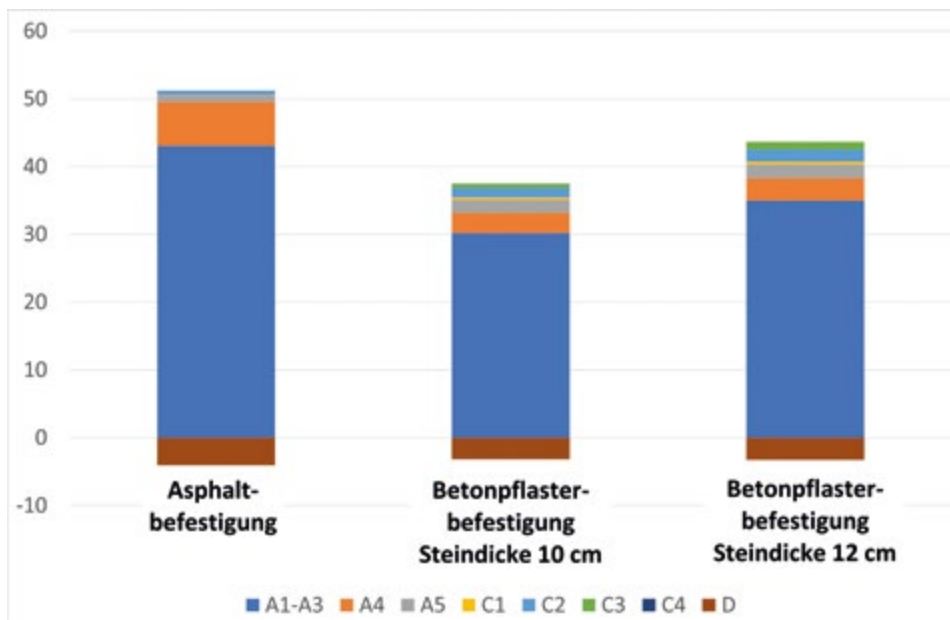


## Die besten Ökobilanzen liefern Bauweisen mit Betonbauteilen

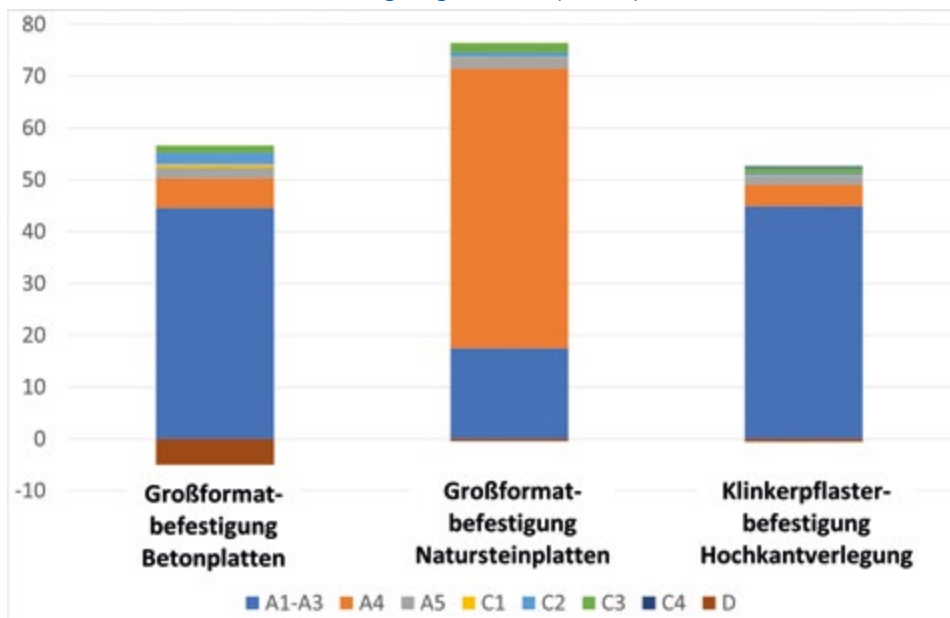
Zur Ermittlung der Umweltindikatoren und des Ressourceneinsatzes der verschiedenen Straßenaufbauten wurden ausschließlich Datensätze aus der ÖKOBAUDAT bzw. aus öffentlich zugänglichen Umweltproduktdeklarationen (EPD) verwendet. Damit sind die Ökobilanzergebnisse, zu denen unter anderem der Primärenergieverbrauch sowie das globale Erwärmungspotenzial (GWP) – auch bekannt als Treibhauspotenzial (CO<sub>2</sub>-Ausstoß) – gehören, transparent und nachvollziehbar.

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.

### Sammelstraße (GWP)



### Fußgängerzone (GWP)



Treibhauspotenzial GWP in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro m<sup>2</sup>

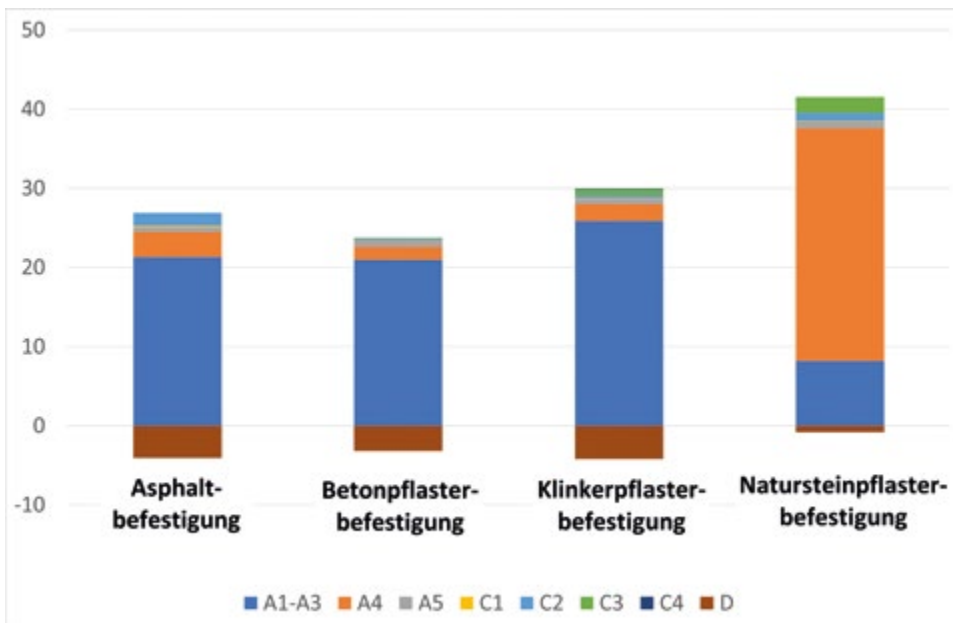


Für die Nutzungsphase von 30 Jahren wurde davon ausgegangen, dass alle betrachteten Befestigungen fachgerecht erstellt wurden und der gleichen Beanspruchung unterliegen. Ein Erhaltungsaufwand wurde nicht berücksichtigt.

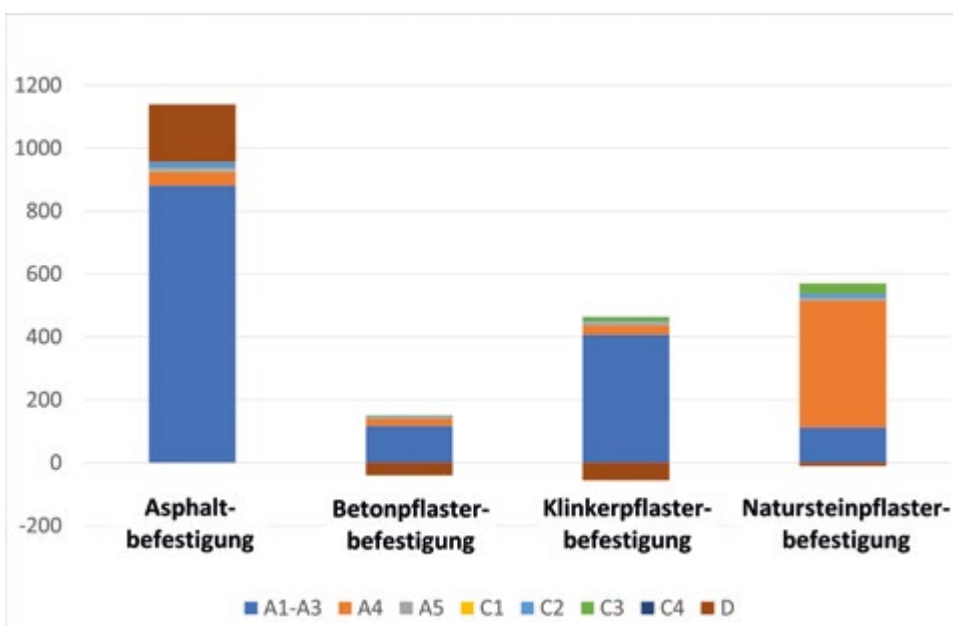
Die hier und auf der Vorseite dargestellten Abbildungen sind ein Auszug aus dem umfangreichen

Bericht der TU Kaiserslautern. Sie geben die Ergebnisse für das Treibhauspotenzial (GWP) für alle untersuchten Anwendungen und den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf (PENRT) beispielhaft für die Anwendung Gehweg wieder. Die Ergebnisse zeigen eindrucksvoll die ökobilanziellen Vorteile der Bauweisen mit Betonbauteilen.

Gehweg (GWP)



Gehweg (PENRT) nicht erneuerbare Primärenergie



Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf PENRT in MJ pro m²

## Versickerungsfähige Befestigungen



Bild: SLG

Versickerungsfähige Befestigungen mit Betonpflastersteinen gewinnen immer mehr an Bedeutung in der urbanen Planung und Gestaltung von Verkehrsflächen. Diese nachhaltige 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, die neben der Nutzbarkeit auch ökologische Aspekte berücksichtigen soll. Durch ihre spezielle Fugen- oder Gefügestruktur ermöglichen Betonpflastersteine eine natürliche Versickerung des Regenwassers in den Boden. Die hohe Durchlässigkeit der Gesamtkonstruktion aus Pflasterdecke und Tragschichten ist entscheidend, um den natürlichen Wasserkreislauf aufrechtzuerhalten und Überflutungen zu verhindern.

Die versickerungsfähigen Betonpflasterbefestigungen bieten zahlreiche ökologische Vorteile. Sie reduzieren den Oberflächenabfluss, vermindern das Risiko von Hochwasserereignissen, speichern und verdunsten Regenwasser zur Verbesserung des Kleinklimas, fördern die Grundwasserneubildung und können – je nach eingesetztem System – auch Schadstoffe aus dem Regenwasser filtern. Über diese ökologischen Aspekte hinaus sind versickerungsfähige Betonpflasterbefestigungen auch ökonomisch sinnvoll. Gebühren für den Niederschlagswasseranteil können entfallen oder reduziert werden.

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 den ökologischen Anforderungen gerecht werden.

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. Diese nachhaltige Praxis fördert nicht nur den Umweltschutz, sondern schafft auch attraktive und funktionale Freiflächen in Städten und Gemeinden. Bei der Umsetzung solcher Bauprojekte ist die Zusammenarbeit zwischen Baustoffindustrie, Fachplanern, ausführenden Unternehmen und Behörden entscheidend, um optimale Ergebnisse für die Umwelt und die Lebensqualität der Menschen zu erzielen.

## Begrünbare Befestigungen

Ein weiterer Beitrag zur Verbesserung der ökologischen Situation, insbesondere in innerstädtischen Bereichen, sind begrünbare Betonpflasterdecken. Sie kombinieren den Komfort und die Funktion konventioneller Betonpflasterdecken mit den ökologischen und gestalterischen Vorteilen einer Grünfläche.

Der begrünbare Anteil des Belages beträgt je nach System etwa 30 bis 50 Prozent. Damit kann Niederschlagswasser in zum Teil beachtlicher Menge gespeichert und durch Verdunstung wieder an die Umgebung abgegeben werden. Dies führt zu einer Verbesserung des Kleinklimas durch Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit und durch Abkühlung infolge der Verdunstung. Dies ist ein großer Vorteil insbesondere für Städte und Ballungsräume in den Sommermonaten, da es dem Wärmeinseleffekt entgegenwirkt.

Ein weiterer Vorzug von begrünten Betonpflasterdecken ist, dass sie bei Regenereignissen die Fließgeschwindigkeit des Niederschlagswassers erheblich vermindern, so dass das Wasser der Kanalisation stark verzögert zugeführt wird. Dadurch werden im Falle von Starkregenereignissen die gefährlichen Abflussspitzen verringert.

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.



## Helle Flächen gegen den Wärmeinseleffekt

Der Wärmeinseleffekt ist ein typisches Merkmal des Stadtklimas. Im Gegensatz zu unbebauten Flächen wirken bebaute Flächen als Wärmespeicher. Durch die starke Aufwärmung tagsüber und die eingeschränkte Abkühlung nachts werden großstädtische Bereiche im Vergleich zum Umland deutlich wärmer, mit der Folge einer höheren Anzahl „heißer Tage“ und „Tropennächte“. Entsprechende Temperaturen belasten den menschlichen Körper extrem, und es besteht ein enger Zusammenhang zwischen Tropennächten und erhöhter Mortalität. Nach einer Studie aus dem Jahr 2015 können rund 4 bis 5 Prozent der jährlichen Todesfälle in Berlin – statistisch gesehen – mit Hitzeereignissen in Verbindung gebracht werden.

Beeinflusst wird der Wärmeinseleffekt auch durch die Farbe befestigter Flächen bzw. durch ihren Helligkeitsgrad. Es ist nachgewiesen, dass sich die Luft infolge von Sonneneinstrahlung über hellen Flächen weniger stark aufheizt als über dunklen

Flächen. Das kann über den so genannten Solar Reflectance Index (SRI) quantifiziert werden. Häufig wird im Zusammenhang mit der solaren Reflexion auch der Begriff „Albedo“ verwendet. Dieser beschreibt jedoch ausschließlich den solaren Strahlungsreflexionsgrad, während in die Berechnung des SRI-Wertes zusätzlich auch der thermische Emissionsgrad einfließt.

Für eine ganze Reihe von unterschiedlich farbigen Betonsteinen, wie sie üblicherweise für die Herstellung von Pflasterdecken und Plattenbelägen bei innerstädtischen Freiflächen eingesetzt werden, stehen Messwerte hinsichtlich des SRI-Wertes zur Verfügung. Damit kann in der Planungsphase die Oberfläche einer herzustellenden Verkehrsfläche so ausgewählt werden, dass ein guter Kompromiss zwischen den Gestaltungsanforderungen und der Begrenzung des Wärmeinseleffekts erzielt werden kann.



## Geringe Rollgeräuschemission

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 sogar 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 einem lärmarmen Pflaster 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. 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

Der aus Zement, Wasser, Sand und Kies oder Splitt hergestellte Kunststein „Beton“ hat eine ausgesprochen lange Lebensdauer, wie uns heute noch gut erhaltene Bauwerke aus der Zeit des Römischen Reiches eindrucksvoll beweisen. 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 französischen 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. 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.

## 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.

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.

Pflastersteine weisen im Allgemeinen eine Kantenlänge zwischen 10 cm und 40 cm auf. Platten, Großformate und Riegelformate können eine Kantenlänge bis deutlich über einem 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.



## Oberflächenschutzsysteme

Pflastersteine und Platten aus Beton können mit einem werkseitig aufgetragenen 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 behandelte 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 ge-

schlossene Schutzschicht auf der Betonoberfläche aufgebracht. Dadurch wird zum Beispiel die Farbwirkung der Produkte verbessert, 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. Besonders wichtige Vorteile sind eine geringere Verschmutzungsneigung sowie eine Verbesserung der Reinigungsfähigkeit der Beläge, beispielsweise gegenüber Ölen, Fetten und Säften, die am wirkungsvollsten durch eine Beschichtung erreicht werden. 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 Graustufungen 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 gefasteten 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 ein 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 bieten zum Beispiel einen hervorragenden Geh- und Fahrkomfort und reduzieren das Rollgeräusch von Fahrzeugen.

### Farben

Neben ungefärbten, zementfarbenen Produkten werden heute flächendeckend eingefärbte Pflastersteine und Platten aus Beton angeboten. Einschichtige Produkte, wie zum Beispiel gekollerte Pflastersteine, werden durchgefärbt,

währenddessen 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 ausschließlich 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 Ferti-gungsmethoden 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.

Das Einfärben der Betonprodukte hat keinen negativen Einfluss auf deren technologische Eigenschaften, wie Festigkeit oder Frost-Tausalz-Widerstand.

Bild: SLG



## Belastbarkeit



Bild: SLG

Pflastersteine und Platten aus Beton werden in hochmodernen 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 europäischen Normen DIN EN 1338 bzw. DIN EN 1339 beschrieben. Pflastersteine und Platten aus Beton werden 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

## Umweltverträglichkeit

Von Pflastersteinen und Platten aus Beton, die nach den gültigen Normen hergestellt werden bzw. der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen entsprechen und die ordnungsgemäß verarbeitet werden, gehen zu keinem Zeitpunkt Gefahren für den Verarbeiter, den Nutzer und die Umwelt aus. Sie sind hinsichtlich Sicherheit und den Auswirkungen auf Boden und Grundwasser als unbedenklich anzusehen.

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 Nutzungs- und Erhaltungsphase der Verkehrsfläche.

Verkehrsflächenbefestigungen mit einer Pflasterdecke oder einem Plattenbelag mit Betonsteinprodukten haben eine lange Lebensdauer bei einem gleichzeitig relativ geringen Erhaltungsaufwand. Dies gilt besonders für die überwiegend ungebundene Ausführung des Belags, die deswegen auch vielfach als Regelbauweise bezeichnet wird. Voraussetzung dafür ist eine fachgerechte Planung und Ausführung, wobei es insbesondere auf die Tragschichten und die Fugenfüllung ankommt.

Der Erhaltungsaufwand beschränkt sich im Wesentlichen auf eine regelmäßige Reinigung der Fläche sowie auf ein Beobachten des Zustandes der Fugenfüllung. Sind Fugen ganz oder teilweise entleert, sollte unverzüglich nachgesandet 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.



## Wiederverwendung, Recycling

Pflasterdecken und Plattenbeläge, die in ungebundener Bauweise hergestellt wurden, lassen sich problemlos zurückbauen. Ist eine Wiederverwendung der Pflastersteine und Platten vorgesehen, sollte der Ausbau sorgfältig erfolgen, um möglichst wenige Produkte zu beschädigen. Diese müssen nach dem Ausbau nicht aufwändig oder gesondert aufbereitet werden. Es reicht in der Regel 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 dennoch einer wertvollen Verwertung zugeführt werden können. Die ausgebauten Betonsteinprodukte werden dann in einer Recyclinganlage (Brechanlage) zu Recycling-Gesteinskörnung verarbeitet, die zum Beispiel für die Herstellung neuer Betonsteinprodukte eingesetzt wird.



Verkehrsflächenbefestigungen mit einer Pflasterdecke oder einem Plattenbelag mit Betonsteinprodukten haben eine lange Lebensdauer bei einem gleichzeitig relativ geringen Erhaltungsaufwand.



# Nachhaltige Fertigung

## von Betonwaren

Die Betonsteinindustrie hat bereits seit vielen Jahren Prozesse für eine nachhaltige Fertigung etabliert, die stetig weiterentwickelt werden.

Dazu gehören der Einsatz von heimischen, regional verfügbaren Rohstoffen, die umweltschonend gewonnen werden, ein hoher Anteil an Recycling-Gesteinskörnung, CO<sub>2</sub>-effiziente Bindemittel sowie hochmoderne Fertigungsstätten unter zunehmender Nutzung von grünem Strom.

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 Schneid-schlämme, die nicht entsorgt, sondern aufbereitet und wiederverwendet werden und somit im Kreislauf verbleiben.



## Heimische Rohstoffe

In Deutschland werden die Gesteinskörnungen, wie Sand, Kies und gebrochener Naturstein (Splitt, Schotter) unter hohen Umwelt- und Sozialstandards gewonnen. Die Genehmigungsverfahren für den Rohstoffabbau schließen überwiegend eine Prüfung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens sowie eine breite Öffentlichkeitsbeteiligung ein.

Somit ist sichergestellt, dass andere öffentliche Interessen beim Rohstoffabbau berücksichtigt werden. Dem eigentlichen Genehmigungsver-

fahren 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 der Umweltauswirkung und der Sicherheit, dass die mit dem Eingriff verbundenen Auswirkungen funktional ausgeglichen werden. Die Gewinnung der Rohstoffe erfolgt bedarfsgerecht ohne Überproduktionen. Das schont natürliche Ressourcen.

## Kurze Transportwege durch regionale Verfügbarkeit

Auch unter dem Gesichtspunkt der Minimierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks spricht alles für heimische Rohstoffe. 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<sub>2</sub>-Fußabdruck wird vor allem von der Transportentfernung bestimmt. Eine dezentrale Rohstoffgewinnung, die auf ein regional breit aufgestelltes Netz von Lagerstätten an Gesteinskörnungen zurückgreifen kann und damit kurze Distanzen gewährleistet, hilft dabei, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß auf ein Minimum zu reduzieren.

Nach einer Erhebung des Bundesverbandes Baustoffe – Steine und Erden unter seinen Mitgliedern werden in Deutschland Bausande und

Baukiese im Durchschnitt nur rd. 30 Kilometer per Lkw transportiert. Der Transportanteil der Lkw liegt bei 82 Prozent. 18 Prozent teilen sich Bahn und Schiff. Beim Naturstein sieht es ähnlich aus. Die durchschnittliche Transportentfernung mit dem Lkw liegt bei lediglich 40 Kilometern, bei einem Transportanteil von 94 Prozent.

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 hauptsächlich regional verfügbare Rohstoffe genutzt.

## Recycling-Gesteinskörnung



Bild: SLG

Der schonende Umgang mit unseren natürlichen Rohstoffen ist ein wichtiger Beitrag zum Umweltschutz und zur Zukunftssicherung nachfolgender Generationen.

Recycling-Gesteinskörnung aus Betonbruch hat sich als grobe Körnung in Beton oder als ungebundene Schüttung im Straßenbau bewährt und ersetzt dort Primärrohstoffe. Im Jahr 2018 lag die Verwertungsquote von Betonbruch bei über 90 Prozent (Quelle: [www.kreislaufwirtschaft-bau.de](http://www.kreislaufwirtschaft-bau.de), aufgerufen am 28.11.2023).

Um den Stoffkreislauf besser zu steuern und zu verlagern, bedarf es jedoch unter anderem gesetzlicher Regelungen und einer vergaberechtlichen

Akzeptanz. Diese sollten den Einsatz von Recycling-Gesteinskörnung fördern und Anreize dafür schaffen, einen internen Stoffkreislauf zu integrieren. Ebenso bedarf es einer deutlichen Vereinfachung bei der Genehmigung von Aufbereitungsanlagen.

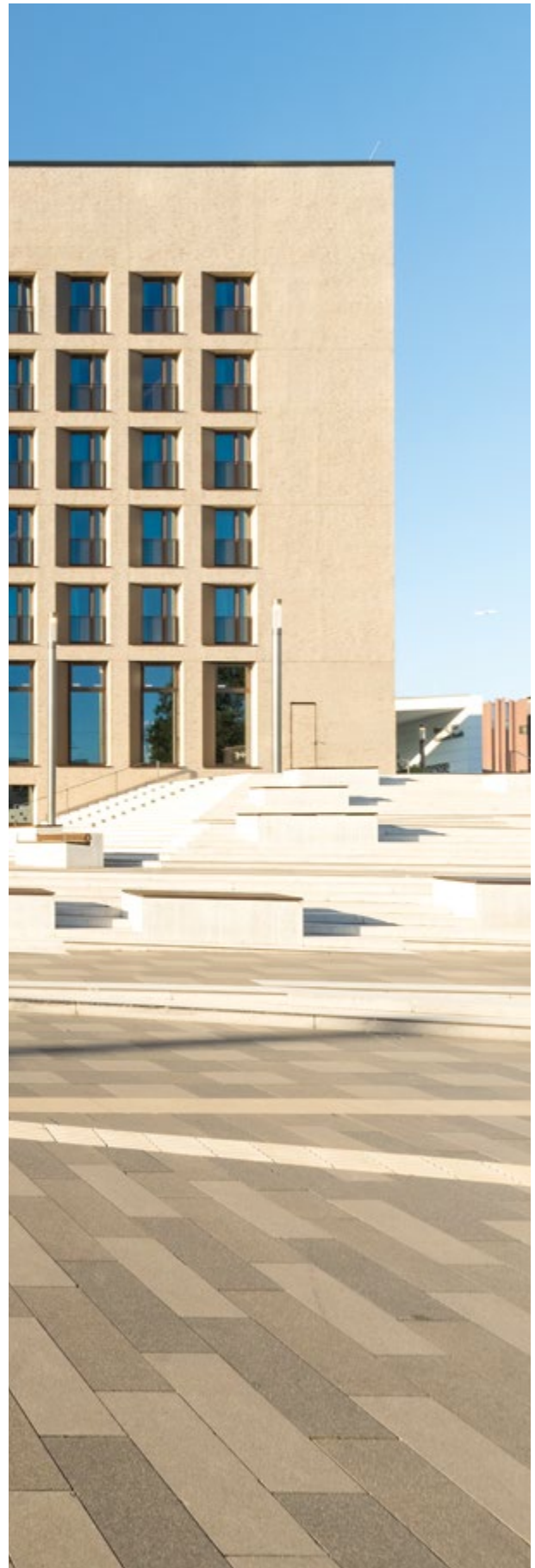
Durch Recycling-Gesteinskörnung können erhebliche Mengen natürlicher Rohstoffe eingespart werden. Somit stellt das Material eine ökologisch wertvolle Alternative zu natürlichen Rohstoffen dar. Im Hinblick auf die Reduzierung schädlicher Umweltwirkungen ist der Einsatz von Recycling-Gesteinskörnung umso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

## Recycling-Pflastersteine 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 natürlichen Stoffen bestehen. Recycling-Gesteinskörnung aus Betonbruch ist daher ideal für die Herstellung neuer Betonsteinprodukte, wie zum Beispiel Pflastersteine.

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 mit harmonischen 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.





## CO<sub>2</sub>-effiziente Zemente

In Deutschland hat sich in den letzten Jahren ein erfreulicher Fortschritt in Bezug auf die Entwicklung und Implementierung CO<sub>2</sub>-effizienter Zemente abgezeichnet. Die vielversprechenden Entwicklungen zeigen die zunehmenden Bestrebungen, die Umweltwirkungen zu reduzieren und den Weg für eine nachhaltigere Zukunft zu ebnen.

Bei der Herstellung von Zement bzw. seinem Vorprodukt Zementklinker werden große Mengen CO<sub>2</sub> freigesetzt. Rund zwei Drittel davon entfallen auf rohstoffbedingte Prozessemissionen aus der Entsäuerung des Kalksteins und rund ein Drittel auf energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Einsatz der Brennstoffe.

Seit 1990 ist es den Zementherstellern in Deutschland durch die Anwendung fortschrittlicher Herstellungsverfahren und die Integration umweltfreundlicher Technologien gelungen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen in einer Größenordnung von 20 bis 25 Prozent zu reduzieren. Weitere bedeutende Meilensteine in dieser positiven Entwicklung sind die verstärkte Forschung und Innovation im Bereich der CO<sub>2</sub>-armen Zemente sowie auch die Abscheidung von CO<sub>2</sub> im Zementwerk und dessen anschließende Nutzung bzw. Speicherung, dem so genannten Carbon Capture and Utilisation/Storage (CCUS).

Diese innovativen Ansätze tragen nicht nur dazu bei, die Umweltwirkungen zu minimieren, sondern fördern auch die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Zementindustrie auf dem internationalen Markt.

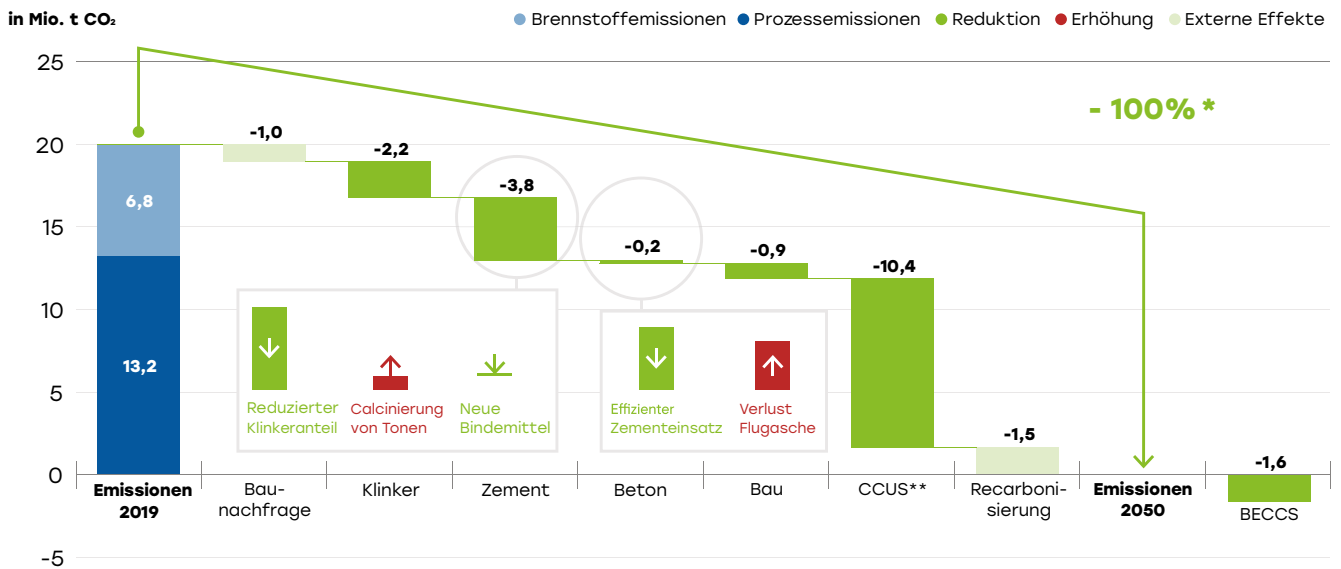
Ein vielversprechender Aspekt ist die steigende Akzeptanz und Nachfrage nach so genannten „grünen Zementen“. Diese umweltfreundlichen Zementsorten, die in DIN EN 197-5 und DIN EN 197-6 seit kurzem genormt sind, zeichnen sich durch einen reduzierten CO<sub>2</sub>-Fußabdruck während der Herstellung aus.

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 dargestellt. Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Zementindustrie in Deutschland auf dem richtigen Weg ist, umweltfreundliche und nachhaltige Praktiken zu etablieren. Die positiven Entwicklungen der letzten Jahre, gepaart mit dem klaren Engagement für die Dekarbonisierung bis 2050, schaffen eine optimistische Grundstimmung für eine Zukunft, in der die Zementproduktion zu einer treibenden Kraft für den Klimaschutz wird.



Bild: SLG

**Szenario Klimaneutralität – CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Emissionen in die Atmosphäre durch CO<sub>2</sub>-Speicherung (CCS) und geeignete Verfahren zur CO<sub>2</sub>-Nutzung (CCU).

# Wege zur klimaneutralen

## Betonsteinherstellung

**CO<sub>2</sub>-Fußabdruck eines Unternehmens** - Emissionen, die im Rahmen der definierten organisatorischen Systemgrenzen anfallen

**Greenhouse Gas Protocol** unterscheidet folgende Emissionsquellen („Scopes“)



### Scope 1

Direkte Emissionen aus **Verbrennung fossiler Brenn- und Kraftstoffe** in eigenen Anlagen

### Scope 2

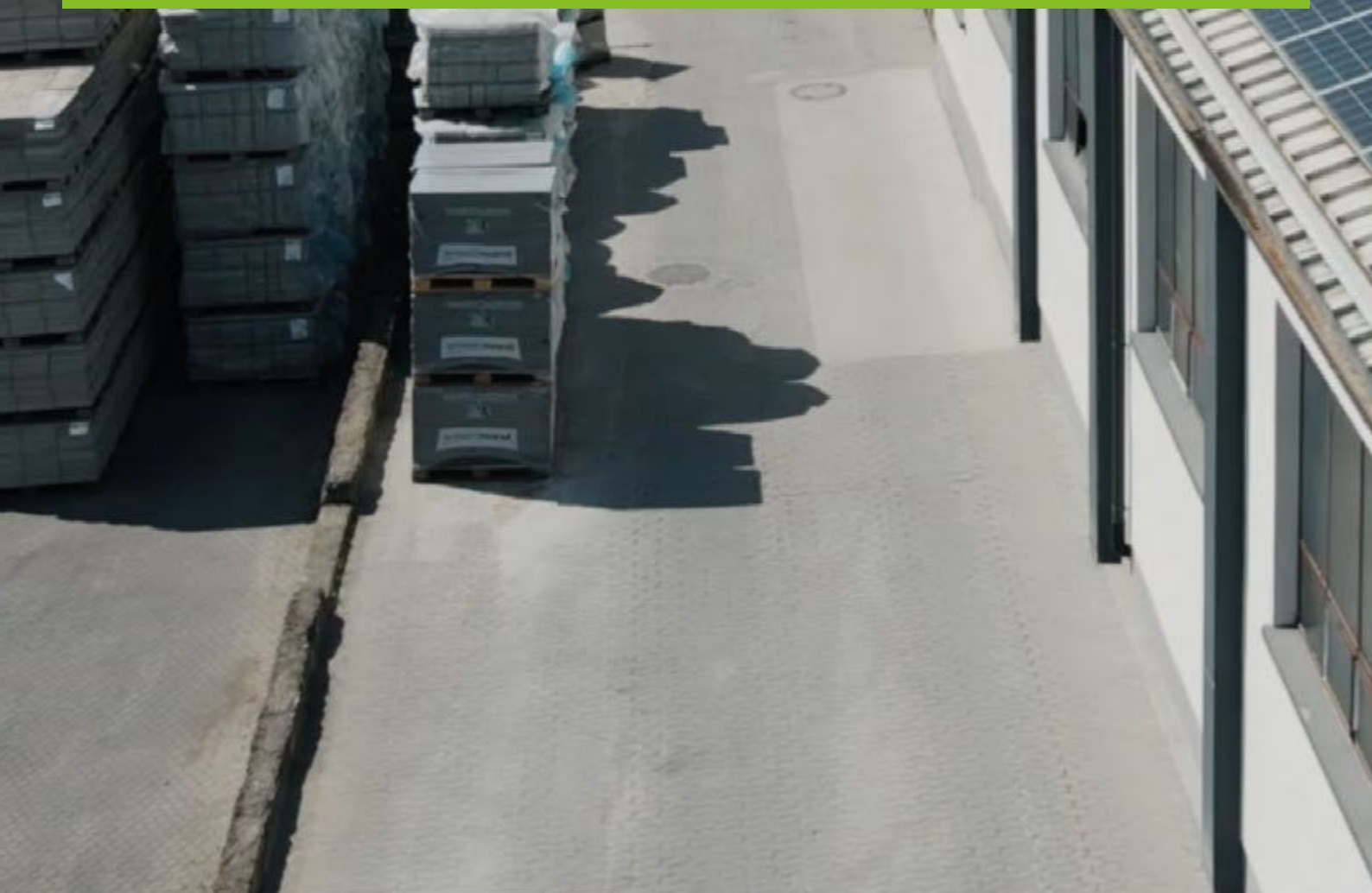
Indirekte Emissionen aus dem **Energiebezug**: Erzeugung von Strom, Fernwärme, Dampf, Kälte

### Scope 3

Sonstige indirekte Emissionen wie Vorketten der Energiebereitstellung; Dienstreisen, Nutzung eingekaufter Materialien/Dienstleistungen

**Obligatorisch** zu berechnen und auszuweisen

Empfohlen für relevante Quellen





## STATEMENT

Ulrich Melzer  
Leiter SLG-Arbeitsausschuss  
Nachhaltigkeit

Mit Themen wie Energieeinsparung und Ressourceneffizienz beschäftigen wir uns bereits seit vielen Jahren. Durch energieeffizientere Anlagentechnik, digitalisierte Produktionsprozesse und verbesserte Rezepturen mit klinkerärmeren Zementen konnte der CO<sub>2</sub>-Ausstoß innerhalb der Betonsteinbranche in den vergangenen Jahren bereits kontinuierlich reduziert werden. Doch nun stellen wir uns der besonderen Herausforderung des European Green Deal, der die Entwicklung unserer Branche in den kommenden Jahren massiv beeinflussen wird, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Europa bis zum Jahr 2030 um 55 Prozent gegenüber 1990 zu senken und in Deutschland bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen.

Dazu haben wir als Verband im September 2021 den Arbeitsausschuss Nachhaltigkeit gegründet, der im März 2022 die renommierte FutureCamp Climate GmbH aus München mit dem Projekt „Wege zur klimaneutralen Betonsteinherstellung“ beauftragte.

Im Gegensatz zu einer klassischen Branchen-Roadmap zielte das Projekt darauf ab, den Mitgliedsunternehmen mit den beiden sogenannten Vermeidungskostenrechnern „Pflastersteinfertiger“ und „Plattenfertiger“ ein branchenspezifisches Tool zur Verfügung zu stellen. Dieses ermöglicht einerseits die Berechnung des Company Carbon Footprints auf Basis der individuellen Emissionseingaben. Andererseits sind in den beiden Vermeidungskostenrechnern verschiedene Maßnahmen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen hinterlegt. Diese beinhalten auch die entsprechenden Kosten und dienen den Mitgliedsunternehmen als Entscheidungshilfe bei der Festlegung zukünftiger Investitionen auf dem Weg zur Klimaneutralität.

## Ziele und Maßnahmen der Betonsteinbranche

Zunächst wurden unter Einbezug der im Greenhouse Protokoll (GHG-Protokoll) definierten drei unterschiedlichen Emissionsbereiche (siehe Tabelle unten) sämtliche relevante Emissionsquellen entlang der Wertschöpfungskette innerhalb der Betonsteinbranche ermittelt. Damit wurden die CO<sub>2</sub>-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 im Rahmen einer Benchmark zur CO<sub>2</sub>-Einsparung ein Soll-Reduktionspfad für die Betonsteinbranche entwickelt. Dieser orientiert sich an den derzeit geltenden rechtlichen Vorgaben. Durch Berück-

sichtigung der Anforderungen der Science-Based-Target-Initiative basiert der Pfad zusätzlich auf wissenschaftlichen Daten und Forschungen.

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 Gesamtemissionen von 2,295 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e pro Jahr (siehe Tabelle), die damit die Grundlage für den Benchmark-Reduktionspfad bildet und sich als allgemeiner Branchenstandard etablieren soll.

### Basiswerte Platten- und Pflastersteinfertiger

	Durchschnittswert CO <sub>2</sub> e/t Produkt (aus dem Vorprojekt)	Gesamtproduktionsvolumen 2020 in Mio. t	Emissionen in Mio. t CO <sub>2</sub> e für 2020
Pflastersteine	0,1091	18,36	2,013
Platten	0,1525	1,85	0,282
			2,295

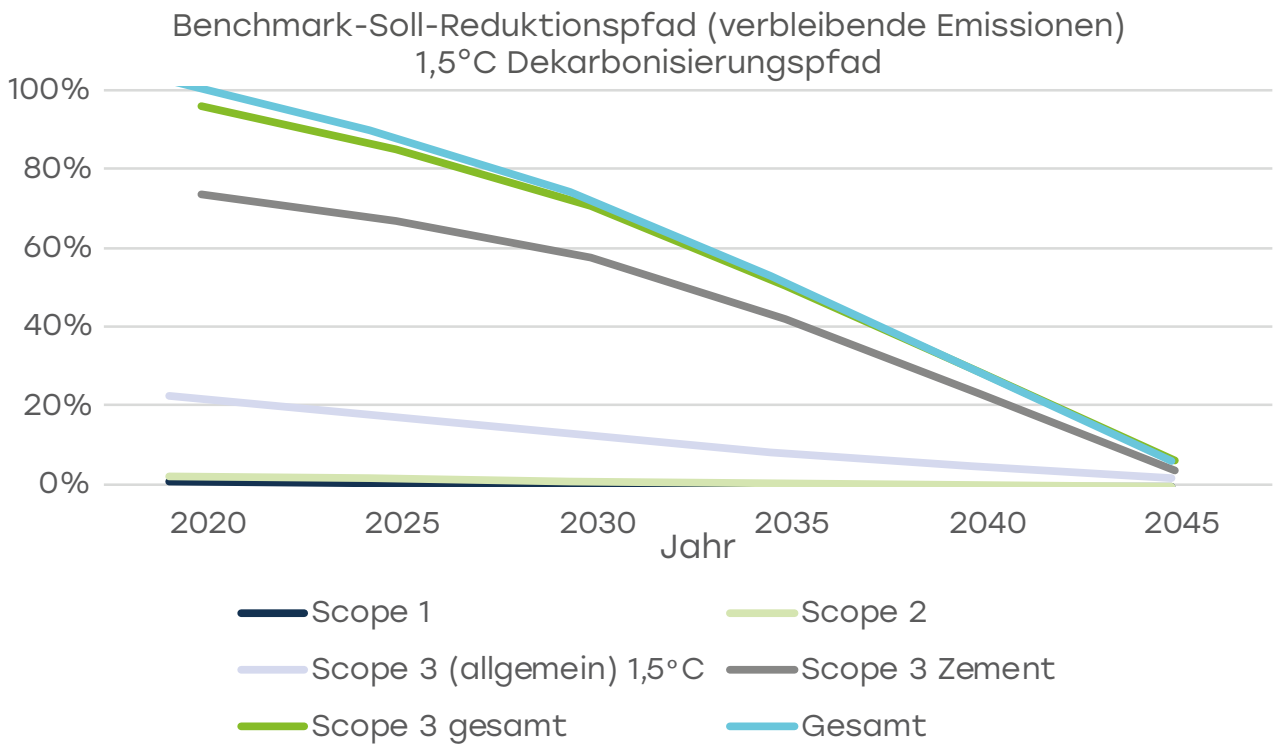
Quelle: Statistisches Bundesamt und Geres, R., Gollinger, M. & Lausen, J. (2023): Wege zur klimaneutralen Betonsteinherstellung, Herausgeber: Betonverband SLG e.V. Bonn.





Der nachfolgend dargestellte Benchmark-Reduktionspfad folgt in allen wesentlichen Emissionsquellen der wissenschaftsbasierten 1,5°C-Zielsetzung und wurde im Einklang mit den Zielen der

Bundesrepublik Deutschland auf 2045 als Zieljahr für Netto-Null-Emissionen innerhalb der Betonsteinbranche festgelegt.



Grafische Darstellung des Soll-Reduktionspfades für die Betonsteinbranche (Quelle: Geres, R., Gollinger, M. & Lausen, J. (2023): Benchmark zur CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Gesamtemissionen ausmachen, wurden diese von den Betonsteinhersteller unmittelbar beeinflussbaren Emissionsquellen bei der Identifikation von konkreten branchenspezifischen Reduktionsmaßnahmen ebenfalls verstärkt einbezogen (siehe Abbildung rechts).

Diese ermöglichen zwar in Bezug auf die Scope 1- und 2-Emissionsquellen eine deutliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2030, doch ist das gesetzte Klimaneutralitätsziel bis 2045 in der Betonsteinbranche in vollem Umfang nur durch entsprechende Klimaneutralitätsbemühungen in der Vorkette zu erreichen. Hierfür wird es für die Unternehmen der Betonsteinbranche zukünftig notwendig sein, die vorhandenen Maßnahmen aus dem Vorprojekt bis 2045 weiter auszubauen oder weitere Maßnahmen auf Grundlage neuer Technologien, beispielsweise durch den Einsatz von neuen Zementen, Technologien zu Carbon Capture und Storage in der Zementproduktion, zu entwickeln. Einen Ansatz hierfür bietet die Roadmap des Vereins Deutscher Zementwerke (VDZ)\*.

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

<b>Maßnahme 1 (Scope 1 oder Scope 2)</b>
Verminderung oder Vermeidung von Brennstoffeinsatz für die Härtekammern
<b>Maßnahme 2 (Scope 1)</b>
Umstellung von Dieselstaplern auf Elektroantrieb
<b>Maßnahme 3 (Scope 1)</b>
Ersatz von Dieselstaplern durch Dieselstapler mit besserer Effizienz
<b>Maßnahme 4 (Scope 2)</b>
Ökostrom-Bezug durch z. B. Power Purchase Agreements (PPAs) oder Herkunftsnachweise (HKNS)
<b>Maßnahme 5 (Scope 2)</b>
Produktion von eigenem regenerativen Strom – speziell Photovoltaik
<b>Maßnahme 6 (Scope 1)</b>
Generelle Energieeinsparmaßnahmen ohne Einfluss auf die Härtekammern, z. B.:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeffizienzmaßnahmen</li> <li>• Modernisierung und Neuanschaffung von Produktionsanlagen</li> <li>• Effizienzsteigerung energieintensiver Druckluft- und Hydrauliktechnik</li> <li>• Abwärmenutzung und Energierückgewinnung</li> </ul>
<b>Maßnahme 7 (Scope 3)</b>
Rezepturänderung – Veränderung des Materialeinsatzes
<b>Maßnahme 8 (Scope 3)</b>
Rezepturänderung – Einsatz von Zementarten mit geringeren Emissionsfaktoren (über allgemeine Marktentwicklung hinausgehend)
<b>Maßnahme 9 (Scope 3)</b>
Rezepturänderung – Einsatz von Recyclingmaterial

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





**Betonstein**  
NATÜRLICH, NUR BESSER.

**Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V.**

Schloßallee 10  
53179 Bonn  
Telefon: 0228 9 54 56-21  
Telefax: 0228 9 54 56-90

slg@betoninfo.de  
www.betonstein.org

**Vorsitzender:**

Andreas Schlemmer,  
Karl Strohmaier GmbH Kies- und  
Betonwerke

**Stellvertr. Vorsitzende:**

Frank Diegmüller Dipl.-Betriebsw. (FH)  
F.C. Nüdling Betonelemente  
GmbH & Co. KG

Florian Klostermann Dipl.-Kfm. (FH)  
Klostermann GmbH & Co. KG

Ulrich Melzer Dipl.-Ing.  
Lithonplus GmbH & Co. KG

**Weitere Vorstandsmitglieder:**

Thomas Aicheler Dipl.-Ing. (FH)  
braun-steine GmbH

Philipp Kann  
KANN GmbH Baustoffwerke

Helge Koll Dipl.-Kfm. Beton-Ing.  
Koll GmbH & Co. KG Betonstein-  
werke

Johannes Rüsing  
Betonwerk Lintel GmbH & Co. KG

Jakob Socher  
BWL Betonwerk Linden GmbH &  
Co. KG



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

 **Betonstein**  
NATÜRLICH, NUR BESSER.

**SLG** Betonverband  
Straße, Landschaft,  
Garten e.V.