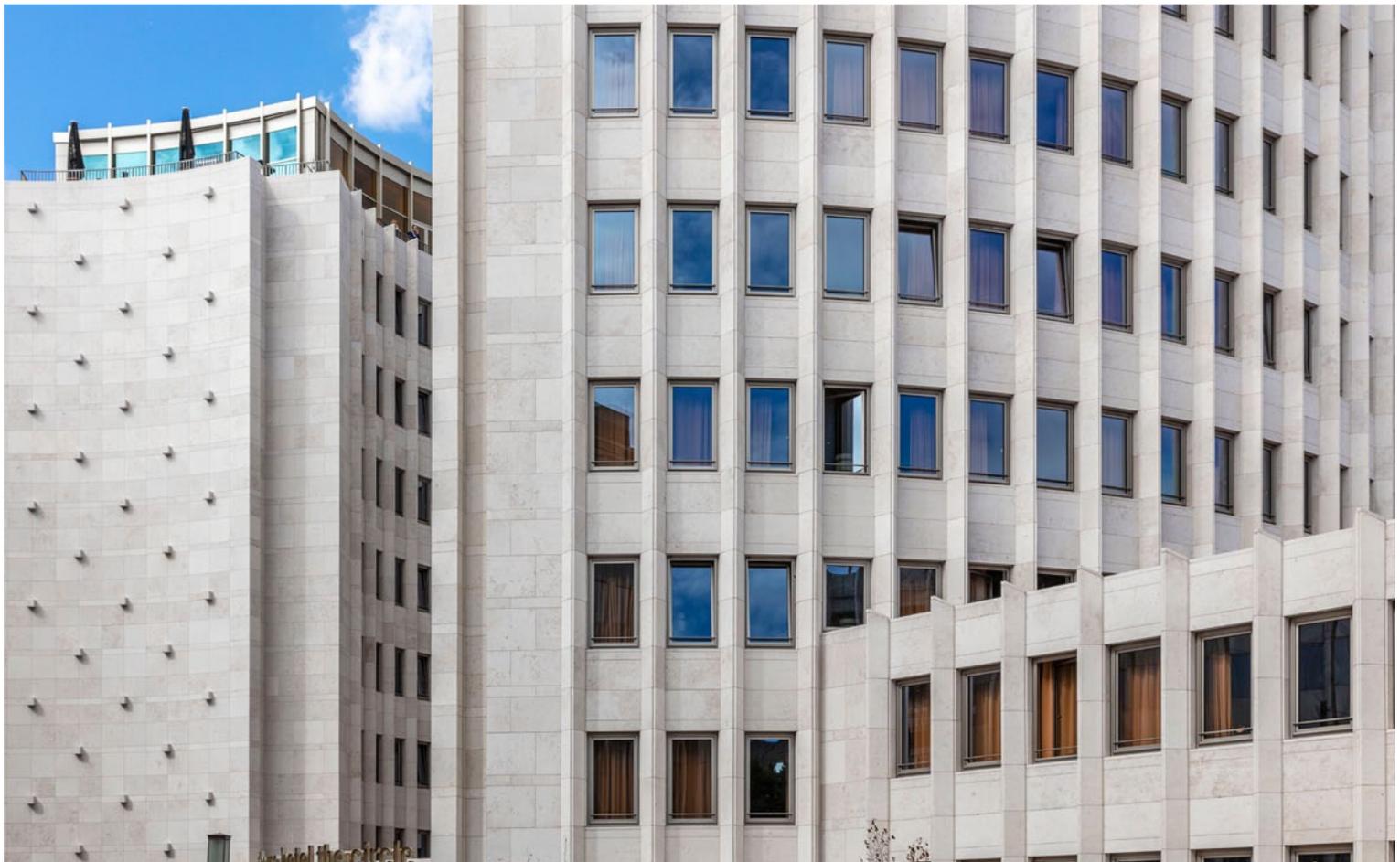


zukunft.
naturstein

NATÜRLICH. NACHHALTIG.

NATURSTEIN FÜR NACHHALTIGE BAUWEISEN



Nachhaltig Bauen mit Naturstein 3

Klimagerecht Bauen mit Naturstein 4

**Vorteile der Naturwerksteine
im Bauwesen 8**

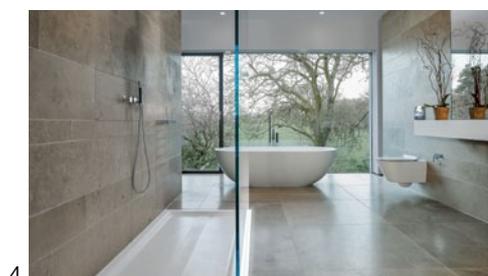
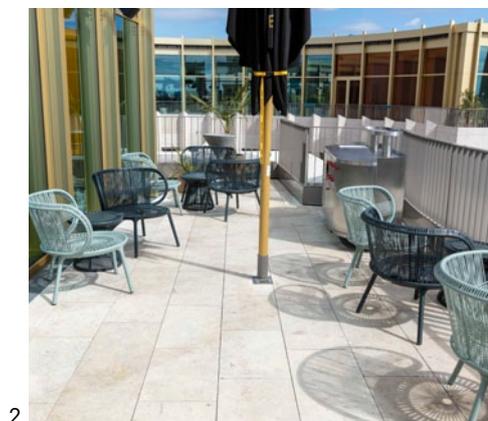
**Nachhaltigkeitsstudien
für Baustoffe 10**

**Nachhaltigkeitsstudie
Fassadensysteme 11**

**Nachhaltigkeitsstudie
Fußbodensysteme (Innenbereich) 16**

**Nachhaltigkeitsstudie
Außenbeläge 18**

Fazit 22



Nachhaltig Bauen mit Naturstein

Die Reduzierung der Kohlendioxidemissionen (CO₂) ist eines der wichtigsten umweltpolitischen Ziele der Bundesregierung und der Europäischen Kommission. Vorgaben dazu wurden im Rahmen des Pariser Klima-abkommens von 2015 weltweit vereinbart. In Deutschland und auch weltweit hat der Gebäudesektor einen maßgeblichen Anteil am CO₂-Ausstoß. Stand in den letzten Jahren besonders die Bewertung des Gebäudebetriebs und der damit verbundenen Emissionen im Vordergrund des politischen und wissenschaftlichen Interesses, wird nun vermehrt die Frage nach der Bewertung der Gebäude selbst gestellt.



Der Bau- und Gebäudesektor liegt laut dem am 16.12.2020 vorgelegten Bericht des UN-Umweltprogramms „2020 Global Status Report for Buildings and Construction – Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector“ beim Treibhausgasausstoß weltweit auf Rekordniveau und droht damit, die im Pariser Klimaschutzabkommen von COP21 festgelegte Grenze („well below 2 degrees“) zu überschreiten. Der Sektor macht mittlerweile 38 Prozent (9,95 Gt CO₂) der globalen CO₂-Emissionen aus. „Insgesamt hat sich der Gebäude- und Bausektor nicht in Richtung auf das im Paris-Abkommen festgelegte Ziel bewegt, die globale Durchschnittserwärmung weit unter zwei Grad Celsius zu halten, sondern davon weg bewegt“, so der Bericht.

(Quelle: www.solarify.eu/2020/12/17/331-0-rekord-co2-ausstoss-im-baubereich/)

Gemäß Business as usual-Szenarien könnte sich die weltweit durch Gebäude verbrauchte Energie bis 2050 verdoppeln oder gar verdreifachen, unter anderem weil Milliarden Menschen Zugang zu angemessenem Wohnraum und zu Elektrizität erhalten werden.

(Quelle: Der Fünfte Sachstandsbericht (AR5) des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen der UN (IPCC)).

Neben der Energie für Heizen, Kühlen (Glasfassaden), Kochen und Stromversorgung spielt auch die Energie für die verwendeten Baustoffe, die bei deren Herstellung, Nutzung und Entsorgung benötigt wird, eine maßgebliche Rolle.

Im Rahmen einer Studie hat die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V. 50 zertifizierte Gebäude hinsichtlich ihres CO₂-Fußabdrucks ausgewertet. Ein zentrales Ergebnis: Gut ein Drittel aller Treibhausgasemissionen eines Gebäudes entstehen vor der tatsächlichen Nutzung – bei der Herstellung und Errichtung. Die Hebel zur Reduktion dieser verbauten CO₂-Emissionen liegen unter anderem in der Bauweise, den Bauteilen mit großer Masse und der Nutzungsdauer der Baustoffe.

„Von den Klimaforschenden haben wir den klaren Auftrag, die CO₂-Emissionen von Gebäuden jede Dekade zu halbieren, um die Klimakrise in einem erträglichen Maß zu halten“, sagt Dr. Anna Braune, Abteilungsleiterin Forschung und Entwicklung der DGNB.

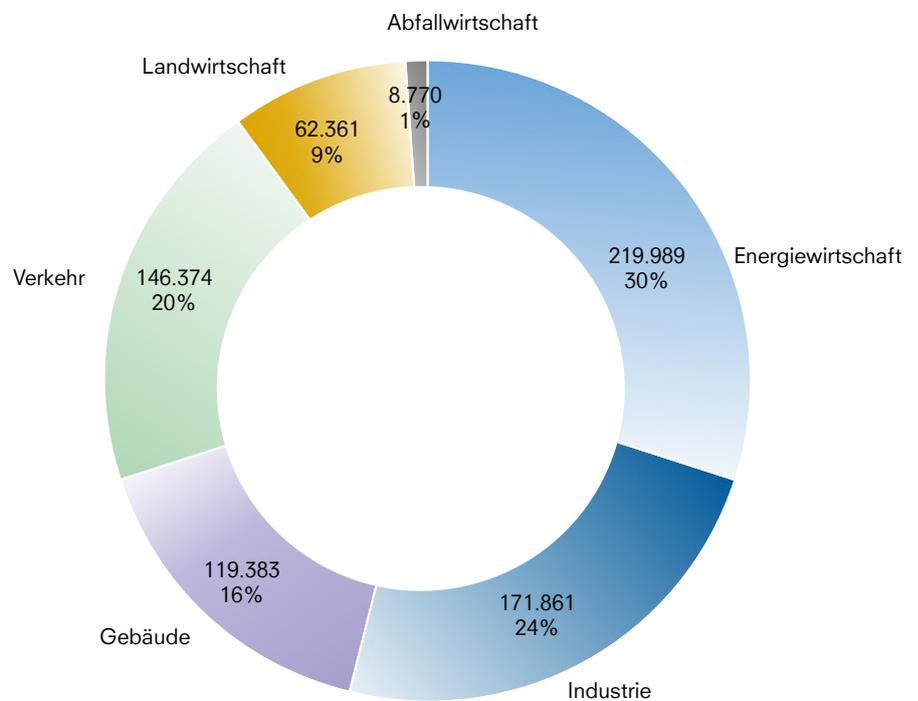
„In der Energieeffizienz von Neubauten haben wir in den letzten Jahren Fortschritte gemacht. Mit Blick auf die nächsten Jahre müssen wir jetzt dringend einen zusätzlichen Fokus auf die Treibhausgasemissionen des Bauwerks legen. Sie machen gut ein Drittel der gesamten Gebäudeemissionen aus und können bei Gebäuden mit sehr niedrigem CO₂-Fußabdruck sogar bei 50 Prozent und mehr liegen.“

(Quelle: www.dgnb.de/de/aktuell/pressemitteilungen/2021/studie-co2-emissionen-bauwerke)

Klimagerecht Bauen mit Naturstein

Naturwerkstein nimmt unter allen Baustoffen eine besondere Stellung ein. Da Naturwerkstein bereits als fertiges Produkt zur Verfügung steht und für dessen Gewinnung und Bearbeitung nur ein geringer Energieaufwand erforderlich ist, hat der Naturstein eine hervorragende Ökobilanz. Darüber hinaus ist Naturwerkstein ein extrem langlebiger Baustoff und kann am Lebensende des Gebäudes wiederverwendet oder zu Splitt und Schotter verarbeitet werden. Im Gegensatz zu anderen Baustoffen ist die verwendbare Menge, welche aus dem von unserem Planeten entnommenen Rohstoff hergestellt wird, im Vergleich zu anderen Baustoffen sehr hoch und dabei sind die Natursteinvorkommen in Deutschland und auch weltweit quasi unerschöpflich. Unser gesamter Planet besteht aus Naturstein, der überwiegend wie der Granit bei der Abkühlung von Magma im Erdinneren entsteht. Moderne Abbaumethoden vermeiden Umweltbelastungen wie beispielsweise die Entstehung von Feinstaub.

CO₂-Emission in Tausend-Tonnen CO₂-Äquivalent



NACH ANGABEN DES UMWELT BUNDESAMTES SIND IM JAHR 2020 IN DEN JEWEILIGEN SEKTOREN NACHSTEHENDE CO₂-EMISSIONEN ENTSTANDEN:

”

VON DEN KLIMAFORSCHENDEN
HABEN WIR DEN KLAREN AUFTRAG,
DIE CO2-EMISSIONEN VON
GEBÄUDEN JEDE DEKADE ZU
HALBIEREN, UM DIE KLIMAKRISE IN
EINEM ERTRÄGLICHEN MASS ZU
HALTEN.

Dr. Anna Braune, Abteilungsleiterin
Forschung und Entwicklung der DGNB



5

Nachhaltiger Abbau im Steinbruch

Ein Großteil der jährlich in Deutschland benötigten Rohstoffe, insbesondere die Steine- und Erdenrohstoffe, werden aus heimischen Lagerstätten gewonnen. Der Abbau von Naturwerkstein in Deutschland erfolgt meist in relativ kleinen Steinbrüchen und in Einklang mit der Natur. Nach Angaben der Bundesregierung mit Stand 2016 nehmen Steinbrüche mit 3,55 Quadratkilometern 0,001 Prozent der Fläche der Bundesrepublik Deutschland ein. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass nach Angaben der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe BGR im Jahr 2019 insgesamt 217 Millionen Tonnen gebrochenen Naturstein, 55 Millionen Tonnen Kalk-, Dolomit und Mergelsteine zur industriellen Weiterverarbeitung und nur 1,4 Millionen Tonnen Naturwerksteine in Deutschland gewonnen wurden. Der Flächenverbrauch in Deutschland für Naturwerksteinbrüche ist somit äußerst gering.

Die beim Abbau und der Verarbeitung anfallenden Reste sind natürliches Gestein und können unmittelbar zum Verfüllen abgebauter Teile des Steinbruchs eingesetzt werden oder wirtschaftlich zum Beispiel im Garten- und Landschaftsbau, für Mauerwerk, für den Wasserbau sowie zur Herstellung von Schotter genutzt werden.

Dem eigentlichen Abbau im Steinbruch ist eine intensive Erkundung vorgeschaltet. Dabei wird beurteilt, ob möglichst große Steinblöcke aus Kerngestein in unverwitterter, rissfreier Qualität mit gutem Aussehen und guten technischen Eigenschaften in ausreichender Menge gewonnen werden können. Die vielfältigen Auflagen des Umwelt-, Landschafts-, und Wasserschutzes werden bei der Planung und Nutzung der Steinbrüche berücksichtigt und der Eingriff in die Natur auf ein Minimum beschränkt. Bereits während der Abbauphasen sind Steinbrüche besondere Lebensräume mit hoher Biodiversität. Seltene Pflanzen- und Tierarten finden hier einen Lebensraum, der nur durch den Betrieb des Steinbruchs geschaffen wird und in unserer Kulturlandschaft ansonsten nur noch selten vorzufinden ist.



6

Kreislauf der Natursteinwirtschaft

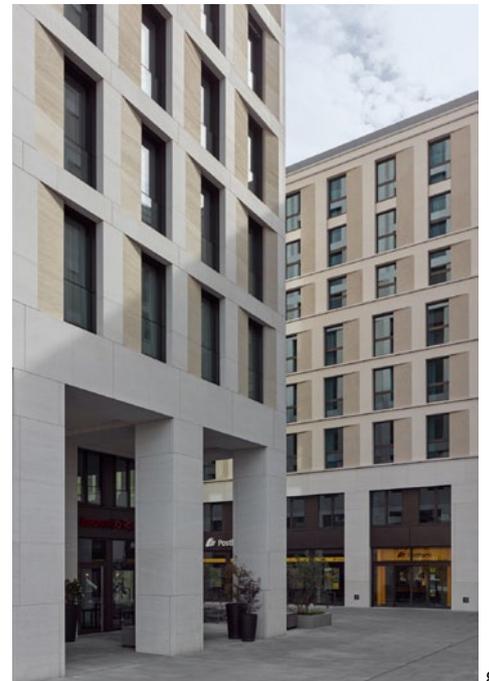
Falls das nutzbare Vorkommen erschöpft ist, kann sich eine weitere Nutzung des Steinbruchs in vielfältiger Form anschließen. Es gibt Zeugnisse für die Nutzung ehemaliger Steinbrüche zum Beispiel als Freizeitgelände und als Seen; daneben sind eine komplette Rekultivierung und Rückführung des Geländes an die Land- und Forstwirtschaft möglich.

Auch im Neubau und der Restaurierung können alte Bauteile aus Naturwerkstein nach dem Abriss eines vorhandenen Bauwerks häufig erneut bearbeitet und verwendet werden. In früheren Jahren war es selbstverständlich, dass Naturwerksteine aus alten Burgen und Kirchen für den Neubau von Nachfolgegebäuden wiederverwendet wurden. Im gesamten Kreislauf der Naturwerksteingewinnung, -bearbeitung und -rückführung geht nichts verloren. Hier besitzt der Naturwerkstein in den Jahrtausenden seiner Nutzung eine Sonderstellung vor anderen Baustoffen.

Nachhaltige Naturstein-Architektur

Es gibt viele hervorragende Beispiele für eine qualitätsvolle und ökologische Architektur unter Verwendung von Naturwerkstein. Einige besonders gelungene Projekte würdigt der Deutsche Naturwerkstein-Verband e.V. (DNV) mit der Verleihung des Deutschen Naturstein-Preises. Der Deutsche Naturstein-Preis stellt Naturstein als einen Baustoff in den Vordergrund, der hinsichtlich seiner Dauerhaftigkeit, der natürlichen Materialeigenschaften sowie der damit verbundenen materialgerechten Bearbeitungsmethoden im Zusammenspiel mit anderen Baustoffen vorbildlich ist. Ausgezeichnet werden herausragende Leistungen der Architektur und des Städtebaus, deren Qualität von den gestalterischen und konstruktiven Möglichkeiten des Baustoffs Naturstein geprägt sind, der durch die individuelle Behandlung von Details und Oberflächen wie kaum ein anderer Baustoff bei kleineren Projekten zu einem Raum bildenden Element und bei größeren Projekten zum stadträumlichen Element wird.

FASSADEN AUS NATURSTEIN ZEICHNEN SICH DURCH GERINGE CO₂-EMMISSIONEN IN DER HERSTELLUNG UND NUTZUNG AUS



DIE NUTZUNGSDAUER VON
FASSADEN AUS NATURSTEIN
LIEGT OFTMALS WEIT ÜBER
100 JAHRE



Vorteile der Naturwerksteine im Bauwesen

Naturwerkstein bietet im Hinblick auf die wesentlichen Kriterien für nachhaltige Bauweisen nachstehende Vorteile:

1

Senkung des Energiebedarfs und des Verbrauchs an Betriebsmitteln

- Für die Herstellung des Natursteins ist keine Energie notwendig – er wird uns von der Natur zur Verfügung gestellt. Naturwerkstein liegt als fertiges Produkt im Steinbruch vor und muss nicht wie beispielsweise Keramik aus verschiedenen Rohstoffen zusammengefügt und gebrannt werden.
- Lediglich bei der Gewinnung im Steinbruch und anschließender Bearbeitung im Natursteinwerk wird zur Herstellung der Produkte aus Naturwerkstein ein relativ geringer Energieeinsatz benötigt.
- Naturwerkstein trägt erheblich zur Senkung des Primärenergiebedarfs bei der Erstellung eines Gebäudes bei.

2

Vermeidung von Transporten von Baustoffen

- Deutschland verfügt über große Mengen abbaufähiger Natursteine. Aufgrund der großen Vielfalt heimischer Granite, Sandsteine, Kalksteine, Schiefer usw. kann der größte Bedarf an Werksteinen aus heimischen Vorkommen gedeckt werden.
- Die Verwendung heimischer Natursteine dient der Vermeidung unnötiger Transporte und fördert landschaftsgebundene Bauweisen.
- Auch bei längeren Transportstrecken ist die CO₂-Bilanz der Naturwerksteine gegenüber anderen Baustoffen günstig.
- Die Verwendung regionaler und europäischer Natursteinvorkommen ist zu bevorzugen.



3

Einsatz wieder verwendbarer/ verwertbarer Bauprodukte

- Naturwerksteinprodukte können nach der Nutzungsphase eines Bauwerks auf vielfältige Weise wiederverwendet werden. Viele Bauprodukte aus Naturwerkstein, wie beispielsweise Fensterbänke, Pflaster- und Mauersteine, können direkt für neue Bauwerke verwendet werden.
- Ebenso ist eine Wiederverwendung als Zuschlagsstoff für andere Werkstoffe möglich.
- Nicht mehr verwendbare Naturwerksteinprodukte werden zu Schotter und Splitt verarbeitet.



12



11

4

Verlängerung der Lebensdauer von Bauprodukten und Baukonstruktionen

- Naturwerksteine weisen ungewöhnlich hohe Nutzungszeiträume von bis zu tausenden Jahren auf.
- Natursteinbeläge mit starken Verschleißspuren können einfach abgeschliffen werden, so dass quasi wieder neuwertige Beläge entstehen.
- Der Lebenszyklus von gut geplanten Natursteinfassaden ist auf Jahrhunderte ausgelegt.
- Dabei ist darauf zu achten, dass die Gebäude mit langlebigen Details errichtet werden, so dass Bauelemente aus anderen Materialien mit kürzerer Lebensdauer (z.B. Fenster) leicht ausgetauscht werden können.

5

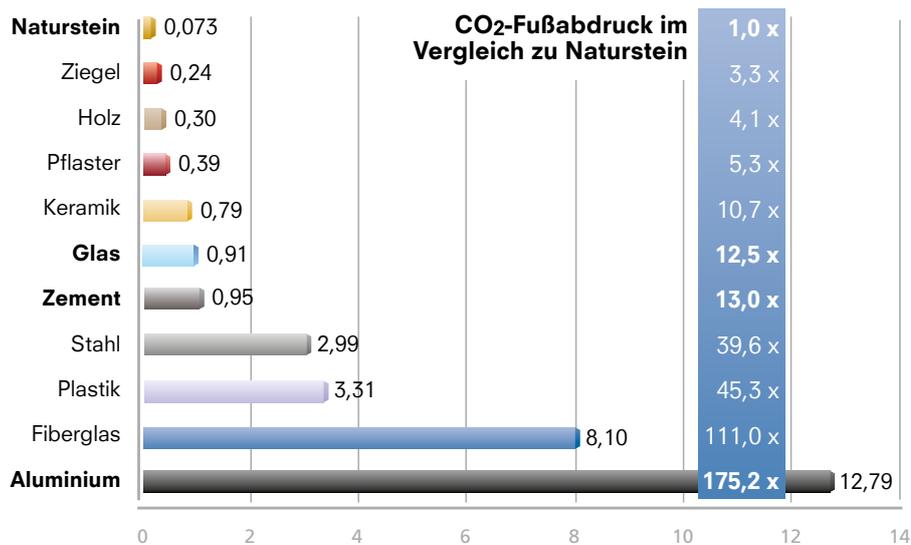
Gefahrlose Rückführung der Baustoffe

- Naturwerksteine enthalten keinerlei Schadstoffe und können ohne Probleme wieder in den natürlichen Stoffkreislauf eingefügt werden.
- Eine sortenreine Trennung ist bei Natursteinanwendungen, beispielsweise hinterlüfteten Außenwandbekleidungen, problemlos möglich.

Nachhaltigkeitsstudien für Baustoffe

Wie eine britische Studie zeigt, weisen Naturwerkstein unter allen Baustoffen das geringste **Treibhauspotenzial** auf. Im Vergleich zu Naturwerksteinweisen weisen andere Baumaterialien danach wesentlich höhere CO₂-Fußabdrücke auf:

Verursachter CO₂-Ausstoß (embodied Carbon) bei gängigen Baumaterialien



IM KREISLAUF DER NATURSTEINE GIBT ES KEINERLEI ABFALLSTOFFE – DAS RESTMATERIAL, DAS BEIM FRÄSEN ODER SPALTEN DER STEINPLATTEN UND -QUADER ENTSTEHT, GEHT NICHT EINFACH VERLOREN, SONDERN KANN AUF VIELFÄLTIGE WEISE GENUTZT WERDEN

Nachhaltigkeitsstudien des DNV

Der Deutsche Naturwerkstein-Verband e. V. (DNV) hat für mehrere Anwendungsbe-
reiche des Naturwerksteins Nachhaltigkeitsstudien erstellen lassen, die auf Ökobilanzen
der verwendeten Baustoffe beruhen. Diese Nachhaltigkeitsstudien wurde auf der
Grundlage der LCA-Methode (engl. LCA – Life Cycle Assessment) durchgeführt.
Darunter versteht man eine systematische Analyse der Umwelteinwirkungen von Pro-
dukten während des gesamten Lebensweges („von der Wiege bis zur Bahre“). Dazu
gehören sämtliche Umwelteinwirkungen während der Produktion, der Nutzungsphase
und der Entsorgung des Produktes, sowie die damit verbundenen vor- und nach-
geschalteten Prozesse (z. B. Herstellung der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe).

Nachstehende Indikatoren werden im Rahmen der Nachhaltigkeitsstudien ermittelt:

- ▶ Primärenergie (erneuerbar und nicht erneuerbar) in MJ
- ▶ Treibhauspotenzial (GWP – Global Warming Potential)
in kg Kohlendioxid-Äquivalent (CO₂-Äq.)
- ▶ Ozonabbaupotenzial (ODP – Ozone Depletion Potential)
in kg Referenz-FCKW-Äquivalenten (R11-Äq.)
- ▶ Versauerungspotenzial (AP – Acidification Potential)
in kg in Schwefeldioxid-Äquivalent (SO₂-Äq.)
- ▶ Eutrophierungspotenzial (EP – Eutrophication Potential)
in kg Phosphat-Äquivalent (PO₄-Äq.)
- ▶ Sommersmogpotenzial (POCP – Photochemical Ozone Creation Potential)
in kg Ethen-Äquivalent (C₂H₄-Äq.)

Von besonderer Bedeutung ist die Wirkung des anthropogenen Treibhauseffekts, der
zur Erderwärmung führt. Ursache sind Treibhausgase wie CO₂, Distickstoffmonoxid
(N₂O) und Methan (CH₄); reflektieren langwellige Strahlung und verhindern, dass sie die
Atmosphäre überwindet. Die Emissionen werden als Treibhauspotenzial (GWP – Global
Warming Potential) in kg Kohlendioxid-Äquivalent (CO₂-Äq.) angegeben.

Nachhaltigkeitsstudie Fassadensysteme

Die Ergebnisse der Nachhaltigkeitsstudie zeigen, dass Fassadenkonstruktionen mit
Naturstein erhebliche ökologische und ökonomische Vorteile z.B. gegenüber Glaskon-
struktionen aufweisen.

Im ersten Teil der von PE International erstellten Studie wird eine typische Naturstein-
fassadenkonstruktion nach DIN 18516-3 mit einer Glasfassadenkonstruktion auf der
Basis eines Quadratmeters Fassadenfläche verglichen.

Über den Zeitraum von 100 Jahren zeigt die Natursteinfassade deutliche ökologische
Vorteile gegenüber einer Glasfassade. Zusammenfassend ist festzustellen, dass Natur-
steinfassaden sowohl in der Herstellung als auch in der Nutzungsphase wesentlich
weniger Primärenergie benötigen als Glaselemente, sodass über den gesamten Lebens-
zyklus betrachtet, für Glasfassaden mehr als das Dreifache
an Primärenergie aufgewandt werden muss.

Wird die Herstellung separat betrachtet, so zeigt sich, dass die Glasfassade einen etwa
doppelt so hohen Bedarf an energetischen Ressourcen benötigt als die Naturstein-
fassade.

NATURSTEINFASSADEN BENÖTIGEN
WENIG PRIMÄRERNEURGIE UND
WEISEN NUR GERINGE WERTE DER
GENANNTEN INDIKATOREN AUF



**AUCH IN WEITEREN
UMWELTKENNGRÖSSEN (z. B.
TREIBHAUSGASEMISSIONEN)
WEIST DIE NATURSTEINFASSADE
DEUTLICHE ÖKOLOGISCHE
VORTEILE AUF.**

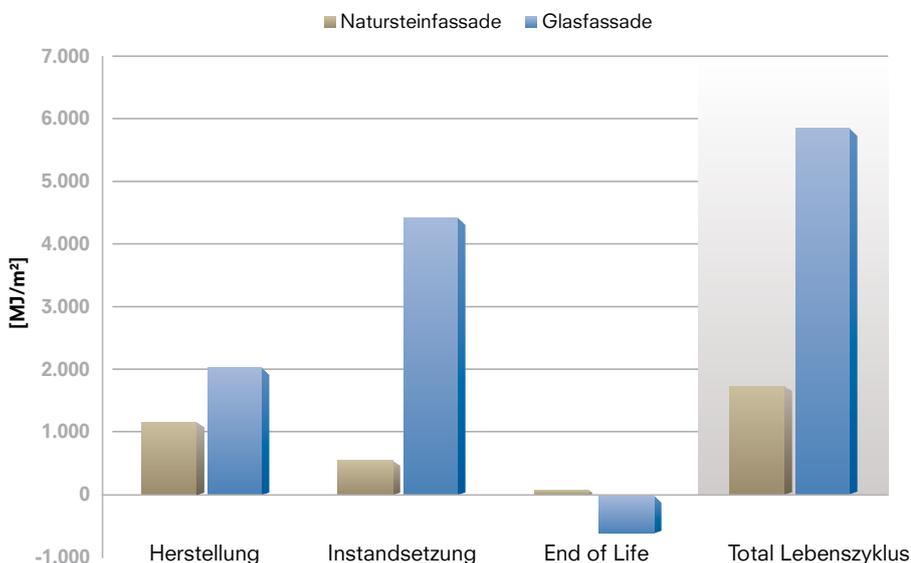


15

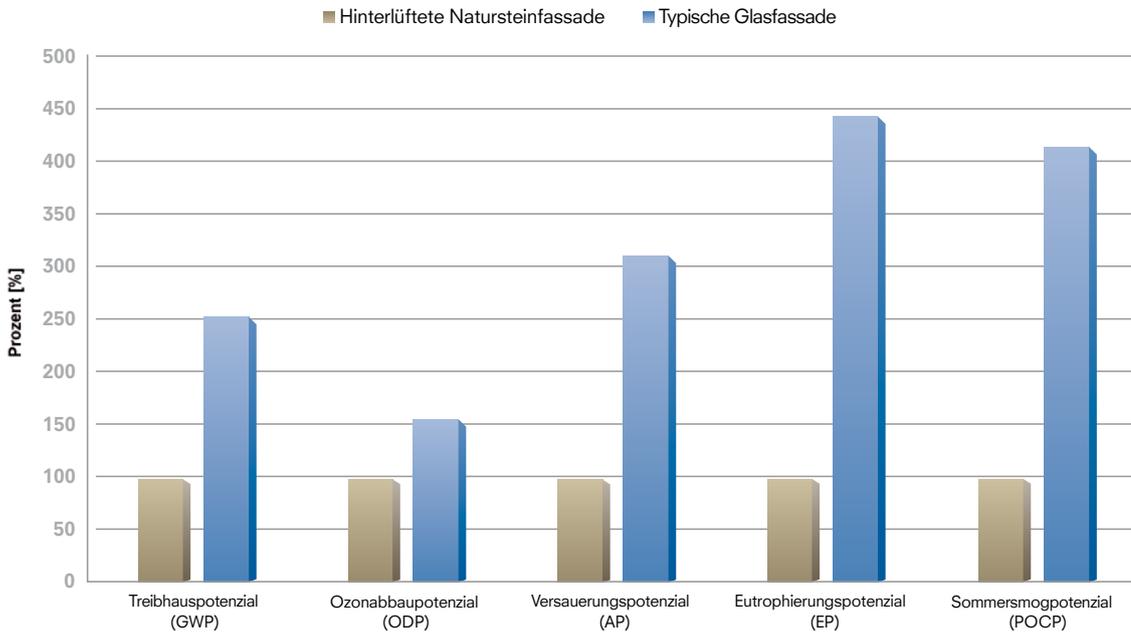
Im weiteren Lebenswegverlauf wird die Nutzungsphase durch die Instandhaltungsmaßnahmen abhängig von Austauschzyklen der eingesetzten Bauteile dominiert. Während die Natursteinfassade mit ihren relativ langlebigen Bauteilen mit etwa 50 % der energetischen Ressourcen für diese Phase gegenüber der Herstellung auskommt, ist die austauschintensivere Instandhaltung der Glasfassade die relevanteste ökologische Phase während des gesamten Lebenszyklus.

Über 100 Jahre gerechnet werden einzelne Bauteile bis zu dreimal komplett gewechselt. Die Reinigung mit Wasser ist insgesamt, obwohl wichtiger Aspekt ökonomischer Betrachtungen, vom ökologischen Standpunkt aus vernachlässigbar. Der für den Wärmeschutz bedeutende U-Wert ist bei der untersuchten Natursteinfassade mit $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ wesentlich geringer als bei der Glasfassade mit $1,25 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dies bedeutet, dass die Transmissionswärmeverluste und damit der Wärmebedarf des Gebäudes bei der Natursteinfassade deutlich geringer sind. Die ökonomischen Auswirkungen der Wärmeverluste im Winter sowie des im Sommer benötigten Kühlbedarfs sind in der Studie ebenfalls berücksichtigt.

Primärenergiebedarf über den Lebenszyklus der Natursteinfassade und der Glasfassade in $[\text{MJ}/\text{m}^2]$



Auswertung der Umweltbelastungen über den Lebenszyklus (100 Jahre)



Nach der Nutzungsphase zeigt sich, dass die Natursteinfassade bezogen auf den Gesamtlebenszyklus geringe ökologische Lasten (Ressourcenbedarf und Emissionen) bewirkt. Bei der Betrachtung des Lebensendes ist festzustellen, dass bei der Glasfassade die eingesetzten Materialien wie Aluminium und Kunststoff ökologische Gutschriften erhalten, da durch die Rückführung dieser Materialien in den Stoffkreislauf eine aufwendige Primärproduktion (GF) vermieden werden kann.

Die betrachteten Umwelteinwirkungen der Glasfassade (GF) sind zwischen 60% und rund 360% höher als die der Natursteinfassade (NSTF):

Umwelteinwirkungen

	NSTF : GF
Treibhauspotenzial (CO ₂ -Äquivalent; GWP)	1 : 2,5
Ozonabbaupotenzial (R11; ODP)	1 : 1,6
Versauerungspotenzial (SO ₂ -Äquivalent; AP)	1 : 3,1
Eutrophierungspotenzial (PO ₂ -Äquivalent; EP)	1 : 4,4
Sommersmogpotenzial (C ₂ H ₂ -Äquivalent; POCP)	1 : 4,3

NATURWERKSTEIN IST MIT
MODERNER BEARBEITUNGS-
TECHNIK INDIVIDUELL FORMBAR
UND DREIDIMENSIONAL



Im zweiten Teil der Studie wird die ökologische Performance der ausgeführten Fassade (Fassadenvariante 1) am OpernTurm in Frankfurt mit zwei theoretischen Fassadenkonstruktionen (Fassadenvariante 2 und 3) verglichen:

- Fassadenvariante 1:**
 Am OpernTurm in Frankfurt realisierte Fassade, bestehend aus einer elementierten, hinterlüfteten Natursteinfassade (17 %), einer hinterlüfteten Natursteinfassade nach DIN 18516-3 (33 %), sowie Glaselementen (50 %).
- Fassadenvariante 2:**
 Hinterlüftete Natursteinfassade nach DIN 18516-3 mit einem Fensteranteil von 50 %.
- Fassadenvariante 3:**
 Adäquate Glasfassade, bestehend aus Glaselementen (90 %) und hinterlüfteter Natursteinfassade nach DIN 18516-3 (10 %).

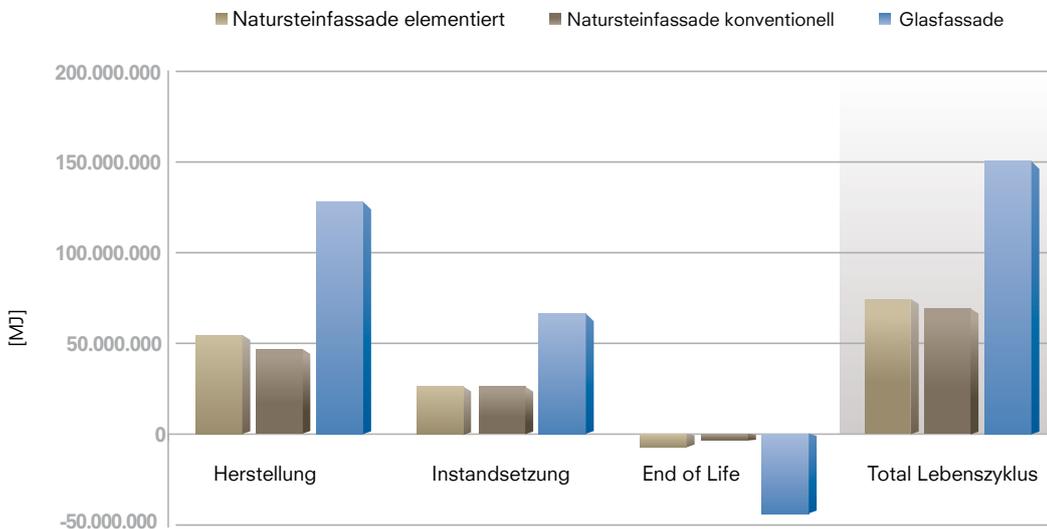
Die ökologische Analyse der in der Studie behandelten Fassadenvarianten ist auf der Basis von in der Fassadenstudie des DNV beschriebenen Annahmen zu Methodik und Daten für einen Betrachtungszeitraum der Fassaden-Lebenszyklen von 50 Jahren durchgeführt, gemäß dem Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“.

In nachstehender Abbildung ist der Primärenergiebedarf über den Lebenszyklus der drei Fassadenvarianten dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die ausgeführte Natursteinfassade ca. 50 % weniger Primärenergiebedarf benötigt als die betrachtete Glasfassade.

Über den betrachteten Zeitraum weisen die beiden betrachteten Natursteinfassaden gegenüber der Glasfassade auch deutliche ökologische Vorteile in allen betrachteten Umweltkenngößen auf. Abhängig von den Umweltkenngößen betragen die Emissionen und energetischen Ressourcenverbräuche der Natursteinfassaden etwa ein Drittel bis zwei Drittel der Umwelteinwirkungen und Ressourcenverbräuche der Glasfassade.

Wird die Herstellungsphase separat betrachtet, so zeigt sich, dass die Glasfassade einen etwa doppelt so hohen Bedarf an energetischen Ressourcen benötigt als die Natursteinfassaden. Auch in weiteren Umweltkenngößen (z. B. Treibhausgasemissionen) zeigt die Herstellungsphase der Natursteinfassaden deutliche ökologische Vorteile auf.

Primärenergiebedarf [MJ] über den Lebenszyklus der ausgeführten, elementierten Natursteinfassade, der optionalen Glasfassade sowie der optionalen konventionellen Natursteinfassade in [MJ] am Beispiel des OpernTurms





**DIE AUSGEFÜHRTE NATURSTEIN-
 FASSADE BENÖTIGT CA. 50 %
 WENIGER PRIMÄRENERGIEBEDARF
 ALS DIE BETRACHTETE
 GLASFASSADE.**

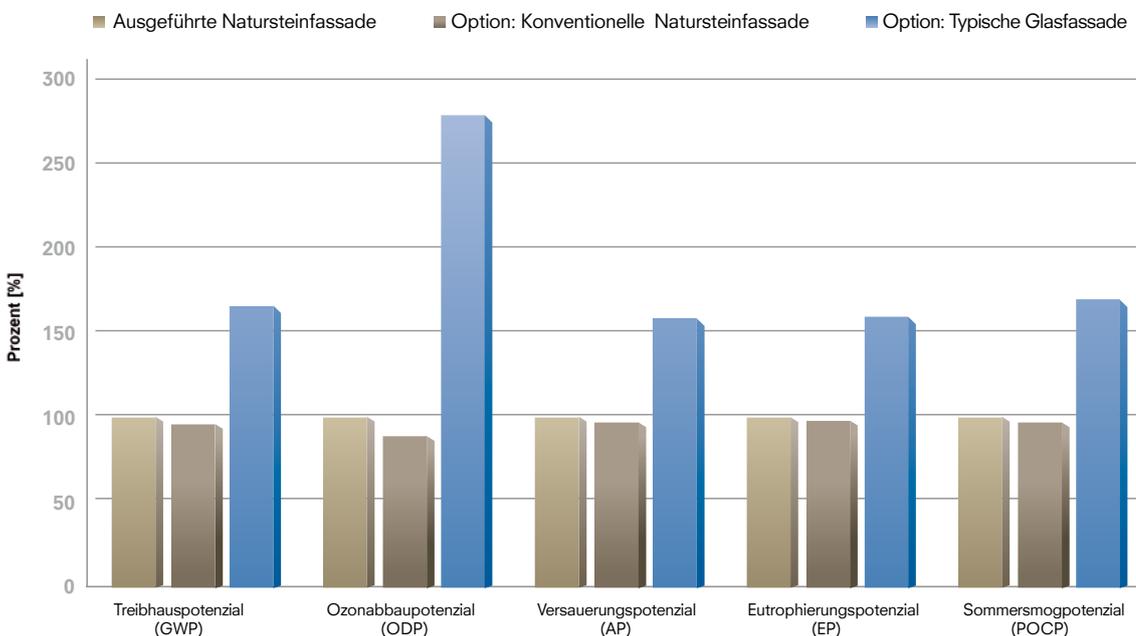
Nachhaltigkeitsstudie – Ökobilanzen
 von Fassadenkonstruktionen
 mit Naturstein und Glas, DNV



17

Im weiteren Lebenswegverlauf wird die Nutzungsphase durch die Instandhaltungsmaßnahmen abhängig von Austauschzyklen der eingesetzten Bauteile dominiert. Während die Natursteinfassaden mit ihren relativ langlebigen Bauteilen mit etwa 50 % der energetischen Ressourcen für diese Phase gegenüber der Herstellung auskommen, beträgt der Anteil der Instandhaltung bei der Glasfassade etwa 80 % gegenüber der Herstellung. Während der betrachteten 50 Jahre werden einzelne Bauteile bis zu dreimal komplett gewechselt. Die Ergebnisse der Ökobilanz sind für die Reinigung mit Wasser insgesamt, obwohl ein wichtiger Aspekt ökonomischer Betrachtungen, vernachlässigbar.

**Auswertung der Umweltbelastungen der drei Szenarien über 50 Jahre:
 Bezugsgröße ist die ausgeführte Fassade**



Bei der Betrachtung des Lebensendes ist festzustellen, dass bei der Glasfassade die eingesetzten Materialien wie Aluminium und Kunststoff ökologische Gutschriften erhalten, da durch die Rückführung dieser Materialien in den Stoffkreislauf eine aufwendige Primärproduktion vermieden werden kann.

Die betrachteten Umwelteinwirkungen der Glasfassade (GF) liegen zwischen 60 % und 175 % höher als die der ausgeführten Natursteinfassade (NSTF ausgef.):

Umwelteinwirkungen

	NSTF ausgef. : GF
Treibhauspotenzial (CO ₂ -Äquivalent; GWP)	1 : 1,7
Ozonabbaupotenzial (R11; ODP)	1 : 2,8
Versauerungspotenzial (SO ₂ -Äquivalent; AP)	1 : 1,6
Eutrophierungspotenzial (PO ₂ -Äquivalent; EP)	1 : 1,6
Sommersmogpotenzial (C ₂ H ₂ -Äquivalent; POCP)	1 : 1,7

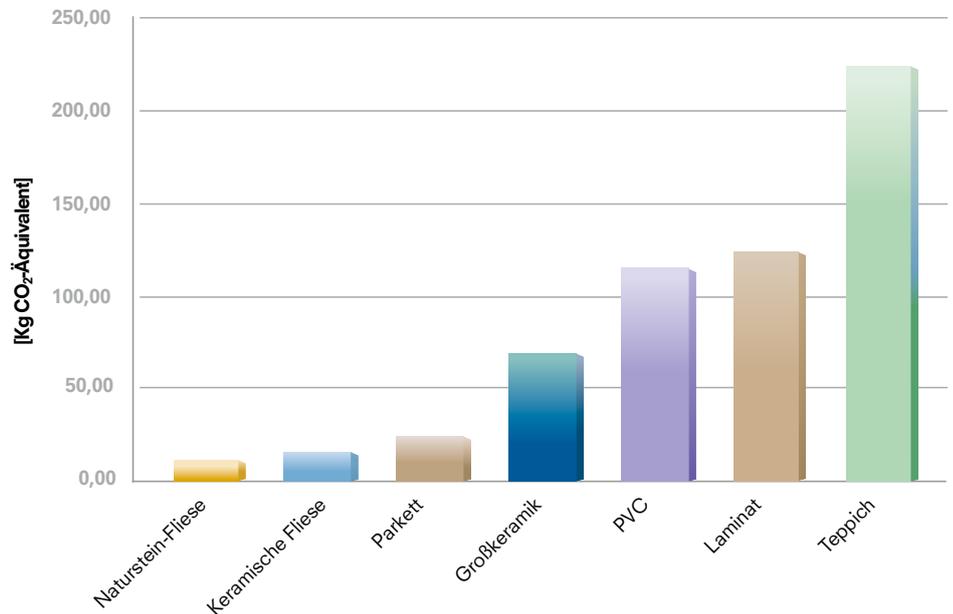
Nachhaltigkeitsstudie Fußbodensystem (Innenbereich)

Gegenstand der Nachhaltigkeitsstudie ist die Ermittlung der ökologischen Performance unterschiedlicher Bodenbeläge, die für unterschiedliche Anwendungen im öffentlichen und gewerblichen Innenbereichen verwendet werden.

Die ökologischen Auswirkungen der Tragkonstruktion mit Betondecke, Dämmschichten, Estrich sowie der unterschiedlichen Bodenbeläge einschließlich deren Verlegemörtel wurden in einem Screening-Verfahren ebenfalls über den gesamten Lebenszyklus betrachtet. Grundlage der Datenerhebung sind vorhandene Umweltproduktdeklarationen (EPD) der verschiedenen Baustoffhersteller.



GWP in kg CO₂-Äquivalent für unterschiedliche Bodenbeläge über den gesamten Lebenszyklus



Wie aufgrund des geringen Primärenergiebedarfs von Naturwerkstein zu erwarten war, erzielen Bodenbeläge aus Naturwerkstein in der Ökobilanz sehr gute Ergebnisse. Nach Angaben des Bundesverbandes Baustoffe – Steine und Erden liegen die Kosten des Energieverbrauchs zur Be- und Verarbeitung von Naturwerkstein bei lediglich 3,3 % des Produktionswerts.

Ein Vergleich aller Bodenbeläge zeigte, dass Beläge aus Naturwerkstein insgesamt deutlich niedrigere Umweltbelastungen durch Produktion, Errichtung und Nutzung verursachen als Großkeramik, Teppich, PVC, Laminat und Parkett.

In der besonders wichtigen Wirkungskategorie Treibhauspotenzial (GWP) weisen die Herstellung und Nutzung der Bodenbeläge mit Naturwerksteinfliesen deutlich niedrigere CO₂-Äquivalente auf, als bei der Herstellung und Nutzung der anderen Belagsmaterialien anfallen. Mit 10,9 Kilogramm CO₂-Äqv. sind dem GWP der Naturwerksteinfliese samt dem dazugehörigen Klebemörtel die geringsten Emissionen zuzuordnen. Der GWP des Teppichs ist im Vergleich zu der Naturwerksteinfliese mit einem Wert von ca. 223 Kilogramm CO₂-Äqv. (vgl. Grafik 1) mehr als 20-fach so hoch.



19

BODENBELÄGE AUS NATURSTEIN
WEISEN EXTREM HOHE NUTZUNGS-
DAUERN UND GERINGE UNTER-
HALTUNGSKOSTEN AUF



20

Nachhaltigkeitsstudie Außenbeläge

Gegenstand der Nachhaltigkeitsstudie ist die Ermittlung der ökologischen Performance unterschiedlicher Beläge für Verkehrswege im Außenbereich, die in öffentlichen und privaten Bereichen verwendet werden.

Die ökologischen Auswirkungen der Tragschichten, Bettungen und Deckschichten der unterschiedlichen Belagskonstruktionen wurden in einem Screening-Verfahren über den gesamten Lebenszyklus betrachtet.

Grundlage der Datenerhebung sind öffentliche Umweltproduktdeklarationen (EPD) der verschiedenen Baustoffhersteller und Daten aus der Plattform ÖKOBAUDAT des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat (BMI).

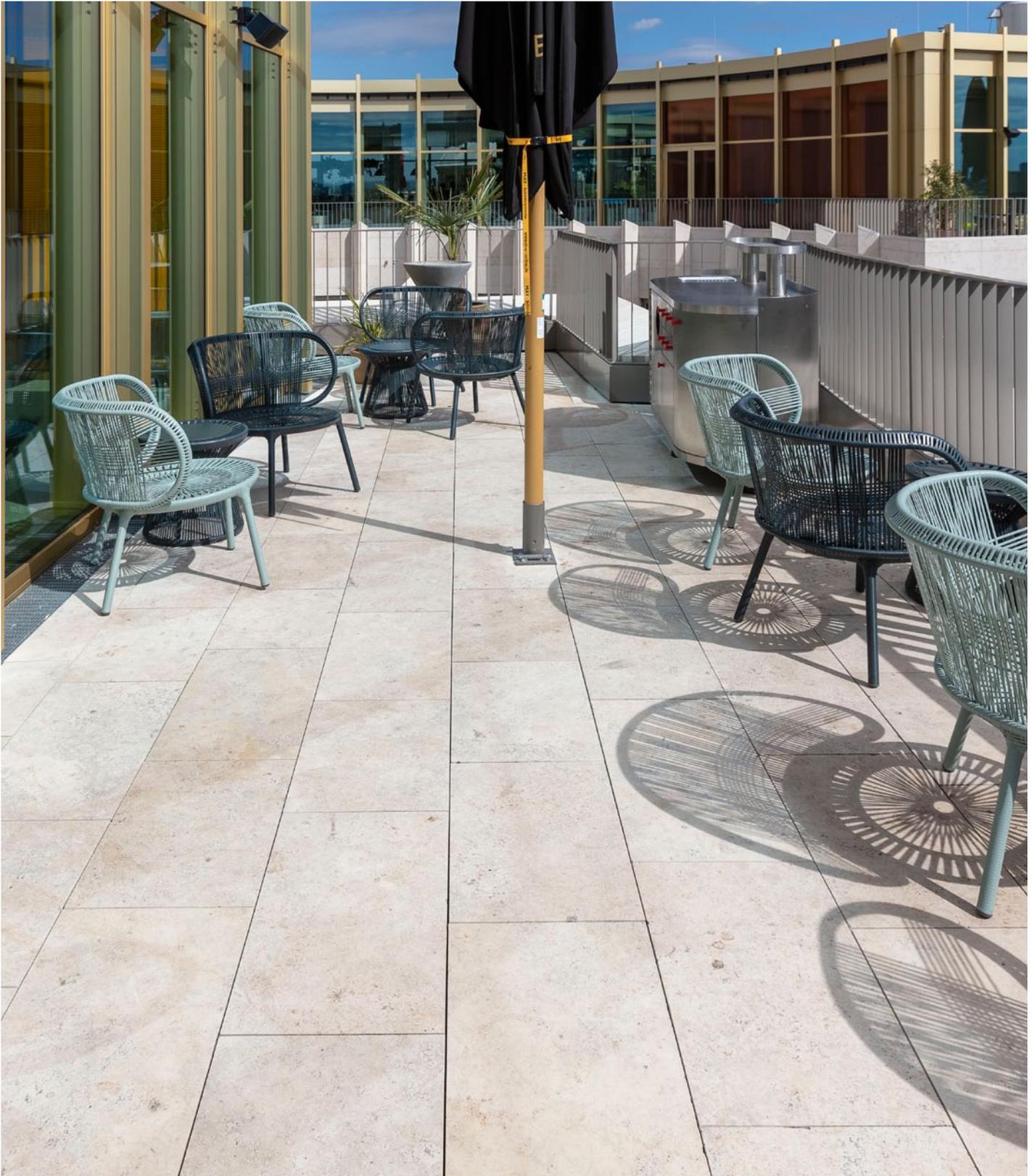
Ein Vergleich der untersuchten Belagskonstruktionen für einen Nutzungszeitraum von 100 Jahren, der beispielsweise für Pflastersteine aus Granit durchaus üblich ist, veranschaulicht den niedrigen Verbrauch von Energie für Außenbeläge aus Naturwerkstein.

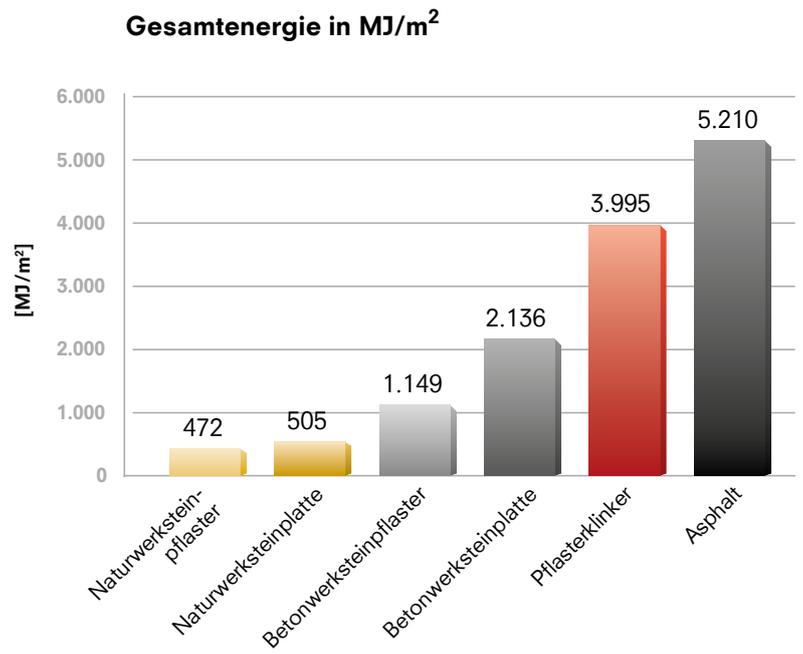
Der Energiebedarf von Außenbelägen mit Pflastersteinen aus Naturwerkstein beträgt mit ca. 470 MJ/m² nur etwa 1/10 des Energiebedarfs von Pflasterklinker (4.000 MJ/m²) und von Asphaltdecken (5.210 MJ/m²).

Der Primärenergiebedarf bei der Verwendung von Naturwerksteinplatten für eine Verkehrsfläche mit 1.000 m² beträgt beispielsweise in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren lediglich ca. 505.000 MJ. Im Vergleich dazu benötigt man für die gleiche Fläche mit Betonwerksteinplatten ca. 2.136.000 MJ Primärenergie. Legt man einen Richtwert für den Stromverbrauch eines durchschnittlichen Zwei-Personen-Haushaltes von 2700 Kilowattstunden im Jahr zugrunde, könnten mit der eingesparten Energie ca. 170 Zwei-Personen-Haushalte für ein Jahr mit Strom versorgt werden. Gegenüber Pflasterklinker könnten mit der eingesparten Primärenergie ca. 360 Zwei-Personen-Haushalte und bei Asphalt ca. 480 Zwei-Personen-Haushalte für ein Jahr mit Strom versorgt werden.

BODENBELÄGE AUS NATURSTEIN
IM AUSSENBEREICH HABEN SEIT
VIELEN JAHRHUNDERTEN NICHTS
VON IHRER FASZINATION
VERLOREN.

TERRASSENBELÄGE AUS NATUR-
STEIN DIENEN DER HOCH-
WERTIGEN GESTALTUNG VON
AUSSENRÄUMEN

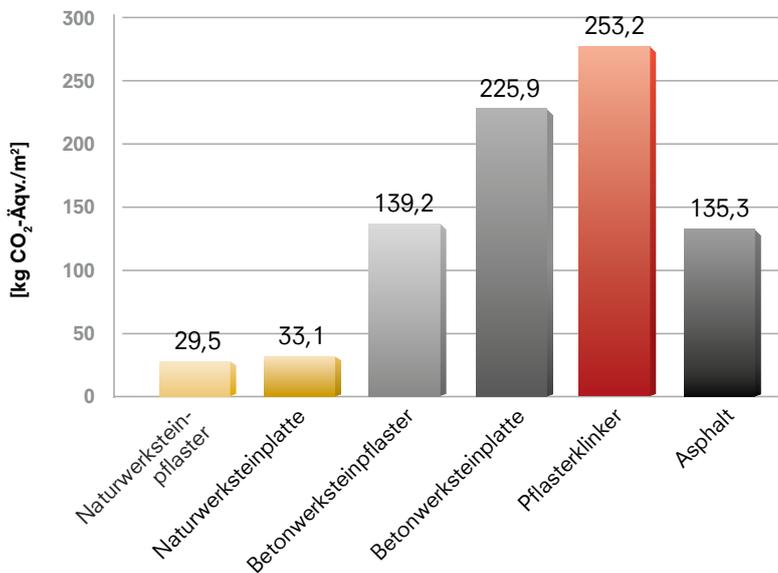




DIE GESTALTUNG VON PLÄTZEN
IM AUSSENBEREICH MIT NATUR-
STEIN FOLGT OFTMALS EINER
LANGEN TRADITION



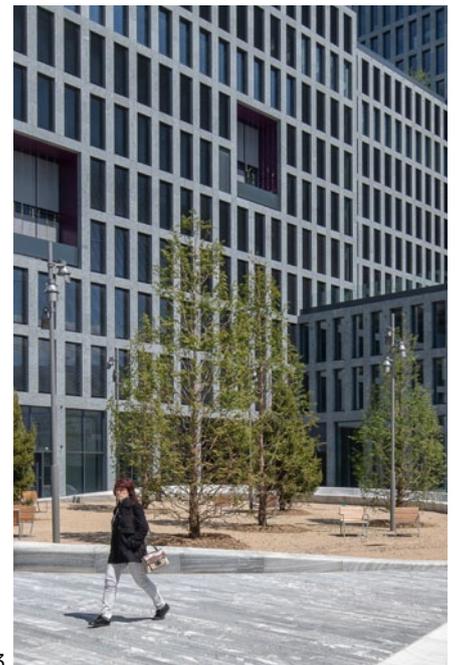
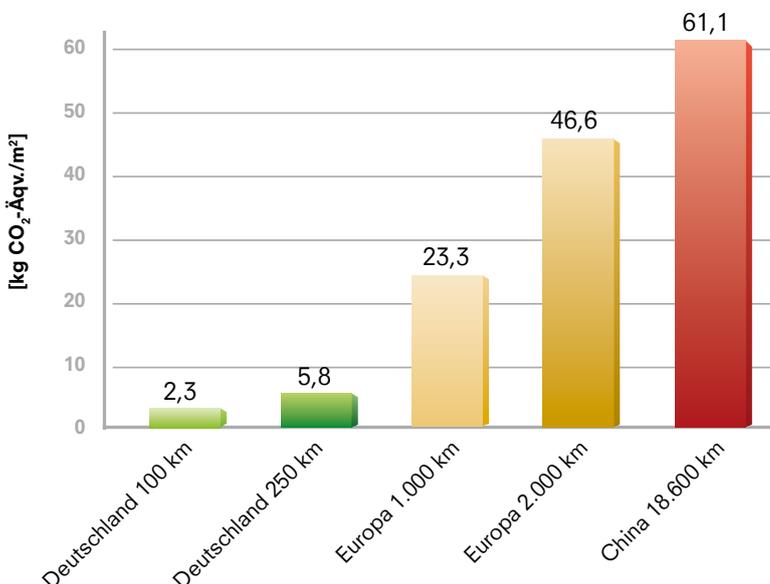
GWP in 100 Jahren



In der besonders wichtigen Wirkungskategorie Treibhauspotenzial (**GWP**) weisen die Bodenkonstruktionen mit Pflastersteinen und Platten aus Naturstein in der Herstellung und Nutzung deutlich niedrigere CO₂-Äquivalente auf als die anderen Belagsmaterialien. Mit 29,5 Kilogramm CO₂-Äqv. sind dem **GWP** der Pflastersteine aus Naturwerkstein in der Herstellung die geringsten Emissionen zuzuordnen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Verwendung von Naturstein ist der Einfluss der Transporte. Während bei der Verwendung lokaler Naturwerksteine mit 100 km Lkw-Transport nur 2,33 Kilogramm CO₂-Äqv. je Quadratmeter Bodenbelag bzw. 5,83 Kilogramm CO₂-Äqv./m² bei 250 km Lkw-Transport entstehen, sind es bei einem Transport innerhalb Europas bei 1.000 km Lkw-Transport 23,32 Kilogramm CO₂-Äqv./m², bei 2.000 km Lkw-Transport 46,64 Kilogramm CO₂-Äqv./m² und bei Naturwerksteinen aus China (18.600 km Schiff-, 750 km Lkw-Transport) 61,07 Kilogramm CO₂-Äqv. je Quadratmeter Bodenbelag.

Transportemissionen Naturwerkstein



FAZIT

Die Nachhaltigkeitsstudien des DNV zeigen, dass mit der Verwendung von Naturwerkstein ein erheblicher Beitrag zur Reduzierung der Kohlendioxidemissionen im Bauwesen geleistet werden kann. Naturwerkstein steht bereits als fertiges Produkt zur Verfügung und für dessen Gewinnung und Bearbeitung ist nur ein geringer Energieaufwand erforderlich. Naturstein nimmt unter allen Baustoffen eine besondere Stellung ein. Darüber hinaus ist Naturwerkstein ein extrem langlebiger Baustoff und kann am Lebensende des Gebäudes wiederverwendet oder zu Splitt und Schotter verarbeitet werden. Im Gegensatz zu anderen Baustoffen ist die verwendbare Menge, welche aus dem von unserem Planeten entnommenen Rohstoff hergestellt wird, im Vergleich zu anderen Baustoffen sehr hoch und die Natursteinvorkommen in Deutschland und auch weltweit sind quasi unerschöpflich.



Impressum

Herausgeber:
DNV
Deutscher Naturwerkstein-
Verband e.V.
Sanderstraße 4
97070 Würzburg
Telefon 0931/1 20 61
Telefax 0931/1 45 49
www.natursteinverband.de

Gestaltung:
allegria design – Oppermann
München
www.allegriadesign.de

Redaktion:
Reiner Krug

Copyright:
Printed in Germany 2022

Papier:
Offset Naturpapier, FSC zertifiziert

Druck:
Klimaneutraler Druck



Die bei der Herstellung für diese Broschüre entstandenen CO₂-Emissionen bei Druck und Produktion hat der DNV neutralisiert. Dazu wurde am 14.06.2022 mit der Transaktionskennung 12518-1907-1001 bei **climate partner** die entsprechende Menge an CO₂-Emission ausgeglichen.

Fotonachweis ©:

Umschlag vorne: Lauster Steinbau, Stuttgart
Innenteil:

1, 3, 5, 7, 8, 16, 23: Hofmann Naturstein,
Werbach-Gamburg
4, 15, 17, 18, 20, 24: Franken-Schotter,
Treuchtlingen-Dietfurt
2, 9, 14, 19, 21: Lauster Steinbau, Stuttgart
22: Kusser Granitwerke, Aicha vorm Wald
10: benjaminolte, AdobeStock.com
11: difeng, AdobeStock.com
12: Horst Eisele, AdobeStock.com

Wir danken unseren Mitgliedsbetrieben für
das Bereitstellen des Bildmaterials.

Quellennachweis Grafiken:
S. 10 oben: [circularecology.com/
embodied-carbon-footprint-database.html](http://circularecology.com/embodied-carbon-footprint-database.html))
13: Double Brain, Adibe Stock.com
Montage-Illu und Ressourcen-Illu:
angelha, AdobeStock.com
weitere Grafiken:
[www.natursteinverband.de/
nachhaltigkeit.html](http://www.natursteinverband.de/nachhaltigkeit.html)



**zukunft.
naturstein**
NATÜRLICH. NACHHALTIG.

Herausgegeben vom
Deutschen Naturwerkstein-
Verband e. V. (DNV)
Sanderstraße 4
97070 Würzburg
Telefon 0931/12061
Telefax 0931/14549
www.natursteinverband.de

Eine Initiative
des DNV



Sie wollen mehr über die Nachhaltigkeit
von Naturstein erfahren?
Nehmen Sie mit uns Kontakt auf.

zukunftnaturstein.de