



## Denkmalschutzgerechte Gestaltung der Außenflächen der Villa Mutzenbecher mit Natursteinpflaster



### Lernmodul Straßenbau Hinweise für Lehrende

Das Projekt GESA wird im Rahmen des ESF-Bundesprogramms „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung befördern. Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf – BBNE“ durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie den Europäischen Sozialfonds gefördert.

# 1 Grundsätzliches und Aufbau des Lernmoduls

Die Lernmodule orientieren sich an real durchgeführten Sanierungsarbeiten in einem denkmalgeschützten Bauwerk, das im Gründerzeitalter um 1900 in Hamburg im Wald des Niendorfer Geheges erbaut wurde. Seit 2017 wird das Gebäude der 'Villa Mutzenbecher' durch einen öffentlich gemeinnützigen Träger restauriert. Jugendliche und Erwachsene aus unterschiedlichen Bildungsgängen können außerhalb des Lernorts Schule ihre berufliche Handlungskompetenz hinsichtlich denkmalgerechter Sanierungspraxis erweitern. Im Zuge des ESF-Bundesprogramms „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung – Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf (BBNE)“ liegt ein weiterer Schwerpunkt in der Förderung von nachhaltigkeitsbezogenen Kompetenzen.

Im Sinne der Agenda 2030 sollen Fachkräfte in der Lage sein, ihr berufliches Handeln unter Beachtung ökologischer, sozialer und ökonomischer Wirkungen zu beurteilen. Besonders die Baubranche kann durch energieeffiziente Gebäude wesentlich zur Emissionsminderung und damit zum Klimaschutz beitragen. Sobald Gebäude – insbesondere im Bestand – energetisch saniert werden, ist Gewerke übergreifende Kooperation gefragt. Erst im Dialog aller beteiligten Gewerke sowie mit Planer:innen und Architekt:innen lassen sich die Schnittstellen der Berufe organisieren und Arbeitsprozesse so koordinieren, dass ein Gebäude als ganzheitliches System realisiert werden kann. Die Beteiligten qualifizieren sich, indem sie ihr berufliches Fachwissen um Kenntnisse zu neuen Produkten und Arbeitsweisen erweitern.

**Alle Module berücksichtigen deshalb die vier Bezugspunkte (s. Abbildung 1):**

1. Anforderungen des Denkmalschutzes im historischen Kontext
2. Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE)
3. Gewerke übergreifendes Arbeiten
4. Inhalte der Ordnungsmittelvorgaben der betreffenden Ausbildungsberufe

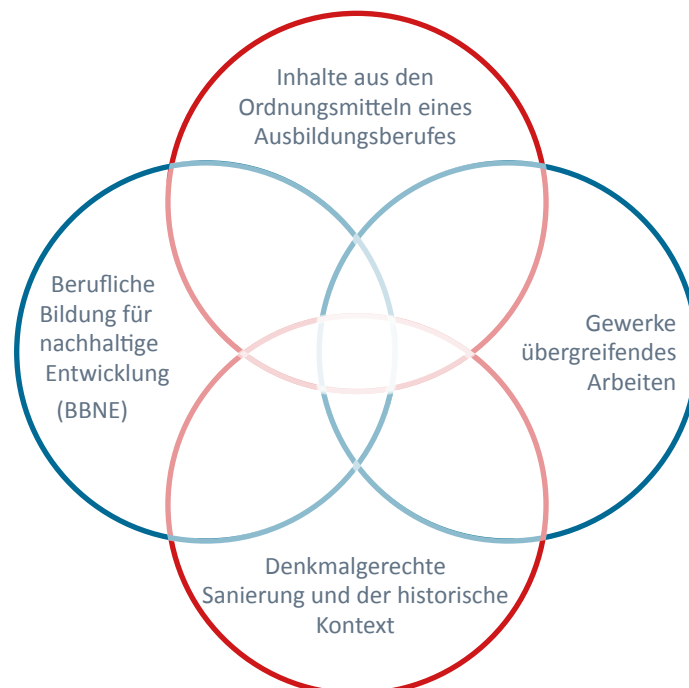





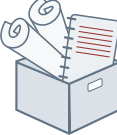


Abbildung 1: Didaktische Bezugspunkte für die Lernmodule

Die insgesamt 15 Lernmodule teilen sich in Querschnitts- und Fachmodule auf. In den Querschnittsmodulen werden grundlegende Inhalte des Denkmalschutzes, der Beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung und des Gewerke übergreifenden Arbeitens thematisiert. Ausgangspunkt der Fachmodule sind konkrete Sanierungsarbeiten in der Villa. Die berufsfachlichen Anforderungen, die sich aus den jeweiligen Ordnungsmitteln der Ausbildungsberufe ergeben, werden darin mit den Querschnittsinhalten verknüpft. Dabei werden auch die Schnittstellen der vor- und nachgelagerten Gewerke beachtet.

Sämtliche Lernmodule wurden zunächst als haptische, erfahrungsorientierte und authentische Lernangebote konzipiert. Die Arbeitsmaterialien bestehen aus Selbstlernphasen als auch aus Phasen, die von Lehrenden anzuleiten sind. Ein Modul dauert mindestens zehn Zeitstunden. Module, die in der Villa Mutzenbecher umgesetzt werden, lassen sich direkt mit dem realen Gegenstand verbinden. Alle Materialien sind auch als OER veröffentlicht, wodurch sie sich auch außerhalb durchführen lassen.

Die Lernmaterialien sind am Seitenrand mit kurzen schriftlichen Hinweisen und Icons ausgestattet.

Icons zur schnelleren Orientierung		Szenario/ Kundenauftrag	
Gewerke übergreifendes Arbeiten		Informationen	
Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung		Aufgaben	
Denkmalschutz		Material	

## Erläuterungen zu den Icons



Das Icon „**Szenario/Kundenauftrag**“ steht zu Beginn jedes Lernmoduls. Es soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um das übergreifende Lernszenario bzw. den Kundenauftrag eines Lernmoduls handelt.



Das Icon „**Information**“ soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um wichtige Sachinformationen, wie z.B. technische Tabellen, Produkt- und Herstellerangaben, Gesetze, Vorschriften und fachliche Infotexte zur Bearbeitung von Lern- und Arbeitsaufgaben handelt.



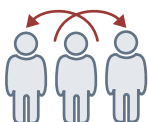
Das Icon „**Aufgaben**“ soll kennzeichnen, dass es sich nebenstehend um eine Lern- und Arbeitsaufgabe handelt, die in Einzelarbeit, zu zweit oder im Team bearbeitet werden kann.



Das Icon „**Material**“ soll darauf verweisen, dass z.B. Grafiken, Protokollvorlagen oder Grundrisse zur Bearbeitung der Aufgaben beitragen.



**Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE):** Das Icon steht für Inhalte, die einen besonderen und unmittelbaren Bezug zu BBNE haben. Unter BBNE wird folgendes verstanden: „BBNE ist eine berufliche Bildung zu zukunftsfähigen Denken und Handeln in beruflichen, betrieblichen, gesellschaftlichen und privaten Kontexten, die es ermöglicht die Auswirkungen des eigenen beruflichen Handelns auf die Welt zu verstehen und verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen.“



Das Icon „**Gewerke übergreifendes Arbeiten**“, verweist darauf, dass die nebenstehenden Textinhalte im unmittelbaren Zusammenhang mit Gewerke übergreifender Zusammenarbeit steht. Darunter wird verstanden, dass sich Handwerker:innen aus unterschiedlichen Gewerken (z.B. Elektriker:in und Tischler:in) abstimmen müssen. Zur fachgerechten Umsetzung müssen Absprachen über sogenannte Schnittstellen geführt werden.



Das Icon „**Denkmalschutz**“ soll ausdrücken, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um besondere Anforderungen handelt, die mit dem Denkmalschutz verbunden sind. Eine wesentliche Herausforderung besteht darin, die Gebäudeausstattung im Sinne des Denkmalschutzes zu erhalten, d.h. sie nahe dem ursprünglichen Zustand wiederherzustellen.

## 2 Kurzübersicht über das Modul

Zuordnung zu Ordnungsmitteln	Im Lernfeld 12 der Ausbildung zum Straßenbauer/zur Straßenbauerin wird das Pflastern einer Fläche mit Natursteinen thematisiert. Laut Rahmenlehrplan sollen die Lernenden „zur Erfüllung der Aufgaben im Beruf sowie zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung befähigt werden“ (KMK, 1999, 3). Auch in der Ausbildung zum Gärtner/zur Gärtnerin – Fachrichtung Garten- und Landschaftsbau – wird im Abschnitt III im Lernfeld 3 das Pflastern von Wegen und Plätzen behandelt (BGBI, 1996, 10). Ab dem 01.08.2021 bestehen in allen dualen Ausbildungsberufen weitere Mindestanforderungen, in Form einer modernisierten Standardberufsbildposition, die den Umweltschutz und die Nachhaltigkeit betreffen (BIBB, 2021, 12).
Thema	Erstellung eines Konzepts zur denkmalgerechten Gestaltung der Pflasterflächen um die Villa Mutzenbecher mit Naturstein
Querschnittmodul oder Fachmodul	Fachmodul
Zielgruppe	Auszubildende im Straßenbau oder im Garten- und Landschaftsbau
Zeitraumen	12 Stunden
übergeordnete Kompetenzförderung	<p>→ Die Lernenden können berufliche Handlungsfelder mit Aspekten der ökologischen und der sozialen Nachhaltigkeit verknüpfen.</p> <p>→ Die Lernenden können selbstständig Pflasterflächen unter Berücksichtigung des Denkmalschutzes, der ökologischen sowie der sozialen Nachhaltigkeit konzipieren.</p>
Kurzbeschreibung	<p>Die Lernenden setzen sich mit Fragen der ökologischen und der sozialen Nachhaltigkeit im Hinblick auf die Gestaltung von Pflasterflächen auseinander. Dies spielt vor allem beim Bezug der verwendeten Materialien eine Rolle. Zudem erhält der Denkmalschutz beim ästhetischen Aspekt der Gestaltung der Pflasterflächen besondere Berücksichtigung, da die neuen Pflasterflächen zum Stil der Villa Mutzenbecher, welche in der Gründerzeit gebaut wurde, passen müssen.</p> <p>Die Lernenden erarbeiten sich per Textarbeit theoretische Grundlagen zu sozialen, ökologischen, denkmalgerechten sowie gestalterischen Aspekten der Natursteinherstellung, -auswahl und -verlegung. Die Themenbereiche werden an vier Stationen bearbeitet. Mit den Ergebnissen der Stationsarbeiten sind die Lernenden in der Lage, ein Konzept zur Gestaltung der Pflasterflächen der Villa Mutzenbecher als Handlungsprodukt des Moduls herzustellen. Im Konzept wählen die SchülerInnen begründet Natursteinprodukte aus, machen ein Aufmaß der Pflasterflächen und berechnen den Materialeinsatz. Bei der Begründung zur Wahl des Natursteins greifen die Lernenden auf Informationen der Stationsarbeit zurück. Zur Erstellung des Arbeitsablaufplans und der Materialberechnung nutzen die Lernenden Auszüge des Fachbuchs „Lernfeld Bautechnik Straßenbauer Fachstufen“.</p>



Kurzbeschreibung	Um das Aufmaß zu erstellen, findet eine Begehung der Villa statt. Zudem können sich die Lernenden ein Bild vom Baustil der Villa machen, um eine angemessene Materialauswahl zu treffen. Um einen Überblick über den Sanierungsprozess zu bekommen und ihr Gewerk in diesen Prozess einordnen zu können, bearbeiten die Lernenden eine Aufgabe zum Gewerke übergreifenden Arbeiten.
Inhalt und Aufgabe	<ul style="list-style-type: none"><li>→ Erfassen menschenrechtlicher sowie ökologischer Kriterien beim Bezug von Natursteinen</li><li>→ Erkennen und benennen von Pflasterverbänden</li><li>→ Vergleichen von Herangehensweisen des Denkmalschutzes</li><li>→ Erstellen eines Arbeitsablaufplans</li><li>→ Erstellung eines Konzepts zur Gestaltung der Pflasterflächen der Villa Mutzenbecher unter Berücksichtigung der Aspekte der Historizität, der Nachhaltigkeit sowie aller fachlichen Aspekte (Frostschutz, Belastbarkeit, Entwässerung, etc.)</li></ul>
Material	PC mit Internetverbindung, Arbeitsblätter, Zeichenmaterial



### 3 Einleitung in das Straßenbaumodul

Das Pflastern mit Natursteinen ist die traditionelle Tätigkeit des Steinsetzers. Dieses Berufsbild existiert in diesem Sinne nicht mehr und die Steinsetzertätigkeit wird mittlerweile von den Berufsbildern Straßenbauer:in sowie Garten- und Landschaftsbauer:in ausgeübt. Heutzutage wird Natursteinpflaster in den meisten Fällen im Bestand gesetzt, da Beton und Asphalt das Natursteinpflaster bei Straßen- und Wegeneubauten größtenteils verdrängt haben. Die Gründe dafür sind vielfältig, vor allem lassen sich die Zeitersparnis und die Kostensenkung bzw. Gewinnerhöhung anführen (Netzwerk Pflasterbau, 2017, 38).

Die Projektaufgabe am Ende des Lernfeldes 12 findet im Rahmen der Sanierung der „Villa Mutzenbecher“ statt. Diese gilt als „ein typisches Beispiel Hamburger Landhausarchitektur aus der Zeit der Jahrhundertwende“ (Ricker 2014). Sie wurde als Ferienhaus des Hamburger Geschäftsmannes Hermann Franz Matthias Mutzenbecher gebaut. Der Architekt legte sein Augenmerk eher auf die Wohnlichkeit als auf Repräsentation. Durch den Leerstand sind Teile der Innenräume nicht mehr nutzbar, wohingegen die Fassade, Fenster und Türen, aber auch einige Einbauten im Innern des Gebäudes weiterhin intakt sind. Als es seitens der Hamburger Finanzbehörde zu Abrissplänen kam, wurde durch verschiedene Akteure – u.a. den Verein „Werte Erleben e.V.“ – die Chance ergriffen, die Villa als „Unterrichtsobjekt [...], an dem Schüler aller Schulformen mit unterschiedlichem sozialen Hintergrund und verschiedenen Interessen gemeinsam lernen [,] [zu nutzen]“ (ebd.).

Die Außenflächen der Villa sind aktuell, bis auf die Terrasse, nicht befestigt. Auf der Terrasse sind Gehwegplatten aus Beton verlegt. Abgesehen vom subjektiven ästhetischen Empfinden eines solchen Oberflächenbelags, besteht hier eine Diskrepanz zum Denkmalschutzaspekt der Villensanierung. So gab es zur Gründerzeit noch keine Betonplatten. Um diesem Aspekt gerecht zu werden, empfiehlt sich ein Oberflächenbelag aus Natursteinpflaster, welcher in den Städten während der Gründerzeit üblich war. Es ist jedoch hinzuzufügen, dass Natursteinpflaster kein ausschließliches Merkmal für die Gründerzeit sind, da diese Art des Oberflächenbelags bis zur Herstellung von Beton- und Asphaltstraßen bzw. Betonpflasterwegen die einzige war, die Oberflächen von Straßen, Wegen und Plätzen zu befestigen. So schreibt Dipl.-Ing. Herbert Liman: „Mit Beginn der industriellen Herstellung von Pflastersteinen und Gehwegplatten im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts begann die Blütezeit des Pflasters für Stadt- und Landstraßen, bis es im zweiten Viertel des 20. Jahrhunderts durch die preisgünstigeren Teer-, Beton- und Asphaltdecken verdrängt wurde“ (Netzwerk Pflasterbau, 2017, 16). Außerdem waren viele Straßen um die Jahrhundertwende nicht befestigte Schotterstraßen. Im zeitlichen Verlauf des Jahrtausende alten Handwerks kam es immer wieder zu Entwicklungen neuer Techniken und Pflasterverbände. So auch in den Jahrzehnten um die Gründerzeit. Im Jahre 1885 wurde das Kleinpflaster erfunden und es entstanden verschiedene neue Verbände, wie bspw. der Segmentbogenverband. „Ende des 19. bzw. Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelte der damalige bayrische Hofpflasterer Meister Friedrich Wilhelm Noll, Buchautor und Dozent an der Pflasterer Schule in München, eine revolutionäre Versetztechnik: den Segmentbogen“ (HSO NRW, 2018, 10). Sowohl der Segmentbogenverband als auch weitaus ältere Verbände, wie bspw. der Pässe-Verband oder andere sogenannte wilde Verbände, finden bis heute Verwendung. Die Pflasterverbände unterscheiden sich hinsichtlich ihrer ästhetischen Erscheinung und ihrer Pflasterregeln.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Materialauswahl. Es gibt unzählige Arten von Natursteinen, welche für die Herstellung von Pflasterflächen verwendet werden können. Durch die Globalisierung ist die Auswahl deutlich größer als noch zur Gründerzeit. Wurden um die Jahrhundertwende noch Natursteine aus Schweden im Austausch gegen Gewürze nach Hamburg gebracht oder Natursteine aus Mecklenburg-Vorpommern oder Bayern zum Pflastern verwendet, werden diese mittlerweile unter anderem aus Indien, China oder Vietnam nach Deutschland geliefert. Die Arbeitsbedingungen in den

Abbaugelieten rund um den Globus sowie der ökologische Fußabdruck, Umweltverschmutzungen und die Vermeidung von Sklaven- sowie Kinderarbeit sind zu berücksichtigende Aspekte des Materialbezugs. So sind in einigen Abbaugelieten weiterhin sehr prekäre Arbeitsbedingungen vorzufinden (Dohme, 2017 / Lang, 2017 / Voge 2020). Außerdem gibt es für verschiedene Natursteine Unterschiede im Hinblick auf die ökologische Nachhaltigkeit, auch wenn Naturstein prinzipiell ein sehr nachhaltiger Baustoff ist (IG Deutscher Pflasterer und Steinsetzer e.V., 5f).

Die Lernenden erläutern daher im Lernmodul ökologische Aspekte des Materialeinsatzes, sowie soziale Aspekte des Natursteinabbaus. Damit der Naturstein und der Verband historisch und gestalterisch zur Gründerzeit passen, wählen die Lernenden einen Verband aus, der zu dieser Zeit üblich war. Auch

## 4 Rahmenbedingungen

### **Zielgruppe**

Das Straßenbaumodul richtet sich primär an Lernende der Straßenbau-Ausbildung, eignet sich jedoch auch für die Ausbildung im Garten- und Landschaftsbau. Im Lernfeld 12 im dritten Lehrjahr der Straßenbau Ausbildung wird das Pflastern einer Fläche mit Natursteinen thematisiert. Der grundsätzliche Aufbau einer Pflasterstraße wurde bereits im zweiten Lehrjahr im Lernfeld 10 „Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen“ behandelt. Die Vorerfahrungen der Lernenden mit Thema "Pflastern mit Natursteinen" wird voraussichtlich sehr unterschiedlich sein. Einige Firmen arbeiten häufiger mit Natursteinpflaster, andere selten bis nie. Zudem gibt es Betriebe, in denen Auszubildende hauptsächlich einfache Tätigkeiten durchführen oder in denen wegen des wirtschaftlichen Drucks und der geringen Pflastergeschwindigkeit aufgrund der mangelnden Erfahrung der Auszubildenden, diese nicht für Pflasterarbeiten mit Natursteinen eingesetzt werden. Es ist also davon auszugehen, dass innerhalb der Lerngruppe eine breite Streuung bzgl. der Erfahrung und des Könnens beim Pflastern mit Natursteinen besteht. Durch dieses Modul kann einerseits das bereits bestehende Vorwissen der Lernenden mit mehr Erfahrung vertieft werden, andererseits beschäftigen sich Lernende mit weniger Erfahrung und Vorwissen intensiv mit dem Thema Natursteinpflaster und können somit ihr Wissen erweitern. Die gesamte Lerngruppe profitiert von der Verknüpfung der Denkmalschutz- und der Nachhaltigkeitsaspekte mit den fachlichen Aspekten von Natursteinpflaster, da diese Inhalte über die Vorgaben von Rahmenlehrplan und Ausbildungsordnung hinausgehen. Für Auszubildende im Garten- und Landschaftsbau ergibt sich ein ähnliches Bild im Hinblick auf die Heterogenität der Lerngruppe, da nicht alle Betriebe Pflasterarbeiten durchführen. Dadurch kommen einige Auszubildende durch das Lernfeld 3 im Abschnitt III eventuell das erste Mal mit dem Thema Natursteinpflaster in Berührung. Das Lernmodul bietet also eine Chance, die im Lernfeld erlernten Inhalte zu vertiefen und mit den Denkmalschutz- und Nachhaltigkeitsaspekten rund um Natursteinpflaster zu verknüpfen. Generell kann jede Person, die sich für das Thema Natursteinpflaster interessiert, dieses Lernmodul nutzen, um Kenntnisse in Gestaltungs-, Denkmalschutz-, und Nachhaltigkeitsaspekten von Natursteinpflaster zu erlangen oder/und zu vertiefen. Auch in der bautechnischen Lehrkräfteausbildung kann dieses Modul verwendet werden, da der Tief- und Straßenbau in den meisten Lehrplänen eher oberflächlich behandelt werden. Obwohl das Anforderungsniveau eher für die Handwerksausbildung ausgelegt ist, können die Studierenden mit diesem Lernmodul fachliche Aspekte des Straßenbauerhandwerks im Zusammenhang mit den gesellschaftlich relevanten Themen Denkmalschutz und Nachhaltigkeit kennenlernen.

### **Organisatorisches**

Die Grundlagen zur sozialen und ökologischen Nachhaltigkeit, zum Denkmalschutz und zu den Pflasterverbänden erarbeiten sich die Lernenden an Stationen, sodass sie sich im individuellen Lerntempo Inhalte per Textarbeit erarbeiten können. Daher ist es empfehlenswert, ausreichend Zeit für diese Phase einzuplanen. Bei der Bildung der Gruppen zur Konzepterarbeitung ist von der Lehrkraft darauf zu



achten, dass jede Gruppe mindestens einen Lernenden besitzt, der alle Stationen bearbeitet hat, so dass im Konzept alle Themenbereiche abgedeckt werden. Auch die angesprochenen unterschiedlichen Erfahrungen innerhalb der Lerngruppe sollten bei der Gruppenbildung Berücksichtigung finden, damit alle Gruppen und somit alle Lernenden die Chance erhalten, ein ansprechendes Konzept zu erstellen. Für die Begehung der „Villa Mutzenbecher“ eignet sich ein kompletter Schultag, weshalb eine Absprache mit anderen Lehrkräften erforderlich ist. Zudem müssen An- und Abreise sowie die Verpflegung organisiert werden. Diese Aufgaben können durch die Lernenden übernommen werden.

### **Ordnungsmittelbezug**

Das Straßenbaumodul eignet sich als Projektaufgabe zum Abschluss des Lernfeldes 12 der Straßenbau-Ausbildung. So besagt die Zielformulierung des Lernfeldes 12: „Die Schülerinnen und Schüler vergleichen und beurteilen Pflastersteine aus Naturstein nach ihrer Entstehung und nach ihren Eigenschaften. Sie konstruieren einen Oberbau mit Natursteinpflaster, planen und zeichnen die Gestaltung von Pflasterflächen nach Schönheit und Zweckmäßigkeit. Sie wählen Materialien und Pflasterverbände aus und berechnen den Materialbedarf. Die Schülerinnen und Schüler planen den Arbeitsablauf und wenden die Arbeitsregeln für das Versetzen an. Sie überprüfen das Pflaster nach den Anforderungen. Sie konstruieren, zeichnen und berechnen Einrichtungen der Oberflächenentwässerung“ (KMK, 1999, 119). Zudem soll der schulische Teil der Berufsbildung die Lernenden „zur Erfüllung der Aufgaben im Beruf sowie zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung befähigen“ (ebd., 3). Außerdem kann das Modul im Lernfeld 7 der Garten- und Landschaftsbau-Ausbildung angewendet werden. Hierbei handelt es sich um das Lernfeld, in dem die traditionellen Steinsetzer-Tätigkeiten im Garten- und Landschaftsbau behandelt werden. Ziel ist es, den Lernenden die Grundlagen des Pflasterns von Wegen und Plätzen zu vermitteln.

## 5 Sachdarstellung und didaktische Analyse

Die Erarbeitung eines Konzepts zur Gestaltung der Pflasterflächen der „Villa Mutzenbecher“ verknüpft den Themenbereich des Pflasterns mit Natursteinen mit den Themenbereichen der sozialen und ökologischen Nachhaltigkeit sowie des Denkmalschutzes.

Die optische Gestaltung der Außenflächen der Villa ergibt sich aus der Verwendung von Pflasterverbänden sowie der Materialauswahl. Es existieren einige Pflasterverbände, welche in der Zeit des Baus der „Villa Mutzenbecher“, die sogenannte Gründerzeit, Anwendung gefunden haben. Der Polygonalverband, hergestellt aus Lesesteinen, also unbehauenen Steinen, ist eine Oberflächengestaltung aus Natursteinen, „die ihren Ursprung im Mittelalter hat“ und „bis 1830 die übliche Pflasterbefestigung in Mitteleuropa“ war (Netzwerk Pflasterbau, 2017, 70). Der Polygonalverband kann entweder als „wilder Verband oder Passe-Verband“ gesetzt werden (ebd., 71). Mit der Erfindung des Kleinpflasters im Jahre 1885 kamen weitere Pflasterverbände auf (Merk, 1999, 68ff). Als Beispiele sind der Reihen-, der Segmentbogen-, der Netz- oder der Schuppenverband zu nennen. Bei einigen Verbänden muss auf die Mindestbreite, welche sich aus den Formeln der Verbandsregeln und der Steinbreite ergibt, geachtet werden. Dies ist nur eine Auswahl der existierenden Natursteinpflasterverbände, jedoch sind dies die gängigsten, welche historisch ungefähr in die Zeit der „Villa Mutzenbecher“ und auch optisch zu ihrem Erscheinungsbild passen. Daher kommt es bei der ästhetischen Gestaltung und der optischen Wirkung der Pflasterfläche stark auf die Materialauswahl an. Es besteht ein deutlicher Unterschied in der Verwendung gebrauchter oder neuer Natursteine. Zudem gibt es verschiedene Arten von Natursteinen, was sich bspw. in unterschiedlichen Farben widerspiegelt. Dies hängt mit den unterschiedlichen Gesteinsvorkommen an verschiedenen Orten auf der Erde zusammen. Zwar begann um die Jahrhundertwende die Zeit, in der Natursteinpflasterstraßen zunehmend von Asphalt- und Betonstraßen abgelöst wurden, jedoch wurden diese Materialien eher für Fernstraßen und andere größere Straßen verwendet. Außerdem ergibt sich aus der Verwendung von Natursteinpflaster eine ansprechende und künstlerische Ästhetik, welche mit Asphalt, Beton oder auch Betonpflaster, welches erst in den 1970er-Jahren erfunden wurde, nicht erreicht werden kann (Löther, 2001, 87). Für die Materialauswahl beim Naturstein spielen jedoch nicht nur ästhetische Aspekte eine Rolle. Die Aspekte der sozialen sowie der ökologischen Nachhaltigkeit haben in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen, was sich u.a. an den Gründungen von Nachhaltigkeitssiegeln wie „Xertifix“ oder „Fairstone“ erkennen lässt.

Die ökologische Nachhaltigkeit von Natursteinen lässt sich unter anderem anhand des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Gewinnung, der Verarbeitung und des Transportes sowie anhand des (Nicht-) Vorhandensein problematischer Inhaltsstoffe bemessen (IG Deutscher Pflasterer und Steinsetzer e.V., 5). Naturstein „ist nach Holz der umweltfreundlichste Baustoff der Welt“ (ebd., 5) und muss, im Gegensatz zu vielen anderen Baustoffen, nicht erst hergestellt werden, da er bereits vorhanden ist und nur abgebaut werden muss. Außerdem ist Naturstein ein Baustoff, welcher wegen seiner Belastbarkeit und (Witterungs-) Beständigkeit auf Dauerhaftigkeit ausgelegt ist (ebd., 5). Die Unterschiede der ökologischen Nachhaltigkeit zwischen verschiedenen Natursteintypen lassen sich vor allem auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Transports zurückführen. So sind die Emissionen von Natursteinen aus Deutschland für den Gebrauch innerhalb Deutschlands ca. 20-fach niedriger als aus anderen Abbaugebieten innerhalb Europas und ca. 60-fach niedriger als aus dem Abbaugebiet China (ebd., 6). Außerdem können bei einigen Natursteinhändlern gebrauchte Steine gekauft werden. Durch die Wiederverwendung dieser Steine werden keine neuen Emissionen durch Gewinnung und Transport vom Steinbruch erzeugt (ebd., 6). Weitere Kriterien ökologischer Nachhaltigkeit sind Maßnahmen zur Erhaltung der Biodiversität, um den Flächenverbrauch von Wäldern, Feldern und Wiesen zu kompensieren sowie der Umgang mit Schadstoffen, welche bei der Verarbeitung von Naturstein entstehen wie bspw. verschmutztes Kühlwasser der Sägen.

Aspekte der sozialen Nachhaltigkeit unterscheiden sich je nach Herkunftsland eines Natursteins und den dortigen Abbau- und Verarbeitungsbedingungen. So finden sich in verschiedenen Ländern (bspw..

Indien, China oder Vietnam) weiterhin Steinbrüche und Weiterverarbeitungsbetriebe, in denen Kinderarbeit, Schuldknechtschaft, schlechte Arbeitsbedingungen und nicht vorhandener Arbeits- und Gesundheitsschutz Verstöße gegen die Prinzipien sozialer Nachhaltigkeit ausmachen. Die Folgen sind schwere gesundheitliche Schäden für die Arbeitenden und Ausbeutungsverhältnisse, denen die Arbeitenden ausgeliefert sind (Dohmen, 2017 und Lang, 2017).

Der Denkmalschutz spielt nicht nur im Hochbau eine Rolle. Im Bereich des Straßenbaus ergeben sich durch die heutigen Anforderungen an Wege und Straßen einige Schwierigkeiten für den Denkmalschutz. Während kleinere Ausbesserungen als Sanierung gelten, sind Anpassungen an die heutigen Anforderungen, bei denen der komplette Straßenbelag aufgenommen werden muss, als Nachbau zu behandeln. Dies gilt auch für die (Wieder-) Verwendung von gebrauchten Steinen (Merk, 1999, 74). Dennoch ergeben eine Natursteinpflasterstraße mit gebrauchten Steinen in Altstädten oder eine Natursteinpflasterfläche an historischen Gebäuden ein historisches Gesamtbild. Sie zeigen wie Dörfer und Städte in vorigen Epochen aussahen, und zeigen vor allem, dass Naturstein ein langlebiger und nachhaltiger Baustoff ist, der immer wieder verwendet werden kann (HSO NRW, 2018, 3ff). Zudem lassen sich Natursteinpflasterflächen bei Rohrleitungsarbeiten leicht aufnehmen und wieder zupflastern. Dabei entsteht, anders als bei Asphaltstraßen, kein Materialverlust. Den Lernenden wird somit aufgezeigt, dass Natursteinpflaster sowohl ein historischer als auch ein Baustoff der Zukunft ist.

Durch die Verknüpfung der Themenbereiche Handwerkstradition, Nachhaltigkeit und Denkmalschutz sollen die Lernenden zu einem Handeln und Entscheiden animiert werden, welches auch den nachfolgenden Generationen ein lebenswertes Leben auf der Erde ermöglicht. Zudem können sie ihr Wissen in diesem Bereich an nachfolgende Generationen, aber auch an ältere Beschäftigte im Betrieb, weitergeben. Dies deckt sich mit den Zielen der UNESCO, „allen Menschen Bildungschancen zu eröffnen, damit diese sich Wissen und Werte aneignen und Verhaltensweisen entwickeln können, die für eine lebenswerte Zukunft erforderlich sind“ (Grantz et al., 2014, 21). Die Lernenden erfahren anhand der Erstellung eines Konzepts zur Gestaltung der Pflasterflächen die Tradition ihres Handwerks. Außerdem sollen die Konsequenzen des eigenen Handelns und der eigenen Entscheidungen im beruflichen Kontext berücksichtigt werden. Ganz im Sinne der BBNE wird das abstrakte Thema der Nachhaltigkeit „im Bereich der beruflichen Bildung an ganz konkrete Aufgaben und Kompetenzen geknüpft“ (Hemkes et al., 2016, 3).

Die Wahl des Materials hat direkte und indirekte Auswirkungen auf Lebenswelten anderer Menschen sowie auf die Natur, weshalb die Lernenden die Bedeutung der verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit in Bezug auf Natursteinpflaster verstehen sollen. „Werden die Natursteine, die ich verwenden möchte, unter menschenunwürdigen Bedingungen abgebaut und verarbeitet?“ Eine Frage, die sich die Lernenden bei der Materialauswahl stellen und mit nein beantworten sollten. Durch die Einheit werden die globalen Zusammenhänge aufgezeigt, die sich aus der Materialauswahl ergeben. Eine weitere Frage, die gestellt werden sollte, ist: „Ist der Naturstein, den ich verwenden möchte, ökologisch nachhaltig?“ Die soziale sowie die ökologische Nachhaltigkeit sind hochaktuelle und zukunftssträchtige Themen, welche zunehmend an Relevanz gewinnen. Den Lernenden sollte die eigene Verantwortung für und die Konsequenzen aus Handlungen und Entscheidungen vor Augen geführt werden. Dabei ist dieses Lernmodul beispielhaft für viele andere Lebensbereiche, beruflich wie privat. Es dient dem Zweck, die Lernenden zu „qualifizierte[n] Fachkräfte[n] [,] [die] in der Lage sind, ihr Handeln an langfristigen und globalen Wirkungen – bezogen auf Umwelt, Gesellschaft und wirtschaftliche Entwicklungen – zu beurteilen und auszurichten [,]“ auszubilden (ebd.).

## 6 Zielsetzung der Lerneinheit, Kompetenzbeschreibung

Im Lernmodul Straßenbau befasst sich die Lerngruppe mit ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit sowie dem Denkmalschutz in ihrem beruflichen Kontext. Außerdem erfahren die Lernenden die Tradition ihres Handwerks. Sie erstellen Konzepte zur Gestaltung der Pflasterflächen sowie einen Arbeitsablaufplan unter Berücksichtigung der aufgeführten Themenkomplexe und aller fachlichen Aspekte.

In der Einstiegsphase des Lernmoduls wird ein Stimmungsbild zur Frage der Bedeutung von Nachhaltigkeit und Denkmalschutz im beruflichen Kontext erhoben. Darauf folgen die Informationsphase sowie die Planung einer Begehung der „Villa Mutzenbecher“.

Während der Begehung der Villa verschaffen sich die Lernenden einen Eindruck des Gebäudes und der Außenflächen und messen die zu pflasternden Flächen auf. Die Aufteilung der Aufgaben innerhalb der Gruppe wird von den Lernenden selbstständig übernommen. Dies fördert die Kommunikations- und Konfliktfähigkeiten der Lernenden.

Nach dieser vorbereitenden Phase entwickeln die Lernenden ein Konzept zur Gestaltung der Außenflächen der „Villa Mutzenbecher“ mit Natursteinpflaster, indem sie die Pflasterverbände auswählen und dafür eine begründete Materialauswahl treffen. Diese ist abhängig von Kriterien des Denkmalschutzes, der sozialen sowie der ökologischen Nachhaltigkeit. Zudem erstellen die Lernenden einen Arbeitsablaufplan mit sämtlichen Arbeitsschritten sowie dem Material- und Werkzeugaufwand.

Abschließend wird ein erneutes Stimmungsbild zur Frage der Bedeutung von Nachhaltigkeit und Denkmalschutz im beruflichen Kontext erhoben, woraufhin die Lernenden ihre Position und einen eventuellen Positionswechseln reflektieren sollen.

### Durch das Lernmodul werden folgende Kompetenzen gefördert:

#### Die Lernenden sind in der Lage:

- ▶ die ökologischen und sozialen Nachhaltigkeits-Eigenschaften von Natursteinpflaster zu benennen, indem sie diese aus dem Informationsmaterial ableiten und auf den Arbeitsblättern sichern.
- ▶ selbstständig ein Konzept für die Gestaltung der Pflasterflächen der „Villa Mutzenbecher“ zu entwickeln, indem sie die Auswahl der Pflasterverbände sowie die zu verwendenden Natursteine anhand der Kriterien des Denkmalschutzes sowie sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit begründen.
- ▶ den Denkmalschutzaspekt bei der Erstellung ihres Konzepts zu erläutern, indem sie die verschiedenen Herangehensweisen des Denkmalschutzes – Sanierung, Rekonstruktion und Abgrenzung von neu und alt – benennen und im Hinblick auf die Nutzung bei der Gestaltung der Außenflächen der Villa miteinander vergleichen.
- ▶ selbstständig einen Arbeitsablaufplan zu erstellen, indem sie die verschiedenen Arbeitsschritte in Lehrbuchtexten erkennen, in einer logischen Reihenfolge anordnen und diese beschreiben.
- ▶ die Bedeutung von Denkmalschutz, ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit zu reflektieren und eine begründete Position einzunehmen.

## 7 Ablauf des Lernmoduls

Lernphase	Zeit	Lehr-/Lern-Aktivität	Methoden/Medien
Vorstellung der Projekt-aufgabe	10	<p>Die Lehrkraft stellt in einer Präsentation die Villa Mutzenbecher sowie das Szenario des Unterricht-moduls dar: Die Lernenden sind vom Verein Werte erleben e.V. beauftragt worden, ein Konzept für die Gestaltung der Pflasterflächen der Villa Mutzenbecher zu erstellen. Dabei spielen Kriterien des Denkmalschutzes sowie der ökologischen und der sozialen Nachhaltigkeit der verwendeten Materialien eine große Rolle.</p> <p>Damit die Lernenden einen Überblick über die verschiedenen Themen bekommen, werden in Stations-arbeit die verschiedenen Themen erarbeitet.</p> <p>Um sich einen Eindruck vom Gebäude und den zu pflasternden Flächen zu verschaffen sowie diese aufzumessen, begehen die Lernenden die Villa. Die Planung dieser Begehung übernimmt die Lerngruppe.</p> <p>Nach der Begehung beginnen die Lernenden mit der selbstständigen Erstellung eines Konzepts zur Gestaltung der Pflasterflächen der „Villa Mutzenbecher“ sowie eines Arbeitsablaufplans.</p>	<p><b>Präsentation</b></p> <p><i>Powerpoint-Präsentation zur Vorstellung des Szenarios und der Aufgabe</i></p>
Erhebung eines Stim-mungsbildes	10	<p>Es wird ein Stimmungsbild zur Frage der Bedeutung von Nachhaltigkeit und Denkmalschutz im beruflichen Kontext erhoben.</p>	<p><b>Plenumsdiskussion</b></p> <p><i>„Welchen Zusammenhang gibt es zwischen Denkmalschutz, Nachhaltigkeit und beruflichem Handeln?“</i></p>
Informations-phase		<p>Die Lernenden bearbeiten die Stationen Pflasterverbände, Natursteinpflaster und Denkmalschutz, soziale Nachhaltigkeit sowie ökologische Nachhaltigkeit.</p> <p>Pflasterverbände: Die Lernenden überprüfen ihr Vorwissen, indem sie Bilder von Pflasterverbänden mit deren Bezeichnungen verbinden.</p> <p>Ökologische Nachhaltigkeit: Die Lernenden ordnen die verschiedenen Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit von Natursteinen einer Phase im Lebenszyklus eines Bauwerks zu.</p>	<p><b>Information</b></p> <p><i>Pflasterverbände, ökologische Nachhaltigkeit, soziale Nachhaltigkeit, Denkmalschutz</i></p> <p><b>Methode</b></p> <p><i>Stationsarbeit</i></p> <p><b>Aufgabe</b></p> <p><i>Arbeitsblätter Internet</i></p>



Lernphase	Zeit	Lehr-/Lern-Aktivität	Methoden/Medien
Informationsphase	180	<p>Soziale Nachhaltigkeit: Die Lernenden benennen Kriterien der sozialen Nachhaltigkeit bei der Natursteingewinnung. Sie benennen menschenrechtliche Verstöße beim Abbau von Natursteinen. Natursteinpflaster und Denkmalschutz:</p> <p>Die Lernenden benennen die verschiedenen Ansätze des Denkmalschutzes und begründen, welcher für die Gestaltung der Außenflächen der Villa geeignet wäre.</p> <p>Die Lernenden können ihre Ergebnisse an einer Kontrollstation mit Musterlösungen vergleichen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ergebnissicherung</li> </ul>	<p><b>Aufgabe</b></p> <p><i>Überprüfung des Vorwissens, Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit von Naturstein, Herangehensweisen des Denkmalschutzes, Menschenrechtsverletzungen beim Abbau von Naturstein</i></p>
Planungsphase	10	Die Lernenden teilen sich für die Projektaufgabe in Gruppen auf. Sie planen die Begehung, indem sie die An- und Abreise sowie die Verpflegung organisieren.	<p><b>Aufgabe</b></p> <p><i>Gruppenaufteilung Planung der Begehung</i></p>
Durchführung der Begehung	210	Die Lernenden begehen die „Villa Mutzenbecher“. Sie verschaffen sich einen Eindruck vom Baustil des Gebäudes und von den Außenflächen. Sie nehmen Maße für die Erstellung der Pflasterflächen.	<p><b>Methode</b></p> <p><i>Begehung</i></p>
Reflexion I	10	Der Ablauf der Begehung sowie die Eindrücke der Lernenden werden reflektiert.	<p><b>Methode</b></p> <p><i>Plenumsdiskussion</i></p> <p><b>Aufgabe</b></p> <p><i>Reflexion der Begehung</i></p>
Erstellung des Konzepts	180	<p>Die Lernenden erstellen anhand der Informationen aus der Informationsphase sowie der Begehung ein Konzept zur Gestaltung der Pflasterflächen der „Villa Mutzenbecher“ unter Berücksichtigung des Denkmalschutzes, der ökologischen, der sozialen Nachhaltigkeit sowie aller fachlichen Aspekte. Zudem erstellen sie einen Arbeitsablaufplan.</p> <p>Die Lernenden können weitere recherchierte Kriterien in das Konzept einfließen lassen.</p>	<p><b>Methode</b></p> <p><i>Projektaufgabe in Gruppenarbeit</i></p> <p><b>Aufgabe</b></p> <p><i>Erstellung eines Konzepts zur Gestaltung der Pflasterflächen der Villa Mutzenbecher sowie eines Ablaufplans</i></p>





Lernphase	Zeit	Lehr-/Lern-Aktivität	Methoden/Medien
Vorstellung des Konzepts	50	Die Lernenden stellen dem Plenum ihre Konzepte per Plakat oder Power Point Präsentation vor	<b>Methode</b> <i>Präsentation Metaplanwand</i>
Diskussion	30	Die Lernenden diskutieren die verschiedenen vorgestellten Konzepte sowie deren Vor- und Nachteile.	<b>Methode</b> <i>Plenumsdiskussion</i>
Analyse der Schnittstellen	30	Die Lernenden reflektieren die gesamte Lerneinheit sowie die Aufgabenstellung per Evaluationswebsite. Es wird abermals ein Stimmungsbild zur Frage der Bedeutung von Nachhaltigkeit und Denkmalschutz im beruflichen Kontext erhoben	<b>Aufgabe</b> <i>Evaluation der Lerneinheit und der Aufgabenstellung</i>  <b>Medien</b> <i>Evaluationswebsite</i>

Der geplante Zeitrahmen dieses Lernmoduls beträgt ca. 720 Minuten.



## Denkmalschutzgerechte Gestaltung der Außenflächen der Villa Mutzenbecher mit Natursteinpflaster


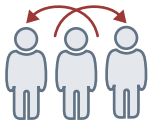




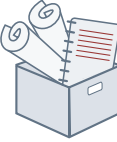


### Lernmodul Straßenbau (Lösungen)

Das Projekt GESA wird im Rahmen des ESF-Bundesprogramms „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung befördern. Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf – BBNE“ durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie den Europäischen Sozialfonds gefördert.

## Arbeitsmaterial für Lernende (Icons)

Im folgenden Lernmodul werden Sie am Rand Icons finden. Sie sind Erkennungszeichen für eine dahinterliegende Funktion. Des Weiteren werden in einigen Textabschnitten, in kleinen grünen Kästchen, kurze Zusammenfassungen bzw. Anregungen zum Inhalt gegeben.

<b>Icons zur schnelleren Orientierung</b>		Szenario/ Kundenauftrag	
Gewerke übergreifendes Arbeiten		Informationen	
Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung		Aufgaben	
Denkmalschutz		Material	

## Erläuterungen zu den Icons



Das Icon „**Szenario/Kundenauftrag**“ steht zu Beginn jedes Lernmoduls. Es soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um das übergreifende Lernszenario bzw. den Kundenauftrag eines Lernmoduls handelt.



Das Icon „**Information**“ soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um wichtige Sachinformationen, wie z.B. technische Tabellen, Produkt- und Herstellerangaben, Gesetze, Vorschriften und fachliche Infotexte zur Bearbeitung von Lern- und Arbeitsaufgaben handelt.



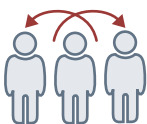
Das Icon „**Aufgaben**“ soll kennzeichnen, dass es sich nebenstehend um eine Lern- und Arbeitsaufgabe handelt, die in Einzelarbeit, zu zweit oder im Team bearbeitet werden kann.



Das Icon „**Material**“ soll darauf verweisen, dass z.B. Grafiken, Protokollvorlagen oder Grundrisse zur Bearbeitung der Aufgaben beitragen.



**Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE):** Das Icon steht für Inhalte, die einen besonderen und unmittelbaren Bezug zu BBNE haben. Unter BBNE wird folgendes verstanden: „BBNE ist eine berufliche Bildung zu zukunftsfähigen Denken und Handeln in beruflichen, betrieblichen, gesellschaftlichen und privaten Kontexten, die es ermöglicht die Auswirkungen des eigenen beruflichen Handelns auf die Welt zu verstehen und verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen.“



Das Icon „**Gewerke übergreifendes Arbeiten**“, verweist darauf, dass die nebenstehenden Textinhalte im unmittelbaren Zusammenhang mit Gewerke übergreifender Zusammenarbeit steht. Darunter wird verstanden, dass sich Handwerker:innen aus unterschiedlichen Gewerken (z.B. Elektriker:in und Tischler:in) abstimmen müssen. Zur fachgerechten Umsetzung müssen Absprachen über sogenannte Schnittstellen geführt werden.



Das Icon „**Denkmalschutz**“ soll ausdrücken, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um besondere Anforderungen handelt, die mit dem Denkmalschutz verbunden sind. Eine wesentliche Herausforderung besteht darin, die Gebäudeausstattung im Sinne des Denkmalschutzes zu erhalten, d.h. sie nahe dem ursprünglichen Zustand wiederherzustellen.



## Einstieg in das Projekt

In der folgenden Abbildung sehen Sie die „Villa Mutzenbecher“, ein denkmalgeschütztes Gebäude aus der Zeit der Jahrhundertwende.



Abbildung: Die ehemalige Villa von Hermann Mutzenbecher im Niendorfer Gehege (© GESA Uni-versität Hamburg)

Sie sind vom Verein "Werte erleben e.V." beauftragt worden, ein Konzept zur Gestaltung der Außenflächen der „Villa Mutzenbecher“ mit Natursteinpflaster zu entwickeln. Die Architektin möchte Sie, als ausführende Kräfte, in ihre Planung mit einbeziehen, da Sie bereits Fachkenntnisse zur Erstellung einer Natursteinpflasterfläche besitzen. Sie haben freie Hand bei der Auswahl der historischen Natursteinpflasterverbände, jedoch gibt es einige Rahmenbedingungen der Architektin und des Vereins „Werte erleben e.V.“. Die verwendeten Natursteine sollen ökologisch so nachhaltig wie möglich sein. Außerdem dürfen keine Menschenrechte beim Abbau dieser Steine verletzt worden sein. Natursteine aus Abbaugebieten, in welchen Kinder- und Sklavenarbeit vorkommt, sind daher ausgeschlossen. Ein weiteres Kriterium ist der Denkmalschutz, welcher bei der Entwicklung des Gestaltungskonzepts berücksichtigt werden muss, da die Villa ein denkmalgeschütztes Gebäude ist. Um Ihre Expertise in diesen Bereichen zu erweitern, wird eine Stationsarbeit durchgeführt. Dabei gibt es folgende Stationen:

**Station 1:** Natursteinpflaster und ökologische Nachhaltigkeit

**Station 2:** Natursteinpflaster und soziale Nachhaltigkeit

**Station 3:** Natursteinpflaster und Denkmalschutz

**Station 4:** Überprüfung des Vorwissens: Pflasterverbände

Das Konzept zur Gestaltung der Außenflächen der „Villa Mutzenbecher“ mit Natursteinpflaster soll der Architektin auf einem Plakat oder als digitale Präsentation vorgestellt werden. Das beste Konzept wird bei der Sanierung der Villa umgesetzt.

Damit Sie einen Eindruck von dem Gebäude und den zu pflasternden Flächen bekommen, wird eine Begehung der Villa durchgeführt. Dabei werden die Gebäudekanten aufgemessen, da diese Maße für die spätere Erstellung des Konzepts und vor allem für die Materialberechnung nötig sind. Zudem können Sie vor Ort bereits erste Überlegungen zur Gestaltung der Pflasterflächen anstellen und diese notieren.





Um Ihr Vorwissen und ihre Meinung zu den aufgeführten Themenkomplexen zu überprüfen, treffen Sie, nach kurzer Überlegung, eine Aussage zur folgenden Frage: „Welche Bedeutung haben Denkmalschutz und Nachhaltigkeit im beruflichen Kontext des Pflastern einer Fläche mit Naturstein?“



Die Ergebnisse werden am Whiteboard gesammelt.



**Gedanken der Lernenden zur Bedeutung von Denkmalschutz und Nachhaltigkeit im beruflichen Kontext des Straßenbaus**

Der Denkmalschutz hat in unserem Gewerk keine Bedeutung.

Beim Pflastern ist der Maschineneinsatz sehr gering, deswegen ist diese Tätigkeit sehr nachhaltig.

Die lange Lebensdauer von Natursteinpflaster zeigt, dass die Steine nachhaltig sind.

Durch die Verwendung von älteren, gebrauchten Steinen entsteht eine historische Optik.

...

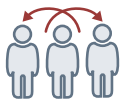




## Vorgaben

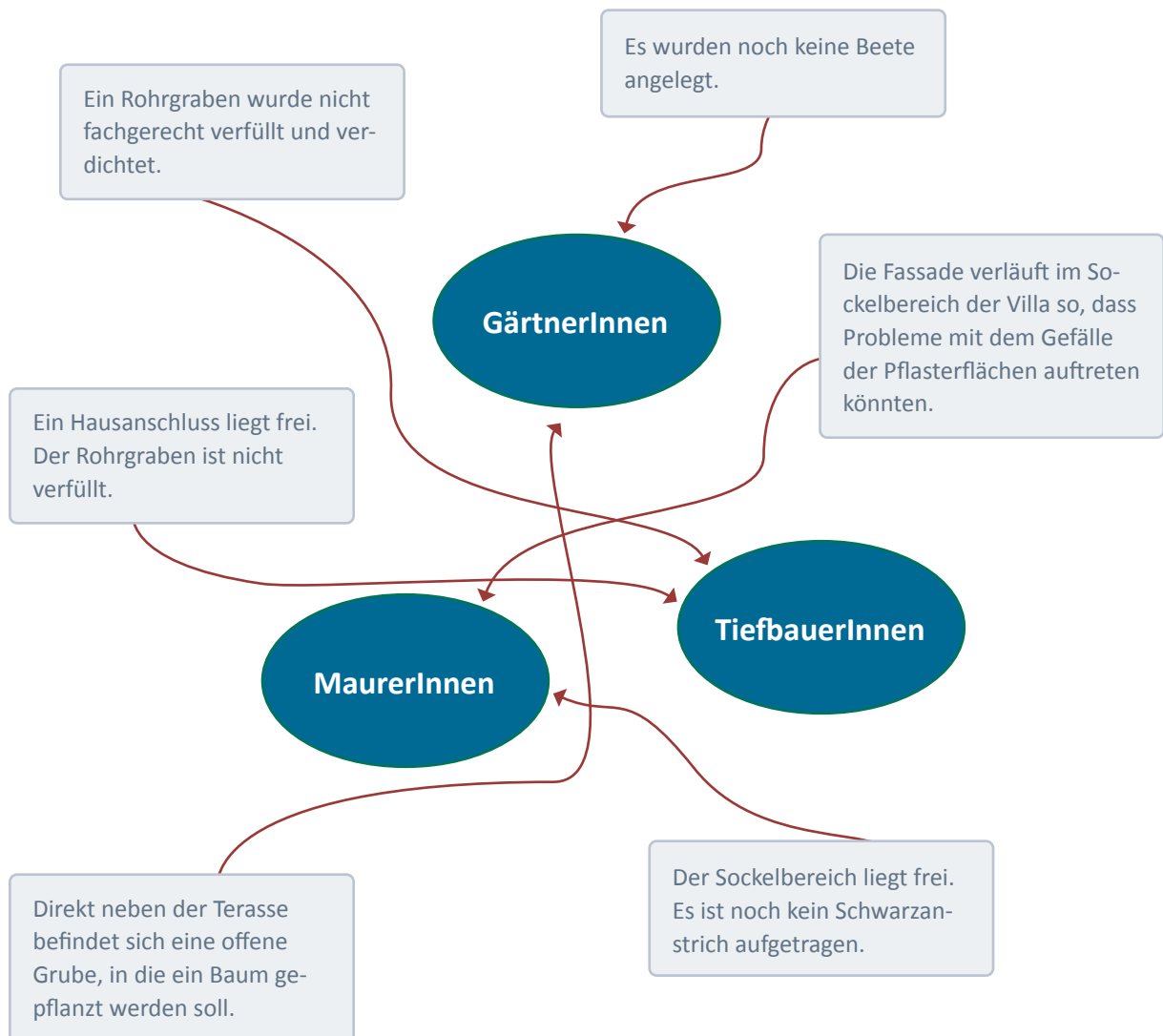
### Gewerke übergreifendes Arbeiten

Während der Begehung kommt die Architektin auf Sie zu. Sie erzählt Ihnen, dass es bei den vorangegangenen Arbeitsschritten der Sanierung drunter und drüber ging. Es ist zu verschiedenen Ausführungsfehlern und Mängeln gekommen. Einige Gewerke haben sich nicht an terminliche Absprachen gehalten. Da Sie mit anderen Baumaßnahmen beschäftigt ist, bittet sie Sie, sich mit den entsprechenden Firmen in Verbindung zu setzen. Sie gibt Ihnen dafür eine Liste mit den verschiedenen Unternehmen, welche nach Gewerken geordnet ist.



### Arbeitsauftrag:

- 1.) Lesen Sie die Textbausteine zu den verschiedenen Schadensbildern und unfertigen Arbeiten.
- 2.) Verbinden Sie diese mit dem entsprechenden Gewerk, welches zwecks Klärung kontaktiert werden muss.



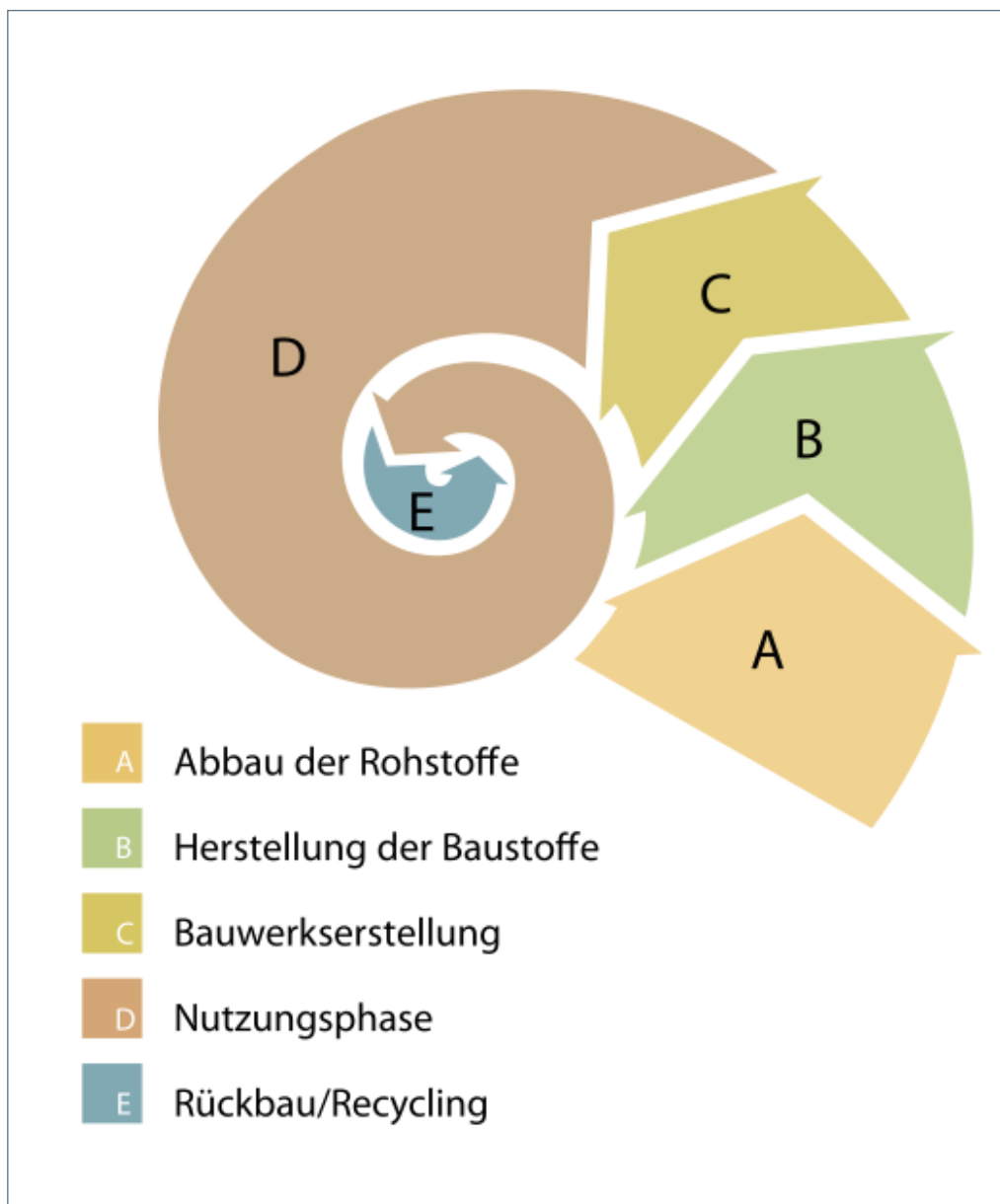
## Begehung der Villa Mutzenbecher

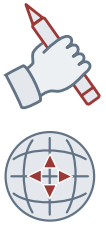
### Station 1: Natursteinpflaster und ökologische Nachhaltigkeit



#### Arbeitsauftrag:

- 1.) Lesen Sie das folgende Informationsmaterial.
- 2.) Ordnen Sie die verschiedenen Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit von Natursteinen einer Phase im Lebenszyklus eines Bauwerks zu.





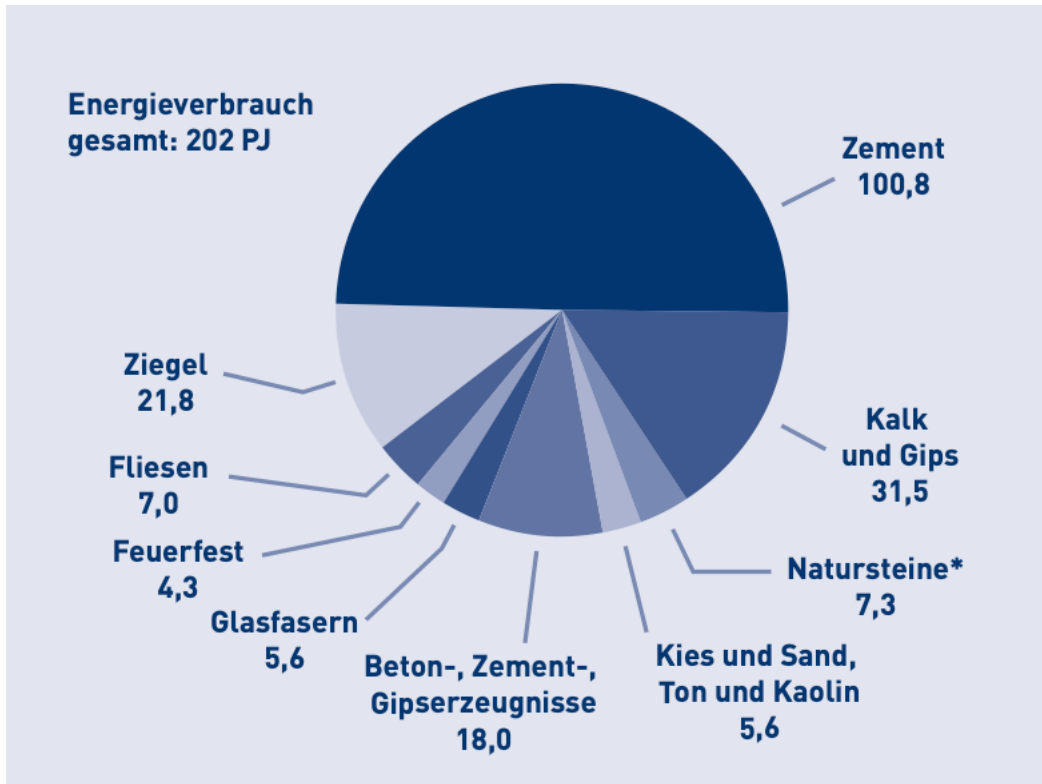
Ergebnissicherung	
Phase im Lebenszyklus	Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Geringer Energieverbrauch beim Abbau</li> <li>▶ Keine künstliche Herstellung erforderlich</li> <li>▶ Verbrauch von Feld-, Wald- und Wiesenflächen</li> <li>▶ Umgang mit Kühlwasser</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Umgang mit Kühlwasser</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Transportemissionen</li> <li>▶ Energieaufwand der Baumaschinen im Zuge der vorbereitenden Arbeiten</li> <li>▶ Keine maschinelle Arbeitskraft beim Pflastern selbst</li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Hohe Belastbarkeit</li> <li>▶ Ungewöhnlich hohe Nutzungsdauer</li> </ul>
E	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Vielfach wiederverwendbar</li> <li>▶ Einfach aufzubereiten</li> <li>▶ Verarbeitung zur Gesteinskörnung für andere Baustoffe</li> </ul>



## Informationsmaterial: Natursteinpflaster und Nachhaltigkeit



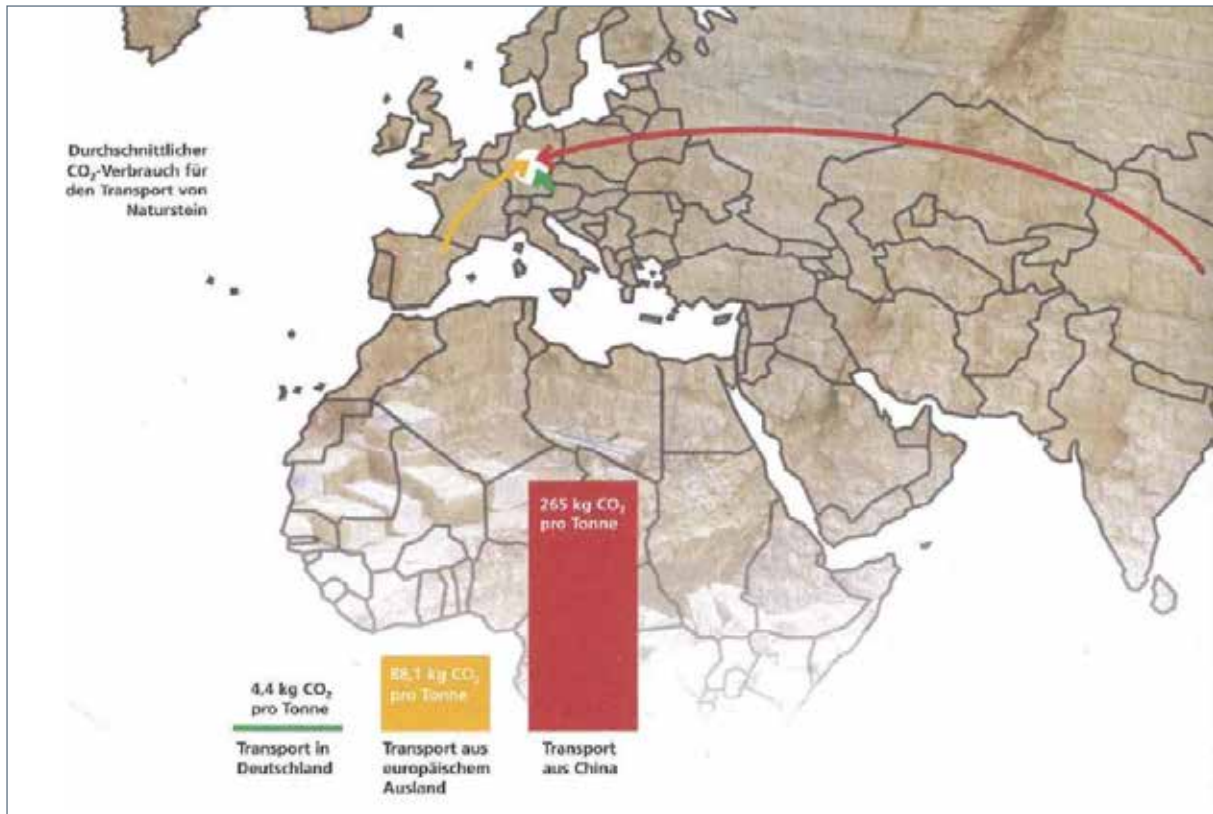
Die ökologische Nachhaltigkeit von Natursteinen beinhaltet viele Aspekte. Naturstein enthält keine Schadstoffe oder chemischen Zusätze und ist brandbeständig. Zudem ist er ein natürlicher Baustoff, weshalb keine Energie aufgewendet werden muss, um ihn künstlich herzustellen, da er schon existiert. Lediglich der Abbau erfordert einen Energieaufwand, welcher deutlich kleiner ist als der einer künstlichen Herstellung bspw. von Zement (IG Deutscher Pflasterer und Steinsetzer e.V., 5). In der folgenden Grafik ist der Anteil am Gesamtenergie-Verbrauch in der Baustoff-, Steine- und Erden-Industrie aus dem Jahre 2014 abgebildet.



Der Anteil verschiedener Baustoffe am Energieverbrauch der Baustoff-, Steine- und Erden-Industrie (BBS, 2016, 17)

Ein zusätzlicher Energieaufwand kann bei den vorbereitenden Arbeiten einer Pflasterfläche mittels Maschineneinsatz sowie beim Verdichten mittels Ramme oder Rüttler entstehen, da die benötigten Maschinen Treibstoff und somit Energie verbrauchen. Das Pflastern selbst erfordert keine maschinelle, sondern nur menschliche Arbeitskraft.

Aufgrund der geographischen Lage von Natursteinvorkommen können einige Natursteinarten bspw. nur in Indien oder China gewonnen werden. Dementsprechend ist die Energie, die benötigt wird, um den Naturstein zu transportieren, von der geographischen Entfernung des Natursteinvorkommens zum Einsatzort abhängig (DNV 2015, 2f). „Während für den aus Deutschland bezogenen Naturstein durch den Transport ein Treibhauspotenzial von 4,4 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Tonne entsteht, verursacht der Transport aus dem europäischen Ausland 88,1 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Tonne, also in etwa das 20-Fache an klimawirksamen Emissionen. Der Bezug von Naturstein aus China verursacht mit 265 kg CO<sub>2</sub>- Äquivalente pro Tonne Stein ca. 60-mal so hohe Effekte wie der Bezug aus Deutschland“ (ebd., 2). Dieser Zusammenhang wird in der folgenden Grafik dargestellt.



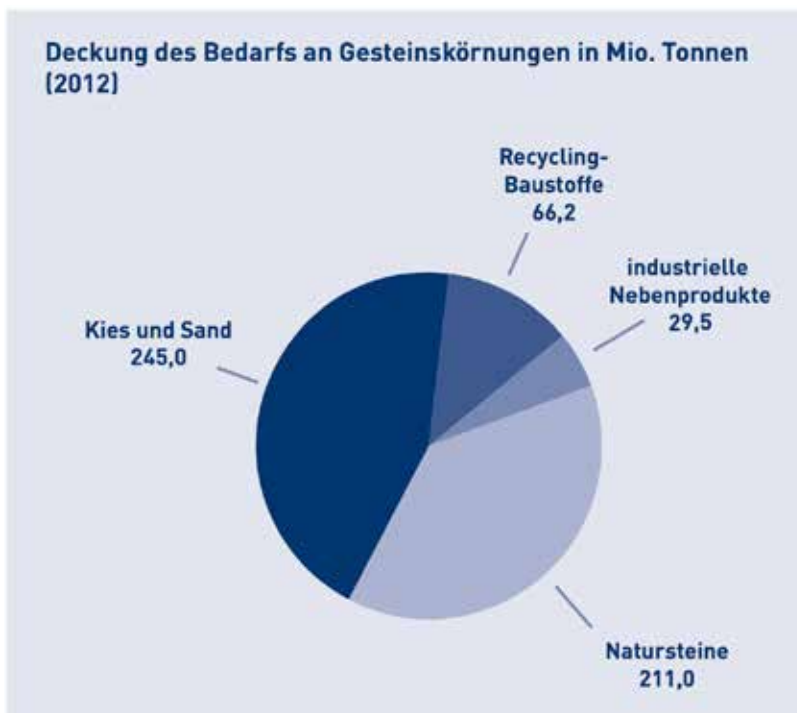
Der CO<sub>2</sub>-Verbrauch des Transportes einer Tonne Natursteins (DNV 2015, 2)

Ist in den Abbauländern kein Standard bzgl. einer Wasseraufbereitung von Kühlwasser bei der Verarbeitung von Naturstein vorhanden, kann die Umwelt durch das verschmutzte Kühlwasser geschädigt werden, wenn dieses einfach in die Umwelt oder angrenzende Gewässer geleitet wird. Außerdem verbrauchen Steinbrüche Wald-, Wiesen- und Feld-Flächen. Um die verlorene Fläche zu kompensieren, können verschiedene Maßnahmen während des Abbaus sowie danach ergriffen werden, um die Biodiversität zu erhalten bzw. herzustellen. So können in Steinbrüchen wertvolle Lebensräume für viele verschiedene Tier- und Pflanzenarten geschaffen werden. (ISTE, 1ff) In der folgenden Abbildung ist ein Steinbruch unter Einhaltung von Bio-Diversitätsmaßnahmen zu sehen.



Ein Steinbruch unter Einhaltung der Biodiversitäts-Maßnahmen (© ISTE)

Die Nutzungsdauer von Natursteinen ist mit mehreren tausend Jahren ungewöhnlich hoch. Es ist ein sehr belastbares Material, das bei Verschleißspuren immer wieder gesägt und/oder geschliffen und dann wiederverwendet werden kann. Natursteine ohne Gebrauchsspuren können direkt nach dem Ausbau und spätestens nach einer Reinigung erneut genutzt werden. Die Wiederverwendung lässt sich viele Male wiederholen. Ist ein Naturstein gänzlich unbrauchbar für eine Verwendung als Pflasterstein, kann er zu Schotter oder Splitt verarbeitet werden. Somit ist Naturstein zu 100% recycelbar. Straßen und Gehwege mit einem Natursteinpflasterbelag haben bei fachgerechtem Einbau eine hohe Nutzungsdauer. So führt Vogel in seinem Buch einige Beispiele von Pflasterflächen auf, welche teilweise über 100 Jahre alt sind und trotz moderner Belastung weiterhin Bestand haben (Vogel 2000).



Recycling verschiedener Baustoffe zu Gesteinskörnungen (bbs 2016, 18)



## Stationsarbeit

### Station 2: Natursteinpflaster und soziale Nachhaltigkeit

Oftmals ist der Preis das ausschlaggebende Argument für die Beschaffung von Baumaterial. Gerade im Bereich der Natursteine kann der niedrige Preis von importierten Waren seine Ursachen in den Abbaubedingungen der jeweiligen Abbauländer haben.



#### Arbeitsauftrag:

- 1.) Lesen Sie den folgenden Abschnitt zur sozialen Nachhaltigkeit.
- 2.) Überlegen Sie, welche Aspekte der sozialen Nachhaltigkeit besonders relevant im Bereich des Naturstein-Abbaus sind.
- 3.) Sichern Sie ihre Gedanken in einer Mindmap.



#### Was bedeutet soziale Nachhaltigkeit?

Soziale Aspekte spielen, neben ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten, bei der Nachhaltigkeit eine große Rolle. Die soziale Nachhaltigkeit soll eine stabile Gesellschaft ermöglichen, an der alle Mitglieder teilhaben können und die menschliche Würde, sowie Arbeits- und Menschenrechte über Generationen hinaus gewährleisten soll.



#### Soziale Nachhaltigkeit weltweit

Soziale Nachhaltigkeit zielt auf ein menschenwürdiges Leben ab, d.h. auf die Verteilung gesellschaftlicher Belastungen, auf Rollenverteilung, auf Verteilung von Arbeit / Bekämpfung von Arbeitslosigkeit und auf Chancengleichheit. Das Thema „Arbeit“ spielt dabei eine zentrale Rolle: die Einhaltung von Arbeitsrechten, Sozialstandards und Gesundheitsschutz der Mitarbeiter:innen sind von großer Bedeutung. Ein geregeltes Einkommen sichert die Existenz und ermöglicht die materielle aber auch soziale und kulturelle Teilhabe am Alltagsleben.

Auch in den SDGs (Sustainable Development Goals, nachhaltige Entwicklungsziele) der Vereinten Nationen ist die soziale Nachhaltigkeit verankert. Die SDGs zielen darauf ab, Armut und Hunger überall auf der Welt zu beenden, Ungleichheiten in und zwischen Ländern zu bekämpfen, Menschenrechte für alle zu verwirklichen und Geschlechtergleichstellung und Selbstbestimmung aller Frauen und Mädchen zu erreichen.

*Ausschnitt eines Artikels (eNu)*



Abbildung: Beispiel einer Mindmap



**Arbeitsauftrag:**

- 1.) Lesen Sie zunächst die folgenden Abschnitte verschiedener Zeitungsartikel zum Thema Arbeitsbedingungen im Natursteinabbau.
- 2.) Benennen Sie stichpunktartig die aufgeführten verschiedenen Missstände im Hinblick auf die soziale Nachhaltigkeit beim Abbau und der Verarbeitung von Naturstein.



(...) Zunächst werteten sie ein Jahr lang Daten verschiedener Häfen und öffentliche Angaben von Firmen aus. Dann wählten sie 22 für den Export produzierende Steinbrüche in den drei südindischen Bundesstaaten Andhra Pradesh, Telangana sowie Karnataka aus und ließen sie mit Blick auf Gesundheit, Löhne, Sicherheit, Organisationsfreiheit und Schuldknechtschaft begutachten. In jedem Steinbruch befragte Global Research mindestens ein Zehntel der Arbeiter, insgesamt 172. Außerdem fanden Gespräche mit Gruppen von Arbeitern statt und in sechs Fällen mit Managern. Anschließend wurden die Steinbrüche in vier Kategorien eingeteilt. Ordentliche Arbeitsbedingungen gab es laut Studie in keinem Steinbruch, halbwegs ordentliche in vier Fällen. In sieben Steinbrüchen fanden sich Fälle von Schuldknechtschaft, in fast allen Steinbrüchen gab es erhebliche Mängel bei der Sicherheitsausstattung, häufig trugen nur wenige Arbeiter Helme.

In fünf Steinbrüchen wurde der ohnehin niedrige Mindestlohn nicht gezahlt, nirgendwo gab es eine aktive Gewerkschaft. Die Autoren sprechen von eindeutigen Fortschritten bei Kinderarbeit, wenn es um den Abbruch der Steine geht, nicht jedoch bei deren Weiterverarbeitung, die vorwiegend Frauen und Kinder erledigten. Untersucht wurden sechs Weiterverarbeitungsanlagen.

In Indien gelten 14 bis 18 Jährige nicht als Kinderarbeiter, allerdings gilt in Minen ein Mindestalter von 18 Jahren. In der Stichprobe waren acht Prozent der Arbeiter jünger als 18 Jahre. Das Ausmaß von Kinderarbeit bei der Weiterverarbeitung der Steine habe sich nicht verändert, schreiben die Autoren. (...)

*Ausschnitt eines Artikels (Voge, 2020)*



**(...) Wird in Deutschland – privat oder als öffentliche Beschaffungsstelle – Naturstein eingekauft, der aus Zwangsarbeit stammt?**

Der Trend in der Naturstein-Gewinnung und -verarbeitung geht von der Handarbeit zur industriellen Fertigung. Dadurch nimmt zumindest die Präsenz der Kinderarbeit in Steinbrüchen ab. Sowohl China als auch Indien, die Hauptexporteure von Natursteinen, verfügen über Steinbrüche, die vom Arbeitsstandard mit deutschen oder europäischen Steinbrüchen vergleichbar sind. Von Steinbruch zu Steinbruch sowie zwischen den Verarbeitungsbetrieben gibt es aber große Unterschiede.

Vor allem für Steine aus Indien ist Kinderarbeit nicht völlig auszuschließen. Häufig sind Familien auf ein zusätzliches Einkommen der Kinder angewiesen. Auch die Modernisierung von Betrieben ist kein Garant für die Beendigung von Kinderarbeit. Eine Ursache ist die [...] Schuldknechtschaft [Verpfändung der Arbeitskraft eines Schuldners an einen Gläubiger, wobei keine Aussichten bestehen, die Schulden jemals komplett zurückzuzahlen, wodurch die Knechtschaft niemals endet. Anm. d. Autors.], welche auch auf Kinder übertragen wird. Aber auch die Arbeitsbedingungen für erwachsene Arbeiter:innen sind alles andere als akzeptabel: niedrige Löhne unterhalb des gesetzlichen Mindestlohns, unsichere und ungesunde Arbeitsbedingungen durch hohe Staubbelastung, fehlende Sicherheitsmaßnahmen, extreme Temperaturen und ein Mangel an Trinkwasser.

Die Situation in China, dem größten Anbieter auf dem deutschen Markt, ist besser. Doch auch in vielen chinesischen Unternehmen gibt es erhebliche Missstände, die denen in Indien ähneln. Schwere körperliche Arbeiten werden auch hier meist ohne angemessene Schutzkleidung ausgeübt und die Lebenserwartung liegt aufgrund der tödlich verlaufenden Lungenkrankheit Silikose, die durch eine kontinuierlich hohe Staubbelastung ausgelöst wird, bei nur 40 Jahren. Zudem werden indische Steine teils in China weiterverarbeitet und kommen so als chinesisches Material zu uns.

Der Handel mit Naturstein erstreckt sich über den gesamten Globus. Das macht es für private Verbraucher aber auch öffentliche Beschaffungsstellen sehr schwierig, Zwangs- oder Kinderarbeit auszuschließen. Baumärkte bieten nur selten zertifizierte Ware an, Kommunen entscheiden bei der Beschaffung beziehungsweise dem Bau mit Natursteinen zu oft nach dem Preis. (...)

*Ausschnitt eines Artikels (Dohmen, 2017)*



## Arbeitsbedingungen in China / Der hohe Preis für Billig-Granit

**Billige Schirmständer, Bänke, Bodenbeläge aus edlem Granit – immer mehr davon wird aus China importiert, bei weiter sinkenden Preisen. Doch für solche Sonderangebote zahlen chinesische Arbeiter einen hohen Preis: Kaum einer weiß, unter welch katastrophalen Bedingungen der Stein dort abgebaut wird. Ein neues Siegel soll jetzt bessere Arbeitsbedingungen garantieren.**

Das meterhohe Rad frisst sich dröhnend laut durch den Granit. Auf dem Video sieht man, wie direkt daneben ein chinesischer Arbeiter sitzt. Ohne Schutzbrille oder Ohrenschutz, in einfachen Gummistiefeln. Um ihn herum fliegen Steinsplitter. Seine Kollegen stehen neben einem Bagger, der einen großen Granitstein anhebt. Mit ihren Händen hantieren sie unter dem kippeligen Steinblock.

### **Gefährliche Schwerstarbeit**

In der Fabrik etwas weiter ist es besonders laut und staubig. Trotzdem trägt hier kaum ein Mitarbeiter eine Atemschutzmaske oder einen Gehörschutz. Viele Arbeiter haben an den Füßen Badelatschen und sind so völlig ungeschützt gegen Unfälle. Keine Einzelfälle.

Aus China kommen vor allem billige Randsteine, Platten, Schirmständer und Bänke nach Deutschland. Für solche Sonderangebote zahlen die chinesischen Arbeiter oft einen hohen Preis meint Helmut Ehnes, Experte für internationalen Arbeitsschutz für die Berufsgenossenschaft Rohstoffe:

„Die Arbeitshaltung ist ziemlich bedenklich, da sind Gelenkschäden, Rückenerkrankungen, all das. Es sind ja gewaltige Lasten, mit denen die Leute hier zu tun haben, wenn da so ein Segment wegfliegt und man ist nicht geschützt, oder steht in diesem Gefahrenbereich, dann kann das auch schwerwiegende oder sogar tödliche Folgen haben.“

### **Deutlich verkürzte Lebenserwartung mit Staublunge**

Neben typischen Arbeitsunfällen wie Brüchen oder Quetschungen ist die Staublunge ein großes Problem in chinesischen Betrieben. Die Staublunge ist mit rund 80 Prozent die häufigste Berufskrankheit in China. Diese schreckliche Erkrankung erklärt Dr. Juliane Kronsbein, Lungenärztin in der Bochumer Klinik Bergmannsheil:

„Die Arbeiter sind sicherlich einer extremen Staubbelastung ausgesetzt. Das heißt, sie werden möglicherweise im Zuge einer Erkrankung, einer Steinstaublunge, die sie entwickeln, sehr frühzeitig auch Symptome im Sinne von Luftnot und vielleicht noch einer trockenen Hustensymptomatik entwickeln. Da ist sicherlich mit einer deutlich verkürzten Lebenserwartung zu rechnen. Unter Umständen vielleicht nur bis zum vierzigsten oder fünfzigsten Lebensjahr.“ (...)

*Ausschnitt eines Artikels (Lang, 2017)*

### Misstände sozialer Nachhaltigkeit im Natursteinabbau

- ▶ Arbeitnehmer-Arbeitgeberverhältnis ist ein Verhältnis der Schuldknechtschaft
- ▶ Moderne Sklaverei
- ▶ Geringe oder gar keine Arbeitsschutzmaßnahmen wie Sicherheitsaustattungen der Arbeitenden
- ▶ Starke gesundheitliche Belastung durch Staub, wodurch die Lebenserwartung drastisch sinkt
- ▶ Harte körperliche Arbeit ohne ausreichende Regenerationsphasen
- ▶ Keine Gewerkschaften
- ▶ Sehr geringe Löhne
- ▶ Kinderarbeit
- ▶ Hohe Verletzungsgefahr



## Stationsarbeit

### Arbeitsauftrag:

- 1.) Lesen Sie das folgende Infomaterial zum Denkmalschutz.
- 2.) Benennen Sie die verschiedenen herangehensweisen des denkmalgerechten Bauens.
- 3.) Begründen Sie, welche Herangehensweise des Denkmalschutzes ihrer Meinung nach für die Außenflächen rund um die „Villa Mutzenbecher“ am geeignetsten ist. Betrachten Sie dazu die folgenden Abbildungen, welche historische Fotos der Villa zeigen sowie die Abbildungen verschiedener Pflasterflächen mit gebrauchten oder/und neuen Natursteinpflastersteinen.



### Informationstext: Denkmalschutz

Der Grundsatz des Denkmalschutzes besagt, dass der originale Zustand eines Bauwerks erhalten werden muss und nicht verändert werden darf (HmbGVBl. 2013, 143f). Doch es zeigen sich unterschiedliche Herangehensweisen im Denkmalschutz, um die eine kontroverse Debatte herrscht. Im Idealfall können historische Bauwerke saniert und erhalten werden. Im Straßenbau ist die Sanierung von historischen Pflasterflächen mit den Anforderungen an moderne Straßen und Wege verbunden. Während „Ausbesserungen und Ergänzungen von Fehlstellen in einem systematisch aufgebauten Wegebelaag keine Schwierigkeiten darstellen, so wird es für den Denkmalpfleger dann problematisch, wenn eine Anpassung an veränderte Verkehrsbedingungen gefordert wird [...] oder das Aufnehmen des gesamten Belags nicht zu verhindern ist [...]“ (Merk, 1999, 74). Wurden historische Bauwerke bereits abgerissen oder zerstört und es existieren nur noch Aufzeichnungen dieser Bauwerke, werden diese komplett rekonstruiert, also neu geschaffen. Nicht immer wird sich an das historische Original gehalten, wodurch es zu Verfälschungen kommt. Zudem werden Rekonstruktionen historischer Bauwerke von Kritiker:innen als Attrappen bezeichnet (Kaiser, 1ff). Auch eine komplett aufgenommene historische Straße, welche neu verlegt wird, ist als Nachbau zu bezeichnen, trotz der Wiederverwendung der historischen Materialien. Also ist die reine Verwendung von gebrauchten Pflastersteinen noch kein Denkmalschutz. Ein weiterer Ansatz des Denkmalschutzes ist die klare Abgrenzung von neu und alt. Dieser lässt sich häufig an modernen Dachaufstockungen auf historischen Gebäuden beobachten. Durch diese optische Abgrenzung soll der Unterschied von historischer und moderner Architektur verdeutlicht und das ältere Bauwerk gewürdigt werden (Heinze).

#### Herangehensweisen des Denkmalschutzes

- ▶ Sanierung, um den Originalzustand zu erhalten
- ▶ Rekonstruktion/Nachbau anhand eines historischen Vorbilds
- ▶ Abgrenzung von neu und alt



### Eine für die Villa Mutzenbecher geeignete Herangehensweisen des Denkmalschutzes

Da die Außenflächen der Villa Mutzenbecher nicht gepflastert waren, existiert keine sanierungsbedürftige Bausubstanz. Die komplette Rekonstruktion einer Pflasterfläche nach historischem Vorbild, bspw. die Straße einer Altstadt aus der Jahrhundertwende, ergibt eine gute Möglichkeit, die Außenflächen nach Denkmalschutzaspekten mit Natursteinpflaster zu gestalten. Gebrauchte Pflastersteine eignen sich am besten für diesen Ansatz, da sie optisch zum historischen Gebäude passen.

#### ODER

Die Sanierung eignet sich nicht für die Villa Mutzenbecher, da deren Außenflächen nicht mit Pflaster gestaltet waren. Um kein verfälschtes Bild zu kreieren, wird auch der Ansatz der kompletten Rekonstruktion einer Pflasterfläche nach historischem Vorbild ausgeschlossen. Daher kommt nur der Ansatz der Kombination von neu und alt in Frage. Dieser könnte durch Pflasterflächen mit neuen Pflastersteinen am historischen Gebäude umgesetzt werden.





Oben links und oben rechts: Historische Fotos der „Villa Mutzenbecher“ (© Helene Willink in Ricker, 2014). Mitte: Bild eines Militärwaisenhauses mit Gartenanlage und Pflasterfläche. Aufnahme von 1912 (Merk, 1999, 71). Unten links: Verschiedene gebrauchte Steine in unterschiedlichen Verbänden (Vogel, 2000, 74). Unten rechts: Kombination von altem und neuem Kleinpflaster im Segmentbogenverband (Vogel, 2000, 57).



## Beratungsgespräch mit dem Architekten

### Station 4: Überprüfung des Vorwissens: Pflasterverbände

#### Arbeitsauftrag:

Testen Sie ihr Vorwissen zu Pflasterverbänden. Verbinden sie die Abbildungen der Pflasterverbände (Vogel 2000) mit dem jeweils richtigen Namen des Verbandes.



Reihenverband



Segmentbogen-  
verband



Polygonalver-  
band





Netzverband



Schuppen-  
verband



Passeverband



## Konzept zur Gestaltung der Außenflächen der „Villa Mutzenbecher“ inklusive eines Arbeitsablaufplans

### Arbeitsauftrag:

- 1.) Erstellen Sie ein Konzept für die Gestaltung der Außenflächen der Villa mit Natursteinpflaster. Berücksichtigen Sie dabei den Denkmalschutz und bei der Materialauswahl die ökologische sowie die soziale Nachhaltigkeit und begründen Sie ihre Entscheidung.
- 2.) Füllen Sie die Tabelle zur Gestaltung der verschiedenen Flächen aus. Beschreiben Sie Ihr Konzept.
- 3.) Berechnen Sie das für die Terrassenfläche nötige Material (Pflastersteine) wie im Beispiel der Materialberechnung der Pflasterfläche im Verandabereich dargestellt.
- 4.) Fertigen Sie für die visuelle Darstellung Ihres Konzepts eine Zeichnung im Maßstab 1:20 an. Als Vorlage dienen der vorliegende Grundriss und Ihr Aufmaß aus der Begehung.
- 5.) Stellen Sie Ihr Konzept auf einem Plakat oder mit einer digitalen Präsentation vor.

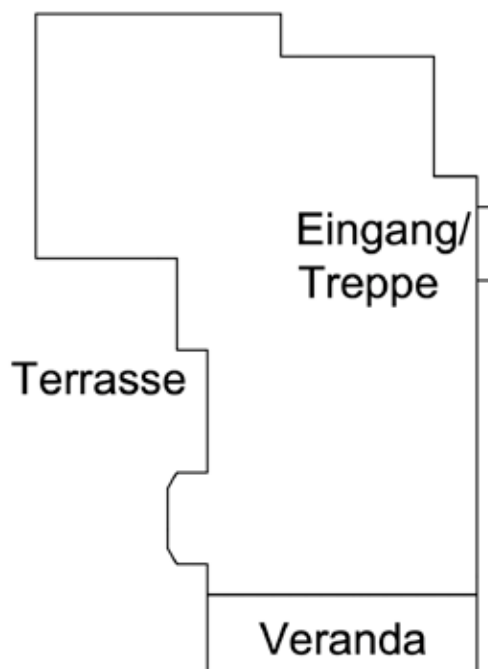
Für die Materialauswahl wird eine Auswahl an Natursteinhändlern zur Verfügung gestellt.

Die Nord-Stein GmbH liegt in Hamburg-Georgswerder und bietet Natursteine aus aller Welt sowie gebrauchte Natursteine an. <https://nord-stein.de>

Die BGS GmbH bietet Bergische Grauwacken-Steine aus dem eigenen Steinbruch an. <https://bgs-vitar.de/produkte.html>

Die MHI Naturstein & Baustoffservice GmbH bietet verschiedene Natursteine aus verschiedenen Abbaugebieten an. <https://www.mhi-nbs.de/sortiment/haus-garten/leistensteine-und-kantensteine-aus-naturstein>

Der Natursteinhandel Nordost M-V hat Findlinge, Lesesteine und gebrauchtes Natursteinpflaster im Sortiment. <http://www.natursteinhandel-mv.de>



Vorlage: Grundriss der Villa

## Beispielkonzept 1

### Erläuterung des Konzepts

Da die Außenflächen der Villa Mutzenbecher ursprünglich nicht gepflastert waren, bietet die komplette Rekonstruktion einer Pflasterfläche nach historischem Vorbild eine gute Möglichkeit, diese mit Natursteinpflaster zu gestalten. Gebrauchte Pflastersteine eignen sich am besten für diesen Ansatz, da sie ein historisches Gesamtbild suggerieren und mit dem historischen Aussehen des Gebäudes harmonieren. Zudem sind gebrauchte Natursteine die nachhaltigste Option. Sie wurden bereits abgebaut und sind bereits in der näheren Umgebung bei Natursteinhändlern vorhanden. Somit entstehen keine nennenswerten CO<sub>2</sub>-Emissionen mit deren Verwendung. Die Abbaubedingungen für die ArbeiterInnen können nicht mehr nachvollzogen werden, es ist aber auszuschließen, dass durch die Verwendung von gebrauchtem Naturstein, welcher vor Ort bezogen werden kann, Menschenrechtsverstöße in der Lieferkette in Kauf genommen werden. Zudem werden Lesesteine aus Mecklenburg-Vorpommern im Sockelbereich der Villa verwendet. Auch diese haben eine historische Wirkung, da sie nicht bearbeitet werden und das Pflastern mit diesen Steinen zu den ältesten Pflasterarten gehört. In der folgenden Tabelle sind die Außenflächen mit den jeweiligen Pflasterverbänden und dort zu verwendenden Natursteinen aufgeführt.

Fläche	Pflasterverbände	Material
Sockelbereich	Randbefestigung aus Großpflaster, Fläche im Polygonalverband	Gebrauchtes Großpflaster Lesesteine (130/170 mm)
Terrasse	Randbefestigung aus Großpflaster, Passeverband	Gebrauchtes Kleinpflaster Gebrauchtes Großpflaster
Umlaufender Weg	Randbefestigung aus Großpflaster, Segmentbögen	Gebrauchtes Großpflaster Gebrauchtes Kleinpflaster
Platz im Eingangsbereich	Randbefestigung aus Großpflaster, Passeverband	Gebrauchtes Kleinpflaster Gebrauchtes Großpflaster

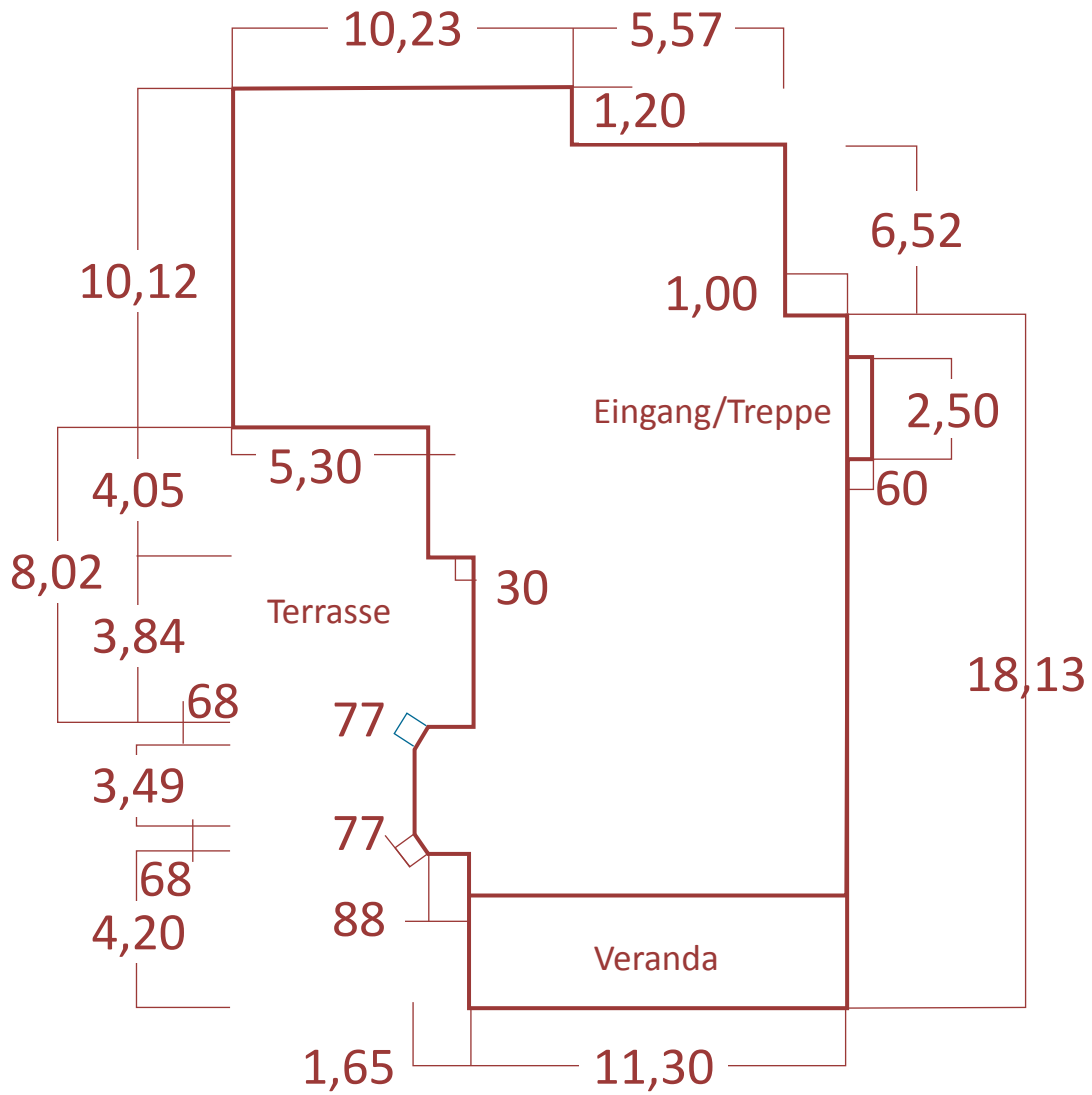
### Beschreibung des Konzepts

Die Begrenzungen der einzelnen Flächen werden aus gebrauchtem Großpflaster hergestellt, wodurch eine klare optische Trennung der Flächen und Verbände erreicht wird. Der Sockelbereich wird mit Lesesteinen im Polygonalverband gepflastert. Für die Terrasse sowie für den Platz im Eingangsbereich ist gebrauchtes Kleinpflaster im Passeverband vorgesehen. Auch der umlaufende Gehweg wird mit gebrauchtem Kleinpflaster, allerdings im Segmentbogenverband, gepflastert. Eine Ausnahme bildet der Weg im Bereich zwischen der Terrasse und der Veranda. Dort wird der Passeverband verwendet, da Segmentbögen für eine solche Geometrie ungeeignet erscheinen. Der Sockelbereich beträgt in der Breite pauschal 70 cm, der umlaufende Weg 150 cm exklusive der Randeinfassungen. Die Breite des Gehwegs ergibt sich aus der Formel des Segmentbogenverbands: Bogenbreite = Segmentbreite:  $BB = 15 \times C$ , wobei C für die Steingröße steht (in diesem Falle wird mit 10cm gerechnet). Also:  $BB = 15 \times 10 \text{ cm} = 150 \text{ cm}$ .





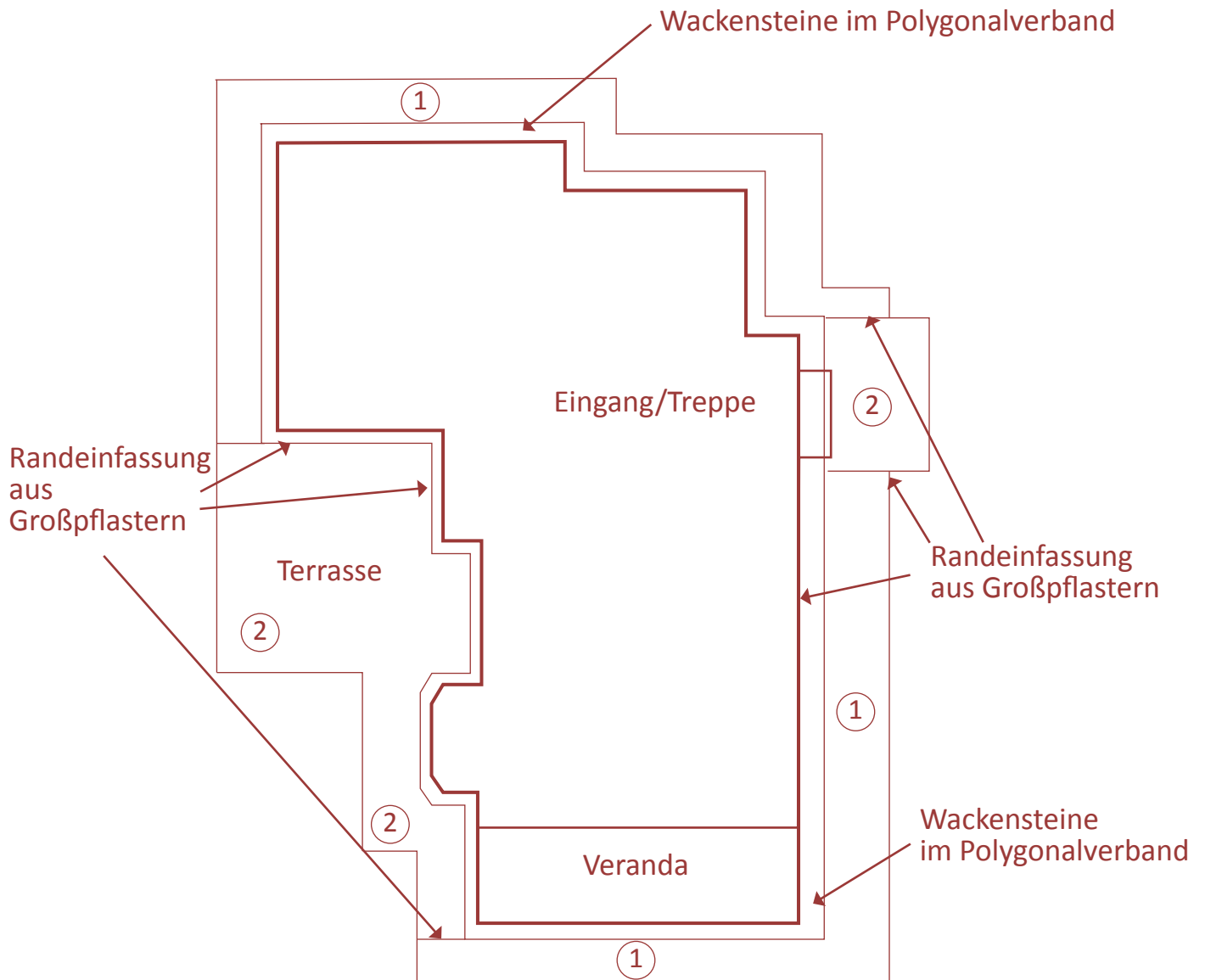
Aufmaß





Visuelle Darstellung des Konzepts

- ① Kleinpflaster: Segmentbogenverband
- ② Kleinpflaster: Passeverband





### Materialberechnung (Fachbuch S. 250)

Berechnung des Materialbedarfs (Natursteinpflaster) für den Bereich der Veranda (Länge 11,30 m).  
Annahme: Kleinpflasterfläche im Segmentbogenverband auf einer Breite von 1,50 m.

Kleinpflaster (80/10 mm)

$$A_{\text{Veranda}} = a \times b \rightarrow A_{\text{Veranda}} = 11,30 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} = 16,95 \text{ m}^2$$

$$M_{\text{Kleinpflaster}} = A_{\text{Veranda}} \times \text{m}^2/\text{t} \rightarrow M_{\text{Kleinpflaster}} = 16,95 \text{ m}^2 \times 4,5 \text{ m}^2/\text{t} = 76,38 \text{ t}$$

Lesesteine (130/170 mm)

$$A_{\text{Lesesteine}} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 = 9,58 \text{ m}^2$$

$$M_{\text{Lesesteine}} = A_{\text{Lesesteine}} \times \text{m}^2/\text{t} \rightarrow M_{\text{Lesesteine}} = 9,58 \text{ m}^2 \times 3,00 \text{ m}^2/\text{t} = 28,74 \text{ t}$$

Es werden 28,74 t Lesesteine für den Streifen im Sockelbereich benötigt.

**Formel:**  $A_{\text{Lesesteine}} = a \times b$

**Nebenrechnungen:**

$$3,84 \text{ m} - 0,70 \text{ m} = 3,14 \text{ m}$$

$$0,70 \text{ m} + 0,30 \text{ m} = 1,00 \text{ m}$$

$$5,30 \text{ m} - 0,70 \text{ m} = 4,60 \text{ m}$$

$$A_1 = 0,88 \text{ m} \times 0,70 \text{ m} = 0,62 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 3,14 \text{ m} \times 0,70 \text{ m} = 2,20 \text{ m}^2$$

$$A_3 = 1,00 \text{ m} \times 0,70 \text{ m} = 0,70 \text{ m}^2$$

$$A_4 = 4,05 \text{ m} \times 0,70 \text{ m} = 2,84 \text{ m}^2$$

$$A_5 = 4,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m} = 3,22 \text{ m}^2$$

Kleinpflaster (80/10mm)

$$A_{\text{Kleinpflaster}} = A_1 + A_2 = 39,67 \text{ m}^2$$

$$M_{\text{Kleinpflaster}} = A_{\text{Kleinpflaster}} \times \text{m}^2/\text{t} \rightarrow M_{\text{Kleinpflaster}} = 39,67 \text{ m}^2 \times 4,5 \text{ m}^2/\text{t} = 178,52 \text{ t}$$

**Formel:**  $A_{\text{Kleinpflaster}} = a \times b$

**Nebenrechnungen:**

$$3,84 \text{ m} - 0,70 \text{ m} - 0,70 \text{ m} = 2,44 \text{ m}$$

$$5,30 \text{ m} + 0,70 \text{ m} + 0,30 \text{ m} = 6,30 \text{ m}$$

$$5,30 \text{ m} + 0,70 \text{ m} = 6,00 \text{ m}$$

$$A_1 = 2,44 \text{ m} \times 6,30 \text{ m} = 15,37 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 4,05 \text{ m} \times 6,00 \text{ m} = 24,30 \text{ m}^2$$



## Beispielkonzept 2

### Erläuterung des Konzepts

Die Außenflächen der Villa Mutzenbecher waren ursprünglich nicht gepflastert, weshalb der Ansatz der Kombination von neu und alt eine gute Möglichkeit darstellt, eine Gestaltung der Außenflächen der Villa mit Natursteinpflaster vorzunehmen. Die Rekonstruktion einer Pflasterfläche nach historischem Vorbild würde ein verfälschtes Bild der Villa suggerieren. Daher werden die Außenflächen mit neuem Natursteinpflaster gepflastert. Bei der Materialauswahl ist daher darauf zu achten, dass die Steine im Hinblick auf die soziale und ökologische Nachhaltigkeit geeignet sind. Um menschenrechtskonforme Abbaubedingungen zu garantieren und einen möglichst geringen ökologischen Fußabdruck zu erreichen, werden daher Grauwackekleinpflaster aus Nordrhein-Westfalen und Rasenkanten aus schwarzem Basalt aus Hessen verwendet.

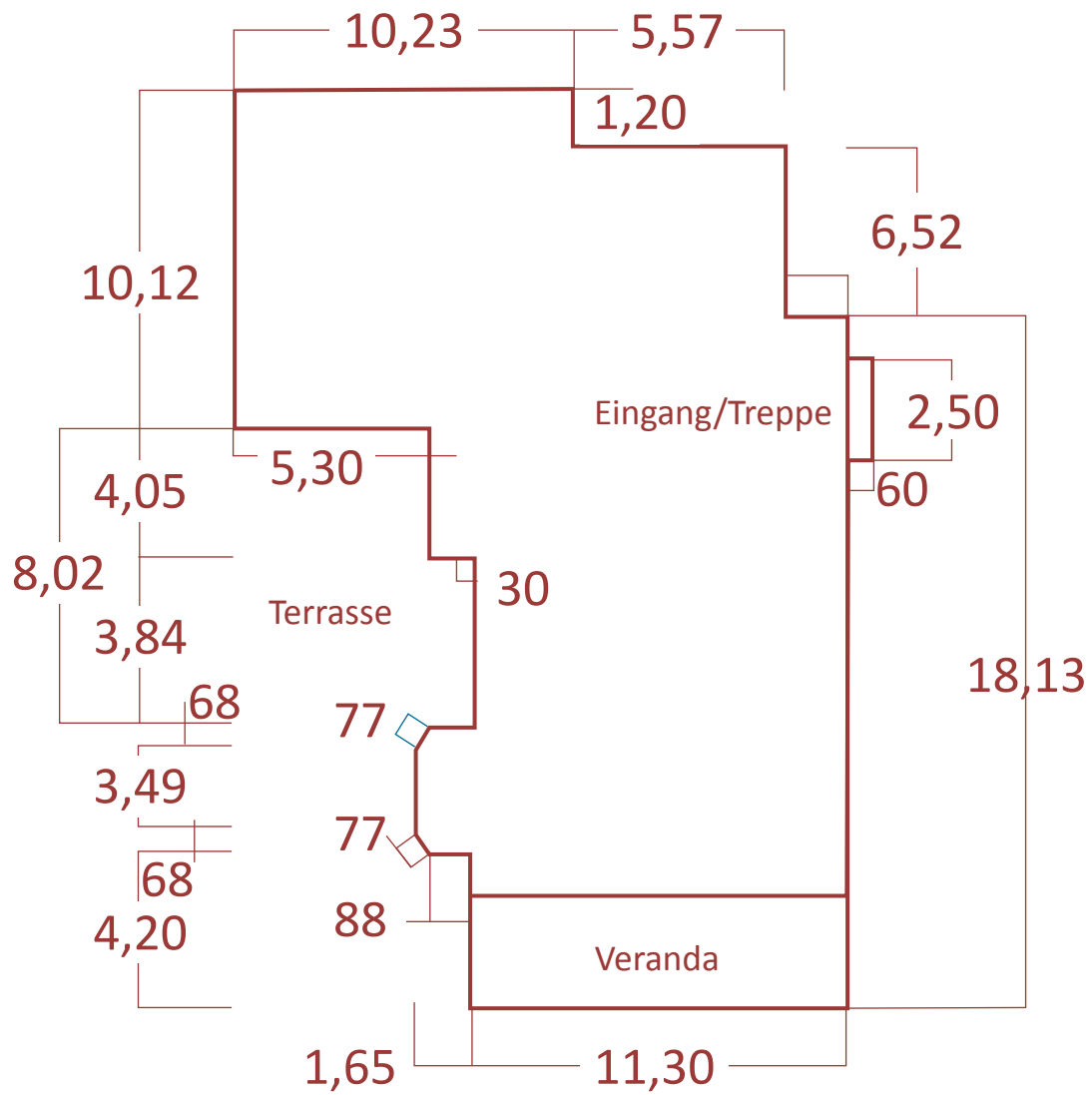
Fläche	Pflasterverbände	Material
Sockelbereich und umlaufender Weg	Randbefestigung aus Rasenkanten, Fläche im Segmentbogenverband	Neues Kleinpflaster aus Grauwacke, gemischte Größen Neue Basaltrasekanten (schwarz)
Terrasse	Randbefestigung aus Rasenkanten, Fläche im Passeverband	Neues Kleinpflaster aus Grauwacke, gemischte Größen Neue Basaltrasekanten (schwarz)
Platz im Eingangsbereich	Randbefestigung aus Rasenkanten, Fläche im Passeverband	Neues Kleinpflaster aus Grauwacke, gemischte Größen Neue Basaltrasekanten (schwarz)
Bereich vor der Veranda	Randbefestigung aus Rasenkanten, Fläche im Reihenverband	Neues Kleinpflaster aus Grauwacke, gemischte Größen Neue Basaltrasekanten (schwarz)

### Beschreibung des Konzepts

Die Begrenzungen der einzelnen Flächen werden aus schwarzen Basaltrasekanten und die Pflasterflächen aus Grauwackekleinpflaster hergestellt, wodurch eine klare optische Trennung der Flächen erreicht wird. Der umlaufende Gehweg wird mit Kleinpflaster im Segmentbogenverband gepflastert und beträgt in der Breite 150 cm exklusive der Randeinfassungen. Diese ergibt sich aus der Formel des Segmentbogens: Bogenbreite = Segmentbreite:  $BB = 15 \times C$ , wobei C für die Steingröße steht (in diesem Falle wird mit 10cm gerechnet). Also:  $BB = 15 \times 10 \text{ cm} = 150 \text{ cm}$ . Eine Ausnahme bildet der Weg im Bereich zwischen der Terrasse und der Veranda. Dort wird der Passeverband verwendet, da Segmentbögen für eine solche Geometrie ungeeignet erscheinen. Auch die Terrasse, der Bereich vor der Veranda wird mit Kleinpflaster im Reihenverband, der Platz im Eingangsbereich mit Kleinpflaster im Passeverband gepflastert.



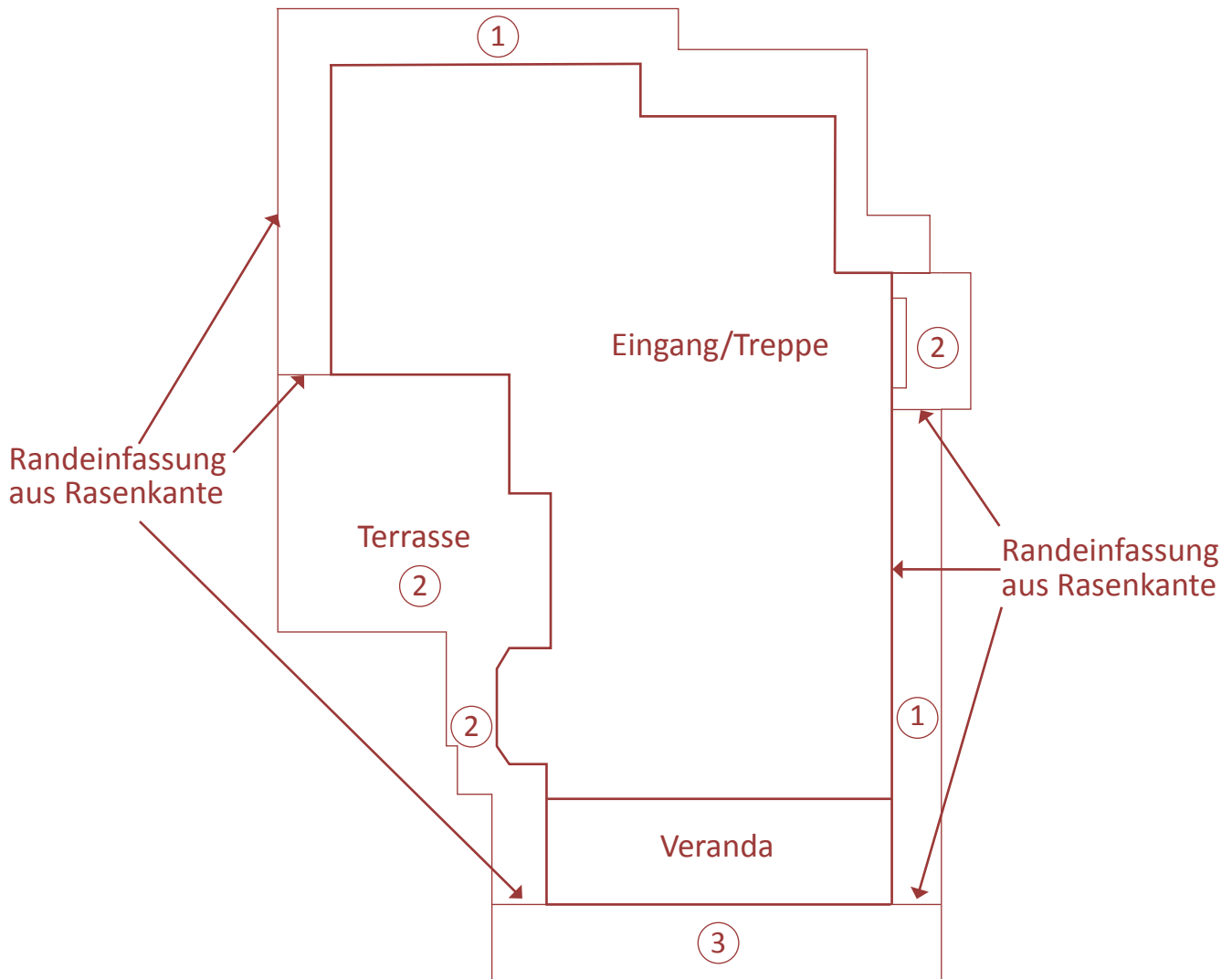
Aufmaß





Visuelle Darstellung des Konzepts

- ① Kleinpflaster: Segmentbogenverband
- ② Kleinpflaster: Passeverband
- ③ Kleinpflaster: Reihenverband



### Materialberechnung (Fachbuch S. 250)

Berechnung des Materialbedarfs (Natursteinpflaster) für den Bereich der Veranda (Länge 11,30 m).  
Annahme: Kleinpflasterfläche im Segmentbogenverband auf einer Breite von 1,50 m.

Kleinpflaster (80/10 mm)

$$A_{\text{Veranda}} = a \times b \rightarrow A_{\text{Veranda}} = 11,30 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} = 16,95 \text{ m}^2$$

$$M_{\text{Kleinpflaster}} = A_{\text{Veranda}} \times m^2/t \rightarrow M_{\text{Kleinpflaster}} = 16,95 \text{ m}^2 \times 4,5 \text{ m}^2/t = 76,38 \text{ t}$$

#### Formel:

$$A = a \times b$$

Kleinpflaster (8/10 mm)

$$A_{\text{Kleinpflaster}} = A_1 + A_2 \quad A_{\text{Kleinpflaster}} = 21,50 \text{ m}^2 + 21,47 \text{ m}^2 = 42,97 \text{ m}^2$$

$$M_{\text{Kleinpflaster}} = A_{\text{Kleinpflaster}} \times m^2/t \quad M_{\text{Kleinpflaster}} = 42,97 \text{ m}^2 \times 4,5 \text{ m}^2/t = 193,97 \text{ t}$$

#### Nebenrechnung:

$$5,30 \text{ m} + 0,30 \text{ m} = 5,60 \text{ m}$$

$$A_1 = 3,84 \text{ m} \times 5,60 \text{ m} = 21,50 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 4,05 \text{ m} \times 5,30 \text{ m} = 21,47 \text{ m}^2$$





6.) Ergänzen Sie im Arbeitsablaufplan die fehlenden Beschreibungen der verschiedenen Arbeitsschritte wie in der ersten Zeile dargestellt. Die erforderlichen Informationen erhalten Sie aus den unten aufgeführten Kapiteln Ihres Fachbuchs (Hägele et al., 2018). Die benötigten Seiten finden Sie in der Tabelle unter den aufgeführten Arbeitsschritten. Gehen Sie davon aus, dass eventuell vorhandene Pflasterflächen bereits aufgenommen wurden.

Arbeitsablaufplan	
Arbeitsschritt	Beschreibung der Tätigkeit
Abstecken der zu pflasternden Fläche, Höhenübertragung. (Fachbuch S. 169/176)	Die zu pflasternde Fläche samt der Randbefestigungen wird in ihrer geometrischen Form und ihren Maßen abgesteckt. Die Höhen für das Gefälle werden auf die Schnurnägel übertragen und die Fläche wird ausgeschnürt.
Ausheben des vorhandenen Bodens. (Fachbuch S. 146/151)	Der vorhandene Boden wird so weit ausgehoben, dass der fachgerechte Aufbau eines Natursteinpflasterweges möglich ist. Der Aufbau besteht aus einer Frostschuttschicht von 18 cm – 28 cm, der Pflasterbettung von 4 cm und der Pflasterdecke von ca. 8 cm.
Einbau der Tragschicht. (Fachbuch S. 146/151)	Die Tragschicht wird mit einem Verdichtungsgerät eingebaut und muss aus einem wasserdurchlässigen und damit frostsicheren Material bestehen.
Setzen der Randeinfassungen. (Fachbuch S. 151/176)	Die Randeinfassungen werden auf die Frostschutztragschicht in Beton gesetzt. Es wird eine Rückenstütze hergestellt.
Einbau der restlichen Tragschicht	Die restliche Tragschicht bis zur Unterkante der Bettung wird eingebaut und verdichtet.
Einbau der Pflasterbettung. (Fachbuch S. 151)	Die Pflasterbettung aus Pflastergrand wird gleichmäßig auf der Fläche verteilt.
Pflastern der Flächen. (Fachbuch S. 249f)	Zunächst wird eine Läuferreihe entlang der Randeinfassungen gesetzt. Dann wird die restliche Fläche im Verband gesetzt. Es ist dabei darauf zu achten, dass das Gefälle über die ganze Fläche stimmt und dass die Pflasterfläche keine Buckel oder Kuhlen aufweist. Der Grand wird mit der Pinne des Pflasterhammers aufgelockert, mittels der Steine wird der Grand ins so entstandene Loch geschoben und die Steine werden hammerfest gesetzt. Die Steine werden 2 cm über die Sollhöhe gesetzt, da die Fläche später mit einer 20-kN-Ramme verdichtet wird. Zudem soll die Pflasterfläche ein Sackmaß von ca. einem Zentimeter über der Randeinfassung aufweisen, damit sich durch Belastung und Eigengewicht keine Lunken vor der Randeinfassung bilden und das Wasser ablaufen kann. Wenn Steine nicht passen oder um Hindernisse wie Schächte herum gelegt werden müssen, werden diese mit Fäustel und Absatzeisen in die richtige Form gehauen.
Einschlämmen. (Fachbuch S. 247)	Die Pflasterfläche wird großzügig mit Brechsand bedeckt und mit viel Wasser eingeschlämmt. So werden die Fugen verfüllt und die Steine können nicht mehr wackeln.
Rammen (Fachbuch S. 247/250)	Die Pflasterfläche wird mit einer Ramme verdichtet und auf die endgültige Höhe gebracht.
Nacharbeiten (Fachbuch S. 247)	Nach dem Verdichtungsprozess wird die Pflasterfläche ein weiteres Mal nachgeschlämmt, um ggf. offene Fugen zu verfüllen. Danach wird die Fläche gesäubert.

# Anhang

Kapitel aus dem Fachbuch (Hägele et al. (2018). Lernfeld Bautechnik – Straßenbauer, Fachstufen. © Verlag Handwerk und Technik GmbH) als Informationsmaterial für die Erstellung des Konzeptes.



## 10 Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen

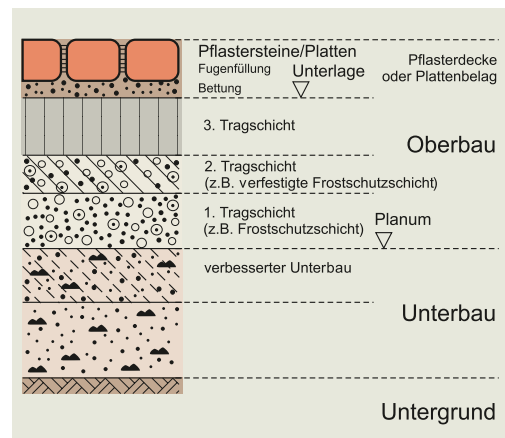
### 10.1 Anforderungen und Eigenschaften von Pflasterdecken

#### 10.1.1 Aufbau von Pflasterflächen

An Pflasterdecken werden heute häufig ebensolche Anforderungen gestellt wie an Fahrbahnbefestigungen aus Beton oder Asphalt. Deswegen entspricht der grundsätzliche Aufbau auch dem aller Fahrbahnen:

Auf dem Untergrund wird der **Unterbau** aufgebracht. Dieser wird hergestellt, um die erforderliche Einbauhöhe des Straßenoberbaus zu erreichen. Seine Anforderungskriterien (z.B. Tragfähigkeit) entsprechen dem des Erdbaus. Darauf folgt der **Oberbau** mit Pflasterdecke, einer oder mehreren Tragschichten und Frostschuttschicht. Zur Pflasterdecke gehört die Bettung und der Pflaster- oder Plattenbelag. Das Planum liegt zwischen Untergrund bzw. Unterbau (z.B. Dammschüttung) und dem Oberbau.

Die Dicke des Straßenoberbaus, also die Dicke des Pflasterbelages sowie der Tragschichten, richtet sich generell nach zwei Kriterien, der erforderlichen Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus und der Tragfähigkeit des Untergrundes (vgl. Abschnitt 7.2).



Straßenaufbau nach ZTV Pflaster-StB

Belastungsklasse	Bk3,2				Bk1,8				Bk1,0				Bk0,3				Rad- und Gehwege					
	> 1,8...3,2				> 1,0...1,8				> 0,3...1,0				≤ 0,3				Bauweisen		Pflaster (Plattenbelag)		ohne Bindemittel	
B [Mio.]																						
Dicke des frostsich. Oberbaus	45	55	65	75	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65	Dicke des frostsicheren Oberbaus		30	40	30	40
<b>Schottertragschicht auf Frostschuttschicht</b>																<b>Schotter- oder Kiestragschicht</b>						
Pflasterdecke																	Dicke					
Schottertragschicht																	Schotter- oder Kiestragschicht					
Frostschuttschicht																	Schicht aus frostunempfindlichem Material					
Dicke der Frostschuttschicht	- - 26 36				- - 26 36				- - 33 43				- 18 28 38				Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		- 13		- 11	
<b>Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht</b>																<b>ToB auf Planum</b>						
Pflasterdecke																	Dicke					
Wasserdurchlässige Asphalttragschicht																	Schotter-, Kiestragschicht oder Frostschuttschicht					
Frostschuttschicht																	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		18 28		26 36	
Dicke der Frostschuttschicht	- 27 37 47				- 27 37 47				- 31 41 51				- 23 33 43									
<b>Dränbetonschicht auf Frostschuttschicht</b>																						
Pflasterdecke																						
Dränbetontragschicht (DBT)																						
Frostschuttschicht																						
Dicke der Frostschuttschicht	- - 31 41				- - 31 41				18 28 38 48				- 18 28 38									

Dickenangaben in cm; ▾ E<sub>v2</sub>-Mindestwerte in MPa (≙ MN/m<sup>2</sup>)

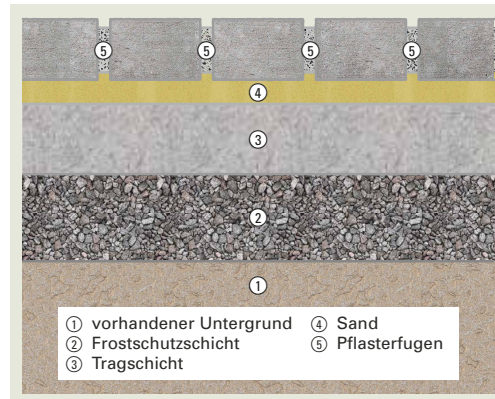
Beispiele für Bauweisen von Pflasterdecken für Fahrbahnen und Rad-/Gehwege nach RStO



## 10 Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen

Für den Bau von Pflaster- und Plattendecken gelten neben den anderen Straßenbaurichtlinien und Betonbau-normen die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedin-gungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (**ZTV Pflaster-StB**) so-wie **DIN 18318** Straßenbauarbeiten, Pflasterdecken und Plattenbeläge.

Der Straßenaufbau von Pflasterflächen entspricht grundsätzlich dem Aufbau aller Fahrbahnen. Er be-steht aus Unterbau und Oberbau (Frostschutz-schicht, Tragschicht und Pflasterdecke).



Pflasteraufbau ohne Unterbau

### 10.1.2 Anforderungen an Pflaster-flächen

Die konkreten Anforderungen ergeben sich aus den Be-anforderungen der Pflaster- und Plattendecken.

Beanspruchung von Pflasterdecken	Anforderungen an Belag	Anforderungen an Bauausführung
<p>rollende Lasten, Schwer- und Leichtverkehr, gleichmäßige und stoßartige Belastung</p>	Druckfestigkeit, Biegezugfestigkeit, Schleifverschleiß, Schubsicherung	hochfeste Steine, im Verband verlegt, gleichmäßige Bettung, standfeste Unterlage
<p>Punktlasten, ruhender Verkehr, auch Einschlagen im Stand, Lagerung von Material, stoßartige Belastung</p>	Druckfestigkeit, Biegezugfestigkeit, Schubsicherung, Vermeidung von Kantenabplatzung	vorgeschriebene Fugenbreite
<p>Feuchtebelastung durch Regen, Sprengen, Tauwasser</p>	geringe Wasseraufnahme, Versickerungsfähigkeit	geringe Wasseraufnahme des Belages, sickerfähige Bettung und Unterlage
<p>Eis und Schnee</p>	Frostbeständigkeit, Taumittelbeständigkeit, Säurebeständigkeit	frostbeständiger Belag, sickerfähige Bettung, frostsicherer Oberbau
<p>Fußgängerverkehr</p>	rutschsichere Oberfläche, keine Stolpergefahr	rutschsicherer Belag, keine gefährdenden Höhenunterschiede, nicht zu breite Fugen
<p>Kehrmaschine</p>	Erhaltung des Fugenverschlusses, kein Verschleiß, keine Verkantung	Kehren mit Maschine erst nach Festigung des Fugenverschlusses (etwa 1 Jahr)

Anforderungen an Pflasterdecken



## 10 Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen

### 10.2.2 Vorbereiten der Verlegefläche

Bei der Neuanlage von Straßenbefestigungen sind vor der Pflasterarbeit nach ZTV Pflaster-StB folgende Arbeitsschritte erforderlich:

- Ausheben (Auskoffern) des anstehenden Bodens zur Aufnahme des gesamten Paketes der Straßenbefestigung (Oberboden gesondert lagern!),
- Herstellen und Verdichten des Rohplanums mit einem Verdichtungsgerät (Walze oder Rüttelplatte) zu einer standfesten und mit dem notwendigen Gefälle versehenen Fläche,
- Einbau und Verdichtung der Unterlage aus frostsicherem Material (je nach Bauweise wird die Unterlage aus mehreren verschiedenen Unter- und Oberbauschichten bestehen).

Die **Tragschichten** bilden die Unterlage einer Pflasterfläche. Ihre Hauptaufgabe ist die Sicherstellung von **Tragfähigkeit** und **Wasserdurchlässigkeit** der Pflasterfläche. Erreicht wird dies größtenteils durch die Kornform und Korngrößenverteilung sowie die Verdichtung. Gerade bei Pflasterflächen kann es bei unsachgemäßem Einbau zu gravierenden Mängeln wie z.B. Unebenheiten nach Frostende oder Setzungen kommen (siehe Abschnitt 7.9).

Als Tragschichten kommen infrage:

- Kiestragschichten,
- Schottertragschichten,
- wasserdurchlässige Asphalttragschichten,
- Dränbetontragschichten.

Die Oberfläche der Tragschicht muss das Gefälle des Belages aufweisen. Auf gefrorener Unterlage dürfen keine Pflaster- und Plattenbeläge eingebaut werden.

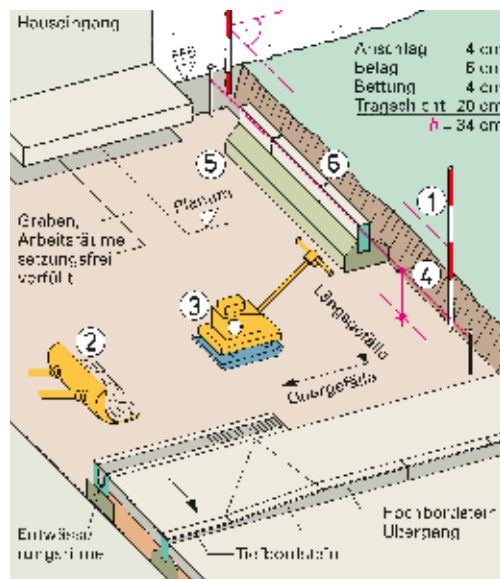
Auf der Tragschicht wird die **Pflasterbettung** eingebracht. Sie soll nach der Verdichtung eine Dicke von 3...5 cm nicht überschreiten, um eine Verformung der Decke durch die Verkehrslasten zu vermeiden.

Als Bettung kommen infrage:

- ungebrochene Gesteinskörnungen, z.B. Sand 0/4 mm,
- gebrochene Gesteinskörnungen, z.B. Splitt 2/5 mm,
- Gemische, z.B. Brechsand-Splittgemisch 0/5 mm,
- Recycling-Baustoffe, z.B. Betonsplitt 0/8 mm.

Das Größtkorn soll 8 mm nicht überschreiten.

Um die Bettung wasserdurchlässig zu halten, darf der Feinkornanteil nicht mehr als 6% betragen. Wenn die Gefahr besteht, dass das Bettungsmaterial in die Unterlage gespült wird, sind beide Schichten durch Geotextilien zu trennen.



- ① Flächenbegrenzung fluchten
- ② Auskoffern und Planieren
- ③ Unterbau verdichten
- ④ Randbefestigung fluchten
- ⑤ Bettung einbringen
- ⑥ Bordsteine setzen

Die Verlegefläche wird vorbereitet



Schichtaufbau



Die Bettung wird abgezogen (hier Betonbettung)



## 10 Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen

### 10.7 Bau von Randbefestigungen

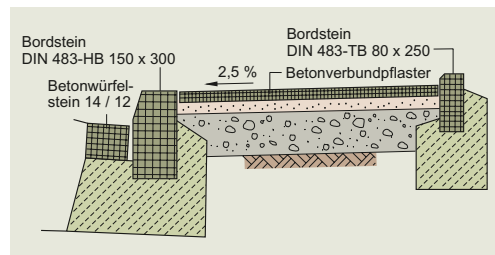
#### 10.7.1 Aufgaben von Randbefestigungen

Verkehrsflächen werden in der Regel am Rand eingefasst. Der Fachausdruck Randbefestigung deutet schon darauf hin, dass die Hauptaufgabe die Befestigung des Randes gegen seitliches Wegdrücken des Belages ist – also eine **Widerlagerfunktion**. Daneben hat die Randbefestigung je nach Einsatzort noch andere Funktionen:

- Borde leiten den Verkehr und zeigen den Verkehrsteilnehmern die **seitliche Begrenzung der einzelnen Verkehrsflächen**,
- Hochborde **schützen die Fußgänger** vor dem fahrenden Verkehr,
- Bordrinnen sollen das **Oberflächenwasser ableiten**.

Beim Bau von Straßen- und Pflasterdecken werden die Bordsteine als erstes gesetzt. Deshalb werden durch den Einbau der Bordsteine die genaue Lage, Breite und Höhe der Fahrbahnen und Wege bereits festgelegt. Die Deckenfertiger tasten die Höhen an den Bordsteinen ab und auch die Pflasterer brauchen die Borde als Orientierung für die Quer- und Längsneigung.

Vom fachgerechten Einbau der Bordsteine hängt in starkem Maße die Qualität der nachfolgenden Arbeiten und der künftigen Decke ab.



Gehweg mit Randbefestigung



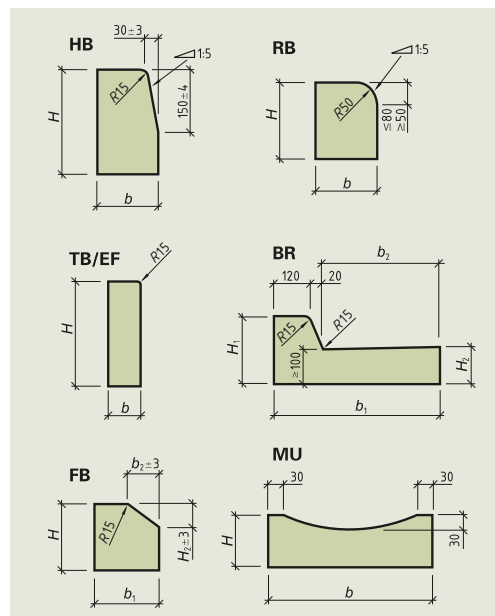
Randbefestigungen werden zuerst gesetzt

#### 10.7.2 Bordsteinarten

Die Europäische Norm DIN EN 1340 legt Materialien, Eigenschaften und Prüfverfahren fest. Nationale Normen, z. B. DIN 483, dürfen Maße und Sonderformen festlegen. Der Hersteller gibt die Nennmaße an.

Die wichtigsten Bordsteine sind:

- **Hochbordsteine HB**, die Fahrbahn und Gehweg voneinander trennen und das Überfahren durch Kraftfahrzeuge verhindern sollen,
- **Flachbordsteine FB**, die das Überfahren ermöglichen sollen, aber das Verlassen der Fahrbahn deutlich anzeigen,
- **Tiefbordsteine TB**, die Verkehrsflächen durch einen geringen Höhenunterschied ( $< 8$  cm) trennen,
- **Rundbordsteine RB**, die abgesenkt eingebaut und leicht überfahren werden können (z. B. bei Grundstücks- und Garageneinfahrten) oder als Begrenzung von Baumscheiben und Beeten dienen.



Nach DIN 483 genormte Bordsteine aus Beton





## 10 Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen

### 10.7.4 Setzen von Bordsteinen

#### Bettung und Fugen

Borde können ihre Widerlagerfunktion nur erfüllen, wenn sie gegen Verschieben und Kippen gesichert sind. Bei befahrbaren Flächen werden sie deshalb in der Regel auf eine 10...20 cm dicke **Betonbettung** gesetzt und erhalten eine **Rückenstütze** aus Beton. Um den Beton verdichten zu können, soll die Rückenstütze eingeschalt werden.

Bei Pflasterflächen, die an Grünflächen anschließen, genügt meist ein verdichtetes Kiesbett für die Rasenborde. Bordsteine sollen mit einer mindestens 5 mm breiten **Fuge** gesetzt werden, die nicht verfüllt wird. Oft werden auch Abstandhalter oder angeformte Noppen zur Fugensicherung eingesetzt.

Bei Bögen mit einem Radius  $R > 15$  m können gerade Bordsteine verwendet werden. Die Krümmung wird durch die Fugen ausgeglichen. Bei Radien  $< 3$  m kommen immer Kurvensteine zur Anwendung.

Bei Bogenradien zwischen 3 und 15 m kann man mit Bordsteinen der Längen 0,25 und 0,50 m arbeiten.

Beim Setzen von Bögen mit verschiedenen Radien und anschließenden geraden Bordsteinen soll immer mit dem Setzen der kleinen Radien begonnen werden, weil so Ungenauigkeiten in der Linienführung mit den größeren Bordsteinen besser ausgeglichen werden können.

#### Versetzen nach Schnur

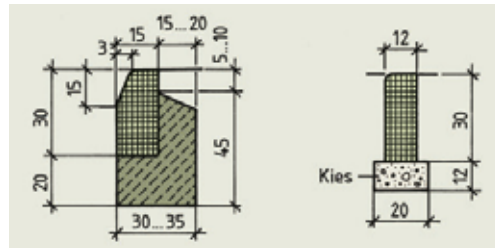
Bordsteine werden in der Regel nach einer in Flucht und Höhe eingemessenen Schnur versetzt. Dabei wird die Schnur an der geraden Kante des Bordes gespannt, damit genau angesetzt werden kann. Deshalb ist es auch sinnvoll, die Bordsteine so auf der Straße bereitzulegen, dass sie nicht über die Schnur gehoben werden müssen.

#### Einbau

Zum Bewegen der schweren Bordsteine werden Versetzhilfen oder Bordsteinzangen für Hand- oder Maschineneinsatz angeboten.

Das Einbauen und Korrigieren der Höhe, Flucht und Neigung erfolgt mit Rammern oder dem Pflasterhammer unter Zuhilfenahme eines Klopffolzes, um Risse und Abplatzen der Kanten zu vermeiden. Die Fugen zwischen den Bordsteinen werden in der Regel nicht oder nur mit elastischem Fugenfüller oder Fugenbändern verfüllt.

Bordsteine müssen meist durch eine Betonbettung und eine Rückenstütze aus Beton gegen Verschieben und Kippen gesichert werden. Die Fugenbreite soll mindestens 5 mm betragen. Bei Kurven mit Radien  $< 3$  m müssen Kurvensteine eingesetzt werden.



Bordstein DIN 483 – HB 150 × 300  
mit Bettung und Rückenstütze  
aus Beton

Bordstein auf Kiesbett



Bordsteine, zum Verlegen auf Asphalttragschicht bereitgelegt

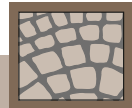


Versetzen der Bordsteine nach Schnur



Vakuumhebergerät am Bagger

## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein



### 12.2.2 Anforderungen und Bauweisen

Die im Abschnitt 12.2.1 erläuterten Beanspruchungen betreffen aber nicht nur die Decke, sondern den gesamten Oberbau, da die Lasten nach unten weitergeleitet werden und Wasser sowie chemische Verunreinigungen durch die Fugen in die unteren Schichten dringen können.

Daneben werden noch weitere Forderungen an die Natursteindecken gestellt:

- Fußgänger:  
Der Fußgänger erwartet, dass der Natursteinbelag eben sowie rutschfest ist, dass die Fugen klein und gut verfüllt sind.  
Des Weiteren soll die Pflasterfläche den Menschen ästhetisch ansprechen.
- Fahrverkehr:  
Für den Fahrverkehr muss der Natursteinbelag tragfähig, profilgerecht, eben, griffig und abriebfest sein.
- Straßenbaubehörde:  
Die Straßenbaubehörde erwartet einen Belag, der allen Beanspruchungen standhält und auch instandgesetzt werden kann.

Für den Bau von Pflaster- und Plattendecken aus Naturstein gelten neben anderen Normen ebenfalls die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen – RStO“, die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken und Plattenbelägen“ ZTV Pflaster-StB sowie die DIN 18318 Straßenbauarbeiten; Pflasterdecken und Plattenbeläge.

Da die Bauweisen in erster Linie von der Verkehrsbelastung abhängen, wird nicht zwischen Beton- und Natursteinpflaster unterschieden (vgl. Abschnitt 10.1).

Die Regelbauweise ist die **ungebundene Bauweise**, das heißt, Bettung und Fugen sind aus sickerfähigem Material.

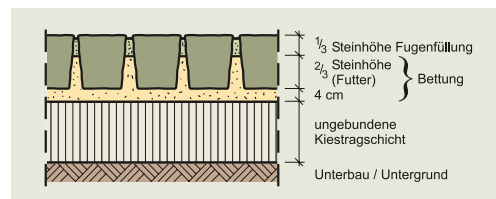
Für stark belastete Verkehrsflächen und zur Versiegelung wird aber häufig die **gebundene Bauweise** (gebundene Bettung und/oder gebundene Fugen) angewendet, es wird also Bindemittel zur Verfestigung des Bettungs- und Fugenmaterials eingesetzt (vgl. Abschnitt 12.4).

Pflasterbeläge sollen eben, rutschfest, sauber verfügt, tragfähig, profilgerecht, griffig, abriebfest, instandsetzbar sowie ästhetisch ansprechend sein.

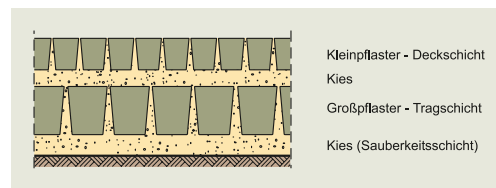
Bei leichter Verkehrsbelastung wird die ungebundene Bauweise und bei starker Verkehrsbelastung die gebundene Bauweise verwendet.



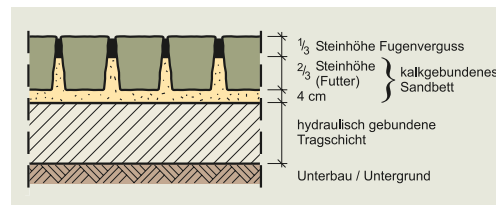
Pflasterschäden



Aufbau einer Natursteindecke (ungebunden)



Doppelpflaster: alte Bauart für schweren Verkehr



Gebundene Bauweise



Basaltpflaster mit Fugenvermörtelung





## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

### 12.2.3 Pflastersteine aus Naturstein für Außenbereiche

Mit der Einführung der DIN EN 1342 entfielen die in der DIN 18502 eingeteilten drei Maßgruppen Großpflaster, Kleinpflaster und Mosaikpflaster für Naturpflastersteine.

**Naturpflastersteine** nach DIN EN 1342 werden aus großen Gesteinsblöcken durch Sprengen, Spalten mit Maschinen und hydraulischem Spalthammer hergestellt. Es entsteht dadurch eine unbearbeitete, raue Oberfläche.

Naturpflastersteine sind quaderförmig mit Nennmaßen zwischen 50 und 300 mm. Die Flächenmaße (Länge und Breite) sollen im Allgemeinen das Doppelte der Steindicke nicht überschreiten. Die Mindestnenndicke beträgt 50 mm.

Das Aussehen bearbeiteter Natursteinpflastersteine wird durch mechanische Behandlungen oder Wärmebehandlungen der Oberfläche verändert.

Die Oberfläche der Pflastersteine, die nach dem Verlegen sichtbar sein soll, lässt sich durch verschiedene Bearbeitungstechniken unterschiedlich strukturieren.

**Fein bearbeitet** nennt man eine werksteintechnisch bearbeitete Oberfläche (z.B. poliert, geschliffen oder mit einer Diamantscheibe oder Diamantsäge getrennt), die zwischen den Scheitelpunkten und den tiefsten Punkten einen Abstand von höchstens 0,5 mm hat.

**Geschliffen** bezeichnet eine stumpf geschliffene Oberfläche.

**Grob bearbeitet** ist eine werksteintechnisch bearbeitete Oberfläche, wenn der Abstand zwischen den Scheitelpunkten und tiefsten Punkten mehr als 5 mm beträgt. Diese Oberfläche kann z.B. gestockt, gespitzt, sandgestrahlt oder geflammt sein.

**Gestockt** nennt man eine Oberfläche mit Erhebungen und Vertiefungen, die mit einem pneumatischen Stockhammer erzeugt werden.

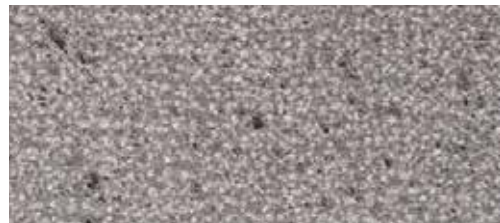
**Gespitzt** wird eine durch mechanische Bearbeitung erzeugte Oberfläche mit klar erkennbaren Spitzeisenabdrücken genannt.

Vom Hersteller der Naturpflastersteine sind die Nennmaße für geprüfte Pflastersteine anzugeben. Die zulässigen Abweichungen von Nennflächenmaß und Nenndicke sind zu beachten.

Bei Verlegung der Pflastersteine im Segmentbogen oder Schuppenverband werden nicht nur würfelförmige Pflastersteine benötigt, sondern auch eine Anzahl an trapezförmigen oder quaderförmigen Pflastersteinen.



Natursteinabbau



Oberfläche gestockt



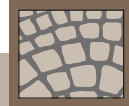
Oberfläche gespitzt

zwischen zwei gespalteten Flächen	± 15 mm
zwischen einer bearbeiteten und einer gespalteten Fläche	± 10 mm
zwischen zwei bearbeiteten Flächen	± 5 mm

Abweichungen von den Nennflächenmaßen

Kennzeichnung	Klasse 1 T1	Klasse 2 T2
zwischen zwei gespalteten Flächen	± 30 mm	± 15 mm
zwischen einer bearbeiteten und einer gespalteten Fläche	± 30 mm	± 10 mm
zwischen zwei bearbeiteten Flächen	± 30 mm	± 5 mm

Abweichungen von der Nenndicke



## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

Bei gespaltenen Seitenflächen darf die Abweichung der Rechtwinkligkeit einer Seitenfläche 15 mm in Bezug auf die Sichtfläche nicht überschreiten.

Vertiefungen und Erhebungen der Sichtfläche dürfen die in der Tabelle angegebenen Abweichungen nicht überschreiten.

In Abhängigkeit vom vorgesehenen Verwendungszweck werden für Pflastersteine aus Naturstein folgende Anforderungen gestellt:

- Maßhaltigkeit,
- Ebenheit der Oberfläche,
- Beständigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel,
- Druckfestigkeit,
- Abriebwiderstand,
- Griffbarkeit,
- gutes Aussehen,
- geringe Wasseraufnahme,
- eindeutige gesteinskundliche (petrographische) Beschreibung,
- geeignete Oberflächentextur.

Wenn eine starke mechanische Beanspruchung der Pflasterung zu erwarten ist, muss die Verankerung in der Bettung und die seitliche Stützfläche recht groß gehalten und deshalb eine große Steinhöhe und ein großformatiges Pflaster gewählt werden.

Wenn die Sickerseigenschaften des Pflasters besonders gefragt sind, müssen der Fugenanteil und die Fugenbreite groß gewählt werden.

Eher selten werden noch große unsortierte Gletscherkiesel- und Geröllsteine (Wackeln) zur Befestigung von Flächen eingesetzt. Ihre unregelmäßige Form und Größe machen die Verarbeitung schwierig, weil die verschiedenen Steinhöhen auch unterschiedliche Bettungen verlangen. Für die Befestigung von Wasserläufen, Mulden und zur Auflockerung von Flächen werden sie aber durchaus verwendet.

**Natursteinplatten** werden unbeschnitten, behauen oder geschnitten geliefert und können ungenormt in den unterschiedlichsten Maßen angeboten werden.

Besonders aufwendig ist die Verlegung unbesäumter Platten, die ja auch in der Plattendicke sehr verschieden sind (vgl. Abschnitt 12.4.3).

Auf Maß geschlagene Großplatten von beispielsweise 1200 x 500 mm und einer Dicke von 150 ... 200 mm wurden in vergangenen Jahrhunderten auf den „Bürgersteigen“ der Innenstädte eingesetzt und werden heute bei der Sanierung wiederverwendet.

Heute werden gut geschnittene Natursteinplatten vor allem für stark frequentierte Fußgängerbereiche in Innenstädten und für repräsentative Plätze und Terrassen verwendet.

Je größer die Belastung der Verkehrsfläche, desto größer ist die Steinhöhe zu wählen.

gespalten	bearbeitet
5 mm	3 mm

Max. zulässige Abweichungen von Sichtflächenunregelmäßigkeiten



Kiesel-Wackelpflaster außerhalb eines Gehweges



Geschliffene Granitplatte



Natursteinpflaster und -platten im Fußgängerbereich



Alte Natursteinplatten im Stadtbereich



## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

### Zusammenfassung

Pflasterbeläge werden wie alle Straßenbefestigungen mechanisch, chemisch und durch Witterungseinflüsse belastet, aber besonders bei der ungebundenen Bauweise wirken sich diese Einflüsse stärker aus als bei einer geschlossenen Decke.

Die Natursteine sollen eine hohe Druckfestigkeit und geringe Wasseraufnahme haben sowie chemisch resistent sein.

Der Belag insgesamt muss hohe Verkehrsbelastungen aufnehmen und den Witterungseinflüssen widerstehen.

Daneben werden gute Begehbarkeit und ein gefälliges Aussehen verlangt.

### Aufgaben

1. Welchen Belastungen können Pflasterbeläge ausgesetzt sein?
2. Welche Natursteine haben die höchste Druckfestigkeit?
3. Was versteht man unter der gebundenen Bauweise?
4. Skizzieren Sie den Aufbau einer Natursteinbefestigung.
5. Nennen und erläutern Sie die verschiedenen Bearbeitungstechniken für die Strukturierung der Oberfläche von Natursteinpflastersteinen.
6. Berechnen Sie, wie viele Steine Natursteinpflaster  $60 \times 60 \times 80 \text{ mm}$  für eine Einfahrt von  $18,6 \text{ m}^2$  ungefähr benötigt werden.

### 12.3 Natursteinverbände

Die Verarbeitung von Natursteinen zu attraktiven Pflasterverbänden gehört zur „hohen Schule“ des Straßenbauers. Da die Steine natürliche Unregelmäßigkeiten in Form, Oberfläche und Farbe besitzen und auch behalten sollen, kommt es auf das Geschick des Pflasterers an, sie so zu versetzen, dass die Anforderungen an Stabilität und Attraktivität gleichermaßen erfüllt werden.

Während beim Betonpflaster die hohe Maßhaltigkeit bereits vorverlegte Verbände und eine gleichmäßige Bettung ermöglicht, ist beim Naturstein der schöpferische Umgang mit dem Stein, dem Verband und der Bettung notwendig (vgl. Abschnitt 10.2.3).

Durch die Nutzung moderner Trenntechnik ist allerdings auch beim heutigen Natursteinangebot eine steigende Maßhaltigkeit zu beobachten. Dadurch scheinen einige Verbandslösungen, die größere und kleinere Steine für einen gemeinsamen Verband benötigen, seltener zu werden (Passe, Bogenpflaster) und drohen „auszusterben“.

Nicht immer ist es also sinnvoll, zu hohe Anforderungen an die Maßtreue der Steine zu stellen, weil sonst die Vielfalt der Gestaltungsmöglichkeiten eingeschränkt wird.



Platten sowie Sicker- und Kleinpflaster



Mosaikpflasterornament in Kleinpflasterdecke

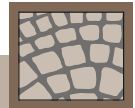


Segmentbogenpflaster



Sauber gebundene Natursteinpflasterung mit Rinne





## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

Durch Mischen mehrerer Steingrößen kann sich der Pflasterer jedoch helfen.

Wenn eine gelungene Pflasterdecke entstehen soll, müssen Verbands- und Verlegewünsche mit dem Steinangebot abgestimmt werden.

### 12.3.1 Reihenverbände

Reihenverbände werden bei Groß- und Kleinpflaster verlegt, wenn die vorhandenen Steine etwa gleiche Steinbreite aufweisen. Die Steine sollen möglichst um eine halbe Steinlänge überbinden. Bei quadratischen Steinen oder bei etwa gleich langen rechteckigen Steinen ist das unproblematisch. Sind die Steine aber unterschiedlich lang, muss der Pflasterer durch gezieltes Ausschauen der passenden Steine verhindern, dass die Überlappungslänge zu klein wird oder gar eine Kreuzfuge entsteht.

Grundsätzlich gibt es zwei unterschiedliche Möglichkeiten, mit dem Reihenverband senkrecht zur Bordflucht zu beginnen:

1. Jede zweite Reihe beginnt mit einem „Binder“ (Rechteckstein).
2. Jede zweite Reihe beginnt mit einem „halben Stein“.

Wenn die Reihen im Winkel von  $45^\circ$  zur Bordflucht verlaufen sollen, dann entsteht ein **Diagonalverband**. Für den schrägen Anschluss an die Randbefestigung gibt es drei Möglichkeiten:

1. Die Reihe beginnt mit einer „Schmiege“.
2. Die „Schmiegen“ sind gedreht (umgeschlagen) und es werden nur Binder verlegt.
3. Die Reihe beginnt mit einem Fünfeckstein („Bischofsmütze“). Voraussetzung ist, dass alle Reihen die gleiche Breite haben und nur Binder verlegt werden.

Früher wurde auch mit Dreiecksteinen am Bund begonnen. Diese Ausführung ist allerdings im Vergleich zu den genannten Möglichkeiten weniger lastaufnahmefähig.

Bei großen Flächen im Diagonalverband wird in der Mitte umgeschlagen, indem wechselseitig  $3/4$ -Steine verlegt werden. Dies ist auch mit Bindern möglich.

### 12.3.2 Netz-, Passe- und Polygonalverband

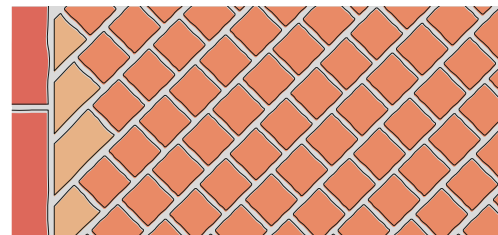
#### Netzverband

Bei nahezu quadratisch geschlagenen Steinen kann der **Netzverband** genutzt werden. Die Fugen laufen dabei netzartig, meist unter  $45^\circ$  über die Fläche.

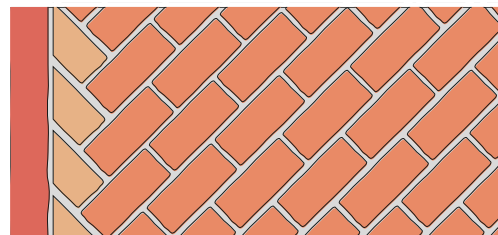
An der Randeinfassung oder dem Bord soll der Anschluss unter  $90^\circ$  erfolgen. Deshalb muss der Übergang durch einen Bogen hergestellt werden (siehe Abbildung auf der folgenden Seite).



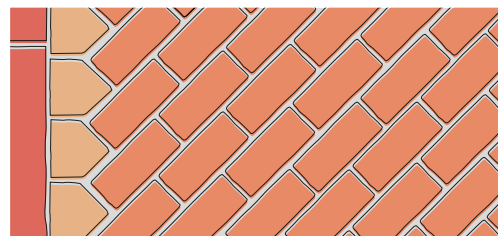
Reihenverband



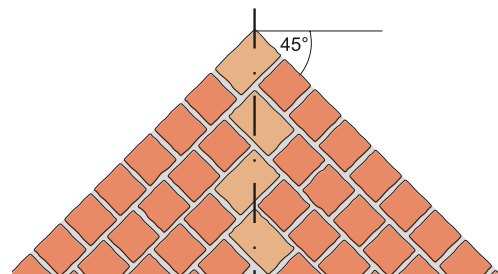
Diagonalverband mit „Schmiege“



Diagonalverband mit umgeschlagener „Schmiege“



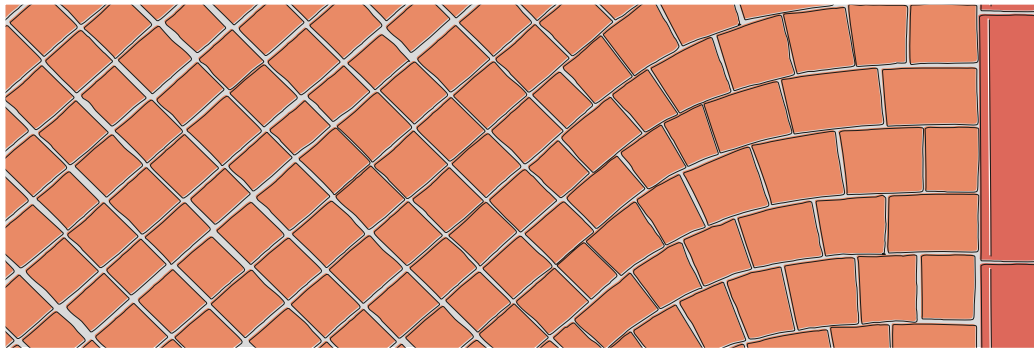
Diagonalverband mit „Bischofsmütze“



Diagonalverband, Anschluss in der Mitte



## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein



Netzverband mit Randanschluss

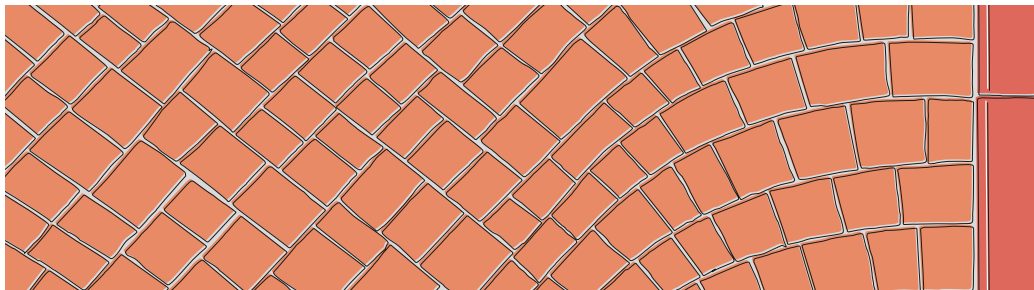
### Passeverband

Steine, die mit einer Prismenschlagung versehen sind, aber sehr unterschiedliche Abmessungen haben, sodass weder Netze noch Reihenverbände möglich sind, können in „Passe“ verlegt werden. Hier soll der Pflasterer darauf achten, dass nach drei bis vier Steinen die durchgehende Fuge unterbrochen wird.

Bei Steinen nach DIN EN 1342 ist dieser Verband nicht möglich, weil nur 10% Bindersteine zur Verfügung stehen. Passe kann jedoch nur mit vielen unterschiedlich großen Steinen gepflastert werden. Die Passeverlegung ist dem Netzverband in der Belastbarkeit überlegen.



Netzverband



Passeverband mit Randanschluss

### Polygonalverband

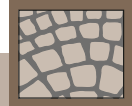
Die **Polygonalverlegung** ähnelt der Passeverlegung, wird jedoch bei Steinen angewendet, die keine prismatische Schlagung haben. Deshalb sind hierbei besonderes Geschick und Erfahrung nötig.

Die Verwendung der beiden Begriffe ist regional auch recht unterschiedlich.

Ein Verbandsbild kann wegen der unterschiedlichen Steinformen nicht gezeichnet werden.



Polygonalverband



## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

### 12.3.3 Bogenverbände

Größere Abwechslung entsteht, wenn das Pflaster durch Bogenverlegung aufgelockert wird. Durch Verwendung verschiedenfarbiger Steine kann der Bogen noch hervorgehoben werden.

Bogenverbände können nur verlegt werden, wenn innerhalb einer Steingruppe, z.B. Kleinpflaster, größere und kleinere Steine vorhanden sind. Die Betonindustrie löst dieses Problem, indem sie für ihre Bogenverbände Steine unterschiedlicher Größe nummeriert anbietet. Beim Natursteinpflaster kann man sich durch Mischen mehrerer Größen helfen.



Netzverband mit sehr maßgenauen Steinen; dabei ist eine bogenförmige Randanbindung kaum möglich

### Segmentbogen

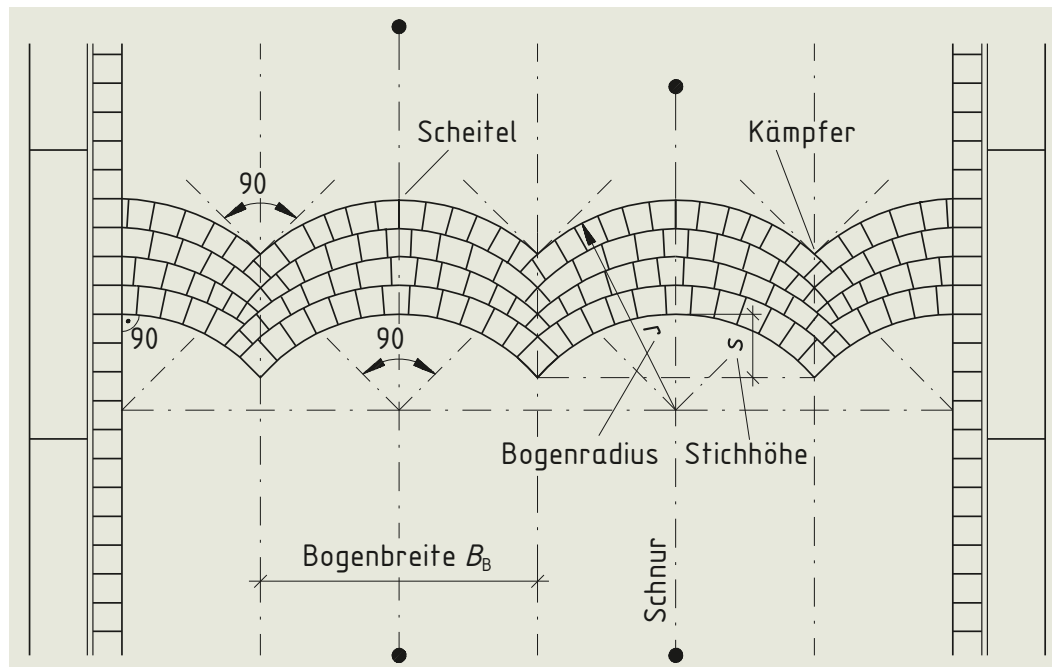
Beim **Segmentbogen** werden die Steine in Kreisbogensegmenten mit immer dem gleichen Radius versetzt. Es sind folgende Regeln zu beachten:

- Die Steine sollen eine halbe Steingröße, mindestens aber ein Drittel überbinden.
- Die größten Steine werden im Bogenscheitel verlegt, die kleinsten im „Kämpfer“, dem Herz des Bogens.
- Am Stoß der benachbarten Bögen soll ein rechter Winkel entstehen.
- An der Einfassung oder Randbefestigung laufen die Bögen unter 90° an.

Die Segmentbreite entspricht der Bogensehne und bestimmt zusammen mit dem Bogenradius und der Stichhöhe die Bogengeometrie.



Segmentbogen



Bogengeometrie für Segmentbögen



## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

Die Werte für die Bogengeometrie können nicht frei gewählt, sondern müssen auf die Größe der Steine abgestimmt werden. Dies wird mit folgenden Formeln berechnet:

Steingröße:  $C$   
 Bogenbreite:  $B_B = \text{Segmentbreite}$   
 $B_B = 13 \dots 15 \cdot C$   
 Bogenradius:  $R = 0,71 \cdot B_B$   
 Stichhöhe:  $s = B_B : 5 + 1 \text{ cm}$  oder  $3 \cdot C$

Für den **Bogenanfang** oder Bogenansatz gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Den **klassischen Bogenanfang** mit Schwalbenschwanz am Bogenrand. Hierbei müssen Trapezsteine verwendet werden,
- den **wilden Bogenanfang**; dazu werden unter den Scheitel Pflastersteine senkrecht gestellt und am Rand zwei Dreieckssteine gesetzt,
- den **Bogenanfang mit Bischofsmütze** und zwei Trapezsteinen.

Am Bogenstoß, wo die benachbarten Bögen unter  $90^\circ$  aneinander stoßen sollen, muss der Pflasterer abwechselnd einen Binder versetzen.

Bogenverbände können nur verlegt werden, wenn innerhalb einer Steingruppe unterschiedlich große Steine vorhanden sind.

Beim Segmentbogen wird die Bogengeometrie durch die Segmentbreite, den Bogenradius und die Stichhöhe bestimmt.

### Schuppenverband

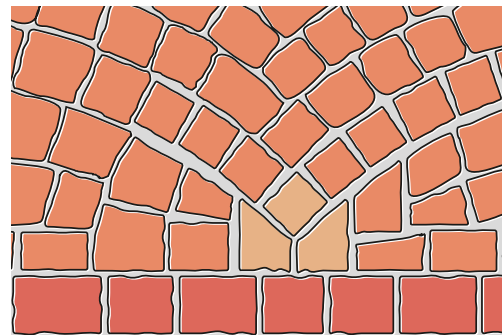
Der **Schuppenverband** (Abbildung folgende Seite) wirkt sehr attraktiv, besonders wenn der jeweils äußere Kreisbogen senkrecht auf die Schuppenscheitel der darunterliegenden Schuppen. Auch hier müssen die großen Steine in den Scheitel gelegt werden, die kleinen an den Rand des Bogens.

Beim klassischen Schuppenpflaster stößt der Halbkreisbogen senkrecht auf die Schuppenscheitel der darunterliegenden Schuppen. Auch hier müssen die großen Steine in den Scheitel gelegt werden, die kleinen an den Rand des Bogens.

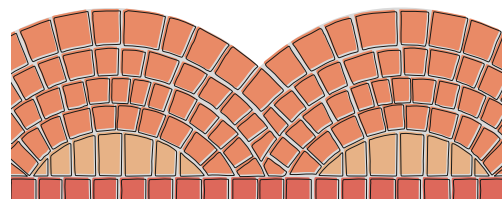
Bogenraster und Bogenradius unterscheiden sich um einige Zentimeter, weil im Herzen der Schuppe ein Stein zwischen den beiden Bögen liegt.

Steingröße:  $C$   
 Rasterbreite:  $B_R = 10 \cdot C$   
 Radius des äußeren Bogens:  $R_B = 9,5 \cdot C$   
 Rasterhöhe = Bogenradius:  $H = R_B$

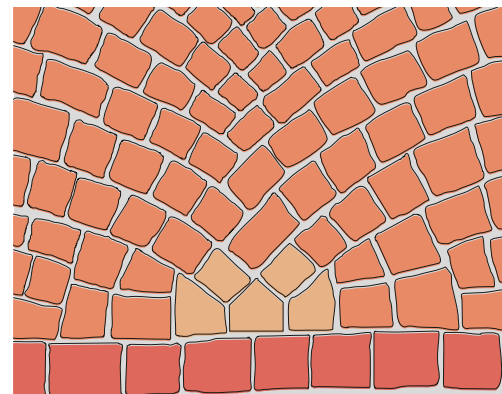
(Abbildung folgende Seite)



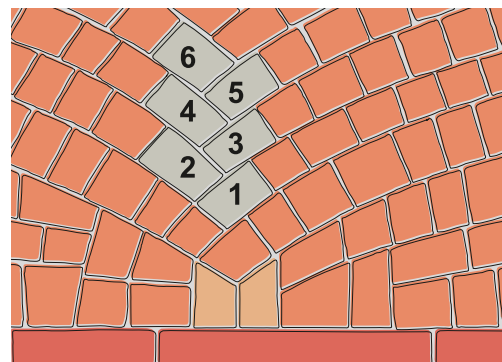
Klassischer Bogenanfang



Wilder Bogenanfang



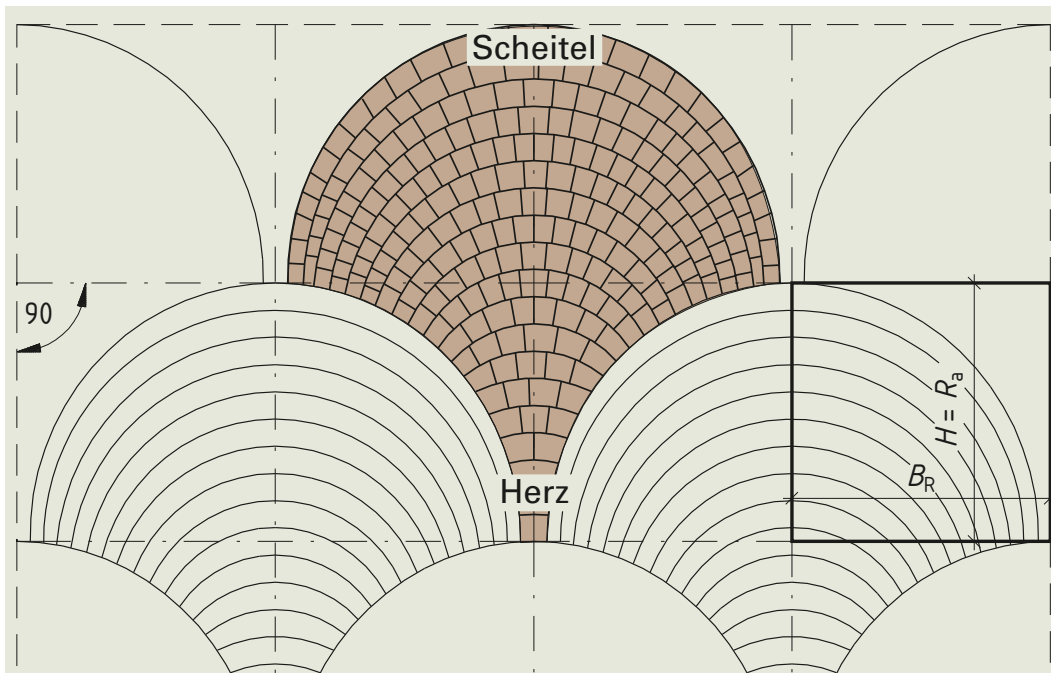
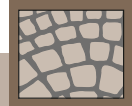
Bogenanfang mit Bischofsmütze



Binden am Bogenstoß



12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein



Bogengeometrie beim Schuppenverband

Nach dem Anreißen des Rasters mithilfe der Schnurzüge wird der Außenradius gezogen. Danach werden die 19 Steinhöhen in der Mitte angezeichnet. Die weiteren Radien verkleinern sich und die Mittelpunkte verschieben sich zunächst um eine halbe Steingröße zum Herzen hin und nach 8...10 Bögen um einen  $\frac{1}{4}$ -Stein. Bei großen Flächen stellen sich manche Pflasterer auch eine Schablone her, um das Anreißen zu erleichtern.

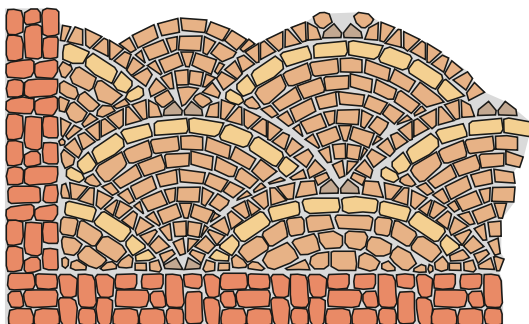
Wenn die Straße eine Längsneigung aufweist, soll der Scheitel oben liegen.

Neben diesen „klassischen“ Bogenverbänden werden, zum Teil regional unterschiedlich, weitere abgewandelte Bögen gearbeitet. So zum Beispiel das Spitzbogen-Pflaster, die holländische Schuppe oder der Halbkreisbogen bzw. das Hufeisen.



Schuppenverlegung (Schuppenverband)

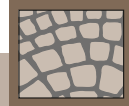
Für die Gestaltung von **Ornamenten** sind dem Pflasterer kaum Grenzen gesetzt, sofern er die grundlegenden Verlegeregeln sinngemäß anwendet.



Holländische Schuppe



Kreisrund eingefasstes Sternmuster



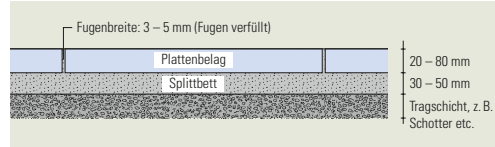
## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

### 12.4 Einbau von Natursteinpflaster und -platten

#### 12.4.1 Bettung und Verfugung

Bettung, Verlegung, Verfugung und Verdichtung müssen als Einheit gesehen werden.

Um die Sickerfähigkeit der **ungebundenen Bettung und Verfugung** zu erhalten, soll möglichst mit gebrochenen, eng gestuften Gesteinskörnungen gearbeitet werden.



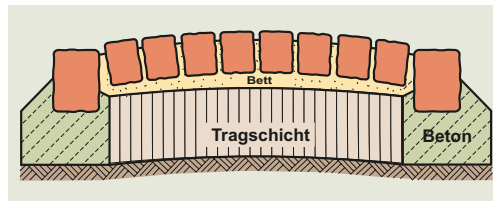
Plattenverlegung in ungebundener Bauweise

Maße in mm	Bettungs-material	Versetzen und Bettungsdicke	Verfugung	Nachverdichtung
<b>Pflaster</b> L: 120... 220 B: 120... 160	Splitt 2/8	Steine bis zu halber Steinhöhe mit 3-kg-Pflasterhammer in 5 cm Bettung einschlagen	enge Fugen, dann Brechsand 0/2 bis zur Sättigung einschlämmen	60-kN-Rammschlag oder Rütteln ergibt etwa 2 cm Setzung
<b>Pflaster</b> 80... 100 in quadratischer Form	Splitt 2/5	Steine mit 2-kg-Hammer in max. 5 cm Bettung setzen	enge Fugen, dann Brechsand 0/2 einschlämmen und nach Verdichtung nachschlämmen	Rammung mit mind. 30 kN bis zur Standfestigkeit ergibt etwa 2 cm Setzung
<b>Pflaster</b> 40... 60 in quadratischer Form	Splitt 2/5	Steine mit Hammerkelle in 3... 4 cm Bettung stoßen	enge Fugen einschlämmen mit Brechsand 0/2 bis zur Sättigung	20-kN-Rammschlag ergibt etwa 1 cm Setzung
<b>Platten</b> unterschiedlich z. B. 300 x 300	Splitt 2/5, Brechsand/Splitt 0/5 oder Kiessand 0/4	mit Plattenhammer oder Hammer mit Klopffholz in 3... 5 cm Bettung einschlagen	bei geschnittenen Platten enge Fugen mit Sand oder Brechsand 0/2 bis zur Sättigung einschlämmen	bei vorsichtiger Verdichtung mit Vibrationsrüttler werden 0,5 cm Setzung erreicht

#### Einbau von Natursteinpflaster und -platten in ungebundener Bettung

Besondere Beachtung muss beim Anlegen der Bettung und beim Versetzen der Steine dem **Gefälle und Randanschluss** geschenkt werden.

- In vergangenen Jahrhunderten wurden Pflasterstraßen mit einem Überbogen (Gewölbeneigung) verlegt. Bei der Rekonstruktion alter Straßen muss darauf Rücksicht genommen werden. Auch nach dem Rammen soll das Gewölbe noch vorhanden sein. Das ist besonders dann wichtig, wenn die Randsteine noch mit auf der Betonbettung der Randeinfassung (Pflasterbund) stehen und sich deshalb durch die spätere Verkehrsbelastung nicht nachsetzen. Die Querneigung von Pflasterflächen soll bei Fahrbahnen 3,5% und sonst 3% nicht unterschreiten. Das Diagonalgefälle (Mittelwert zwischen Quer- und Längsgefälle) soll mindestens 1,5% betragen.
- Die Randsteine sollen dauerhaft einen Anschlag (Überstand) von 0,5... 1 cm zur Randeinfassung haben, um den Wasserablauf zu fördern (vgl. Abschnitt 12.6).
- Überall da, wo sich Wasser führende Rinnen (Kandelen, Kastenrinnen) befinden, muss darauf geachtet werden, dass auch nach der Rammung und nach längerer Belastung noch ein Anschlag (Überstand) erhalten bleibt.



Pflastereinbau mit Überbogen (Gewölbe)



Gepflasterter Parkstreifen an einer Anliegerstraße



## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

Für die Verarbeitung von Zyklopenplatten lassen sich außer den allgemeingültigen Aussagen keine speziellen Hinweise geben, weil die Verarbeitung stark auf Form und Größe der Platten ausgerichtet sein muss.

Allgemeine Hinweise sind:

- Bettung 3...5 cm,
- Fugen möglichst eng,
- Zwischenräume mit kleineren Platten füllen.

Auch Natursteinpflaster kann zu „Ökopflaster“, also zu besonders sickerfähigem Pflaster werden, wenn die Fugen sehr groß (mindestens 2 cm) gehalten werden und die Bettung mit Einkornsplitt oder Splitt 2/8 ausgeführt wird. Die Fugenfüllung kann mit Splitt 2/5 erfolgen, so dass das Wasser leicht versickern kann. Wegen der großen Fugen kann dieses Pflaster jedoch keine große Verkehrsbelastung aufnehmen und nur in Gartenanlagen oder privaten Parkplätzen Anwendung finden.

Die ungebundene Bauweise, wie oben erläutert, gilt als Regelbauweise und wird in DIN 18318 und den ZTV Pflaster-StB behandelt. Das einfache Verschließen der Fugen mit Pflasterfugenmasse (Bitumenmasse oder Reaktionsharzmörtel) zählt zur ungebundenen Bauweise.

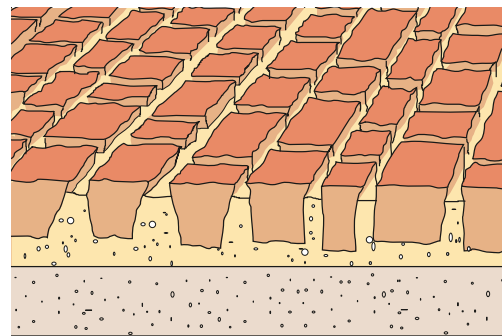
Für die Herstellung des Fugenvergusses wird die Fuge mindestens 30 mm tief ausgekratzt, danach ausgeblasen oder ausgespült und mit Vergussmasse oder Fugenmörtel nach Hinweisen des Herstellers verfugt. Die Fugenbreite soll für gebundene Fugen mindestens 5 mm betragen. Eine zementgebundene Bettung und Verfugung wird wegen der Starrheit und Rissempfindlichkeit des Zementmörtels nicht empfohlen.

Bitumenverguss wird meist mit Spritzlanzen eingebracht. Dabei muss die Lanze ruhig geführt werden, um Randverschmutzungen gering zu halten.

Fugenmörtel wird in der Regel nach dem Vornässen der Fläche mit dem Raket oder Rechen verteilt und eingekehrt. Wegen der Aushärtung des Reaktionsharzes dürfen die Temperaturen 7 °C nicht unterschreiten.

### 12.4.2 Gebundene Bauweise

Als gebundene Bauweise wird eine Pflaster-/Plattendecke bezeichnet, bei der **sowohl** die Bettung **als auch** die Fugen aus einem Baustoff mit Bindemittel hergestellt werden. Die in der Vergangenheit zuweilen eingesetzten Mischbauweisen, bei denen gebundene Bettung und ungebundene Fugen oder umgekehrt kombiniert wurden, gelten nach ZTV Pflaster-StB als nicht fachgerecht. Gebundene Decken sind für stärkere Belastungen vorgesehen (vgl. Abschnitt 12.2.1). Für die Belastungsklassen Bk100...Bk10 und für Plattenbeläge in befahrenen Bereichen sollen sie jedoch nicht angewendet werden. Gebundene Pflasterdecken und Plattenbeläge gelten als steife Platten (starre Bauweise). Eigenspannungen sind in dieser Konstruktion nicht zu vermeiden. Das muss bei Einbauten und Bewegungsfugen berücksichtigt werden.



Gut sickerfähiges Natursteinpflaster



Reihenverband mit Fugenmörtel

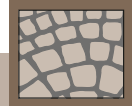


Oberbau eines Reihenverbandes in gebundener Bauweise



Gebundenes Natursteinpflaster

## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein



Die Dicke der Bettung soll zwischen 4 und 6 cm liegen. Die Dicke der Steine oder Platten soll 45 mm nicht unterschreiten, bei Schwerverkehr (mehr als 3,5 t) 80... 100 mm. Für eine ausreichende Entwässerung muss eine wasserdurchlässige Asphalt- oder Dränbetontragschicht auf Frostschutzschicht und eine gute Randentwässerung sorgen.

Elastische Massen für die Verfüllung von Dehnungsfugen in Pflaster- und Plattenbelägen und beim Anschluss an Gebäude werden gespachtelt oder gepresst und nachgeglättet.

### 12.4.3 Setzen von Natursteinen

Natursteinverlegung erfolgt, abgesehen vom Setzen der Bordsteine, von Hand und ist besonders bei Großpflaster schwere körperliche Arbeit, auch wenn eine Pflastersteinzange verwendet wird.

Anders als bei Betonsteinen arbeitet der Pflasterer vom Bett aus. Für jeden Stein schafft er mit dem Pflasterhammer die richtige Unterlagenhöhe und auch das Futter zu den Nachbarsteinen wird angedrückt. Das Aussuchen der passenden Steine, das Herstellen des Bettes und des Futters sowie das hammerfeste Einschlagen mit dem Pflasterhammer oder Fäustel verlangen Geschick und Erfahrung.

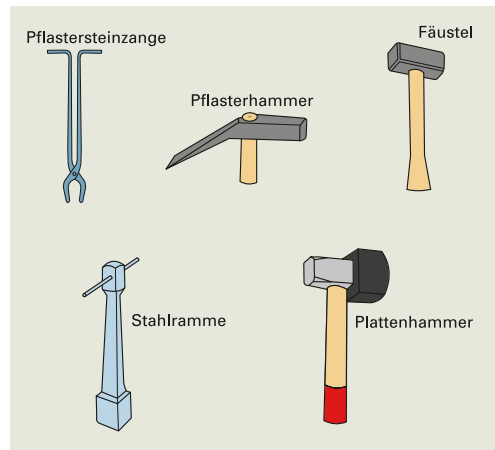
Um die erforderliche Pflasterneigung oder Wölbung zu erreichen, wird mit Lehrsteinen gearbeitet, die als Orientierung und als Auflage für die Wasserwaage dienen.

Zur Vorbereitung der Pflasterfläche gehört:

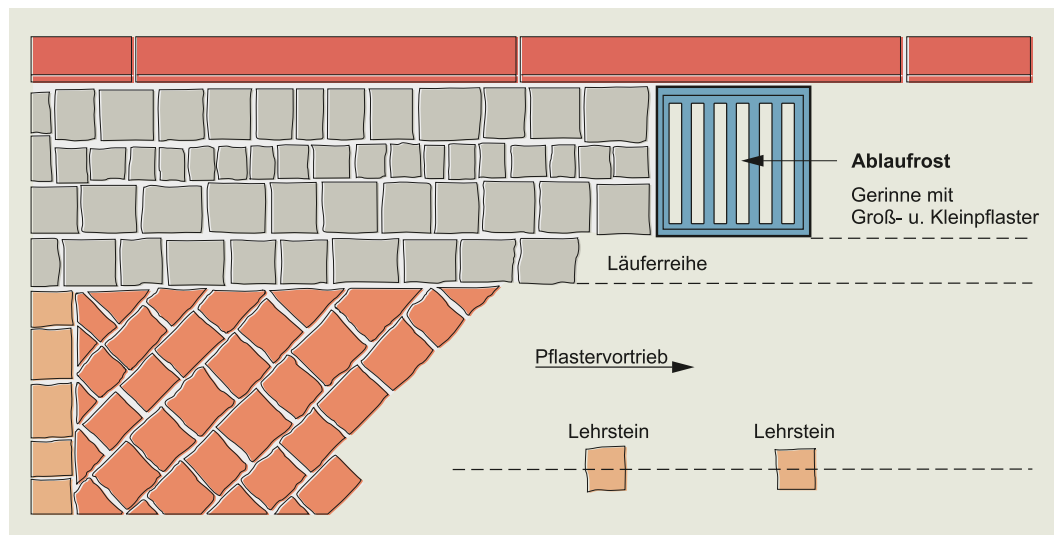
- Tragschicht und Bordhöhe überprüfen,
- Bettung einbringen,
- Rinnengefälle durch Lehrsteine und evtl. Schnur festlegen,
- Steine sortieren.



Setzen von Natursteinen



Werkzeuge des Pflasterers



Pflasterfeld: Außer den Borden geben Läufersteine und Lehrsteine die Orientierung





## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

**Pflasterregeln** für Natursteinpflaster:

- Steine etwa 2 cm über Sollhöhe setzen, um die „Rammkante“ zu berücksichtigen,
- Steine im Verband setzen,
- Futter (zwei Drittel der Steinhöhe) andrücken,
- Steine gegen die vorherigen Steine und Reihen anschlagen, um das Futter zu verdichten,
- jeden Stein einzeln rammen, erst durch einen Fühlschlag, dann durch den Rammschlag,
- die Rammkante zum vorigen Stein muss sichtbar sein,
- abschließend wird in entgegengesetzter Richtung nachgerammt.

### 12.4.4 Materialberechnung und Aufmaß

Der **Materialbedarf** bei Natursteinpflaster ist nur genau zu kalkulieren, wenn es sich um Steine handelt, die nach Norm geschlagen sind und die eine bekannte Dichte haben.

Im Allgemeinen gelten die Richtwerte des Herstellers, der die Bestellung in t entgegennimmt.

**Aufmaß** und **Abrechnung** von Pflasterarbeiten erfolgen nach m<sup>2</sup>. Einzelflächen unter 0,5 m<sup>2</sup> werden als 0,5 m<sup>2</sup> gerechnet. Das Zuschneiden von Steinen und Platten an Einfassungen wird nach Einfassungslänge in m abgerechnet. Fugenverguss wird nach m<sup>2</sup> gerechnet. Ausparungen über 1 m<sup>2</sup> werden abgezogen.

### 12.4.5 Beurteilung und Prüfung von Natursteinbelägen

**Pflasterarbeiten** sollen nach ZTV-Pflaster-StB auf Einhaltung der Natursteinanforderungen sowie auf profilgerechte Lage und Ebenheit geprüft werden. Die Ausführung muss der VOB, Teil C – DIN 18318 – entsprechen, wenn keine anderen Vereinbarungen getroffen sind.

Prüfung auf **Ebenheit**: Bei einer 4 m langen Messstrecke dürfen die Unebenheiten

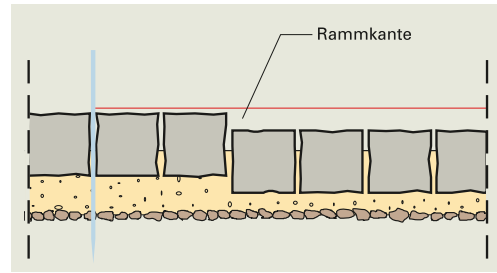
- bei Großpflaster 2 cm,
- bei Kleinpflaster 1 cm nicht überschreiten (vgl. Abschnitt 10.3).

**Profilhöhe**: Pflasterdecken dürfen maximal 1 cm von der Sollhöhe abweichen.

Wasserführende Rinnen und Schachtaufsätze müssen 3... 10 mm tiefer als die umgebende Befestigung liegen.

Die **Standardquerneigung** der Pflasterdecke soll bei Fahrbahnen aus Naturstein 3,5% und bei sonstigen Natursteinflächen 3% nicht unterschreiten. Das Diagonalgefälle (Mittel zwischen Quer- und Längsgefälle) soll mindestens 1,5% haben.

Plattenflächen sollen je nach Rauigkeit der Oberfläche 1...3% Neigung haben.



Setzen der Steine mit Rammkante

	Steingröße in mm	Flächenausbeute in m <sup>2</sup> /t
Pflaster	120 ... 220	2,5 ... 3,0
Pflaster	80 ... 100	4,5 ... 5,5
Pflaster	40 ... 60	8,0 ... 9,0

**Beispiel:**

Für 123 m<sup>2</sup> Pflaster der Größe 40... 60 bestellt man:

$$123 \text{ m}^2 \cdot \frac{1 \text{ t}}{8,5 \text{ m}^2} = 14,47 \text{ t}$$



Fachmännisch ausgeführte Pflasterfläche



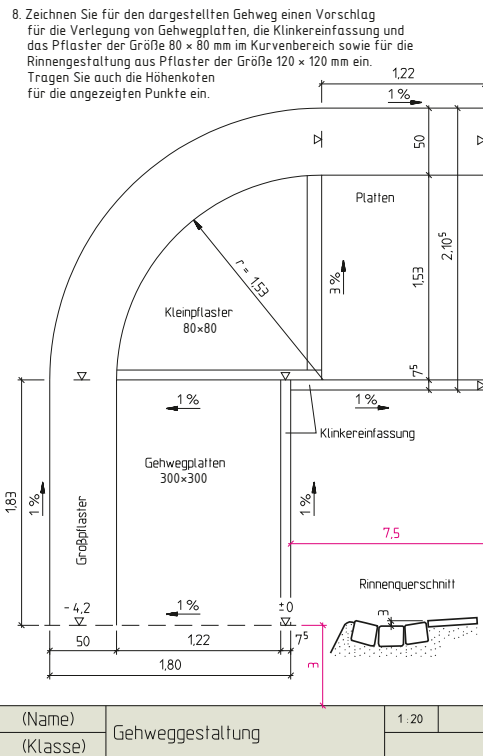
Tieferliegende Rinne zur Wasserführung



## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

### Aufgaben

1. Erklären Sie den Unterschied zwischen gebundener und ungebundener Bauweise.
2. Welche Arten der Verfugung von Natursteinpflaster kennen Sie?
3. Welche Standardquerneigung sollen Natursteinpflasterflächen haben?
4. Erklären Sie die Vorgehensweise bei der Vorbereitung eines Pflasterfeldes.
5. Erklären Sie die Arbeitsschritte beim Pflastern mit Natursteinen.
6. Warum kann man bei Pflaster der Größe  $120 \times 140$  mm aus 1 t nur  $2,5 \dots 3 \text{ m}^2$  Fläche belegen und bei Pflaster der Größe  $80 \times 80$  mm  $4,5 \dots 5,5 \text{ m}^2$ ?
7. Der Pflasterer kennt die zu verlegende Fläche in  $\text{m}^2$  und will die Bestellung in Tonnen (t) aufgeben. Wie rechnet er um?  
Ergänzen Sie die Tabelle auf der vorigen Seite durch eine Spalte mit der Einheit  $\text{t/m}^2$ .



## 12.5 Randbefestigungen aus Naturstein

### 12.5.1 Bordsteine aus Naturstein

**Bordsteine** aus Naturstein für Außenbereiche sind nach DIN EN 1343 Steine mit einer Länge von mindestens 300 mm. Sie werden als Randeinfassungen für Verkehrs- oder Fußwege genutzt.

Da die Länge der Bordsteine aus Naturstein großen Schwankungen unterliegt ( $300 \dots 1500$  mm), werden bei der Bestellung die benötigten laufenden Meter, also die Gesamtlänge der Lieferung angegeben.

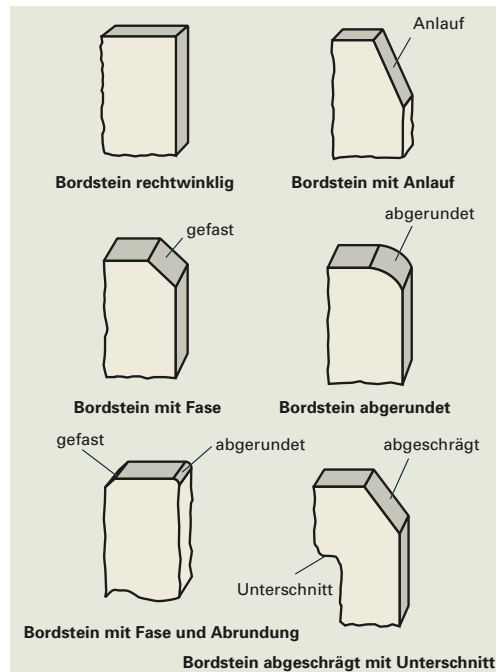
Wie bei Pflastersteinen aus Naturstein wird die sichtbare Fläche **bearbeiteter Bordsteine** durch eine oder mehrere mechanische oder Wärmebehandlungen strukturiert (fein bearbeitet, geschliffen, grob bearbeitet, gestockt, gespitzt).

Bei der Bearbeitung erhalten Bordsteine oft einen **Anlauf**. Der Anlauf ist die Abweichung der vorderen Sichtfläche eines Bordsteins von der Senkrechten.

In Abhängigkeit vom Verwendungszweck der Bordsteine aus Naturstein werden verschiedene **Bordsteinklassen** unterschieden (siehe folgende Seite).

Neben den nach DIN EN 1343 genormten Bordsteinen aus Naturstein werden noch ungenormte Bordsteine angeboten, die weitere Varianten der Flächengestaltung ermöglichen.

Bei der Kennzeichnung von Gesteinslieferungen sind neben dem Handelsnamen des Steins der Name und Ort der Gewinnungsstätte, die Bordsteinklasse und Angaben zur Oberflächenbehandlung wichtig.



Bordsteinquerschnitte nach DIN EN 1343





## Denkmalschutzgerechte Gestaltung der Außenflächen der Villa Mutzenbecher mit Natursteinpflaster


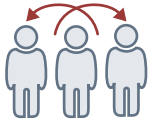







### Lernmodul Straßenbau Aufgaben für Lernende

Das Projekt GESA wird im Rahmen des ESF-Bundesprogramms „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung befördern. Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf – BBNE“ durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie den Europäischen Sozialfonds gefördert.

## Arbeitsmaterial für Lernende (Icons)

Im folgenden Lernmodul werden Sie am Rand Icons finden. Sie sind Erkennungszeichen für eine dahinterliegende Funktion. Des Weiteren werden in einigen Textabschnitten, in kleinen grünen Kästchen, kurze Zusammenfassungen bzw. Anregungen zum Inhalt gegeben.

<b>Icons zur schnelleren Orientierung</b>		Szenario/ Kundenauftrag	
Gewerke übergreifendes Arbeiten		Informationen	
Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung		Aufgaben	
Denkmalschutz		Material	

## Erläuterungen zu den Icons



Das Icon „**Szenario/Kundenauftrag**“ steht zu Beginn jedes Lernmoduls. Es soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um das übergreifende Lernszenario bzw. den Kundenauftrag eines Lernmoduls handelt.



Das Icon „**Information**“ soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um wichtige Sachinformationen, wie z.B. technische Tabellen, Produkt- und Herstellerangaben, Gesetze, Vorschriften und fachliche Infotexte zur Bearbeitung von Lern- und Arbeitsaufgaben handelt.



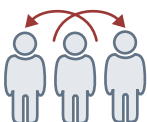
Das Icon „**Aufgaben**“ soll kennzeichnen, dass es sich nebenstehend um eine Lern- und Arbeitsaufgabe handelt, die in Einzelarbeit, zu zweit oder im Team bearbeitet werden kann.



Das Icon „**Material**“ soll darauf verweisen, dass z.B. Grafiken, Protokollvorlagen oder Grundrisse zur Bearbeitung der Aufgaben beitragen.



**Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE):** Das Icon steht für Inhalte, die einen besonderen und unmittelbaren Bezug zu BBNE haben. Unter BBNE wird folgendes verstanden: „BBNE ist eine berufliche Bildung zu zukunftsfähigen Denken und Handeln in beruflichen, betrieblichen, gesellschaftlichen und privaten Kontexten, die es ermöglicht die Auswirkungen des eigenen beruflichen Handelns auf die Welt zu verstehen und verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen.“



Das Icon „**Gewerke übergreifendes Arbeiten**“, verweist darauf, dass die nebenstehenden Textinhalte im unmittelbaren Zusammenhang mit Gewerke übergreifender Zusammenarbeit steht. Darunter wird verstanden, dass sich Handwerker:innen aus unterschiedlichen Gewerken (z.B. Elektriker:in und Tischler:in) abstimmen müssen. Zur fachgerechten Umsetzung müssen Absprachen über sogenannte Schnittstellen geführt werden.



Das Icon „**Denkmalschutz**“ soll ausdrücken, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um besondere Anforderungen handelt, die mit dem Denkmalschutz verbunden sind. Eine wesentliche Herausforderung besteht darin, die Gebäudeausstattung im Sinne des Denkmalschutzes zu erhalten, d.h. sie nahe dem ursprünglichen Zustand wiederherzustellen.



## Einstieg in das Projekt

In der folgenden Abbildung sehen Sie die „Villa Mutzenbecher“, ein denkmalgeschütztes Gebäude aus der Zeit der Jahrhundertwende.



Abbildung: Die ehemalige Villa von Hermann Mutzenbecher im Niendorfer Gehege (© GESA Uni-versität Hamburg)

Sie sind vom Verein "Werte erleben e.V." beauftragt worden, ein Konzept zur Gestaltung der Außenflächen der „Villa Mutzenbecher“ mit Natursteinpflaster zu entwickeln. Die Architektin möchte Sie, als ausführende Kräfte, in ihre Planung mit einbeziehen, da Sie bereits Fachkenntnisse zur Erstellung einer Natursteinpflasterfläche besitzen. Sie haben freie Hand bei der Auswahl der historischen Natursteinpflasterverbände, jedoch gibt es einige Rahmenbedingungen der Architektin und des Vereins „Werte erleben e.V.“. Die verwendeten Natursteine sollen ökologisch so nachhaltig wie möglich sein. Außerdem dürfen keine Menschenrechte beim Abbau dieser Steine verletzt worden sein. Natursteine aus Abbaugebieten, in welchen Kinder- und Sklavenarbeit vorkommt, sind daher ausgeschlossen. Ein weiteres Kriterium ist der Denkmalschutz, welcher bei der Entwicklung des Gestaltungskonzepts berücksichtigt werden muss, da die Villa ein denkmalgeschütztes Gebäude ist. Um Ihre Expertise in diesen Bereichen zu erweitern, wird eine Stationsarbeit durchgeführt. Dabei gibt es folgende Stationen:

**Station 1:** Natursteinpflaster und ökologische Nachhaltigkeit

**Station 2:** Natursteinpflaster und soziale Nachhaltigkeit

**Station 3:** Natursteinpflaster und Denkmalschutz

**Station 4:** Überprüfung des Vorwissens: Pflasterverbände

Das Konzept zur Gestaltung der Außenflächen der „Villa Mutzenbecher“ mit Natursteinpflaster soll der Architektin auf einem Plakat oder als digitale Präsentation vorgestellt werden. Das beste Konzept wird bei der Sanierung der Villa umgesetzt.

Damit Sie einen Eindruck von dem Gebäude und den zu pflasternden Flächen bekommen, wird eine Begehung der Villa durchgeführt. Dabei werden die Gebäudekanten aufgemessen, da diese Maße für die spätere Erstellung des Konzepts und vor allem für die Materialberechnung nötig sind. Zudem können Sie vor Ort bereits erste Überlegungen zur Gestaltung der Pflasterflächen anstellen und diese notieren.



Um Ihr Vorwissen und ihre Meinung zu den aufgeführten Themenkomplexen zu überprüfen, treffen Sie, nach kurzer Überlegung, eine Aussage zur folgenden Frage: „Welche Bedeutung haben Denkmalschutz und Nachhaltigkeit im beruflichen Kontext des Pflastern einer Fläche mit Naturstein?“



Die Ergebnisse werden am Whiteboard gesammelt.

Gedanken der Lernenden zur Bedeutung von Denkmalschutz und Nachhaltigkeit im beruflichen Kontext des Straßenbaus



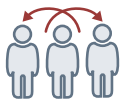




## Vorgaben

### Gewerke übergreifendes Arbeiten

Während der Begehung kommt die Architektin auf Sie zu. Sie erzählt Ihnen, dass es bei den vorangegangenen Arbeitsschritten der Sanierung drunter und drüber ging. Es ist zu verschiedenen Ausführungsfehlern und Mängeln gekommen. Einige Gewerke haben sich nicht an terminliche Absprachen gehalten. Da Sie mit anderen Baumaßnahmen beschäftigt ist, bittet sie Sie, sich mit den entsprechenden Firmen in Verbindung zu setzen. Sie gibt Ihnen dafür eine Liste mit den verschiedenen Unternehmen, welche nach Gewerken geordnet ist.



### Arbeitsauftrag:

- 1.) Lesen Sie die Textbausteine zu den verschiedenen Schadensbildern und unfertigen Arbeiten.
- 2.) Verbinden Sie diese mit dem entsprechenden Gewerk, welches zwecks Klärung kontaktiert werden muss.





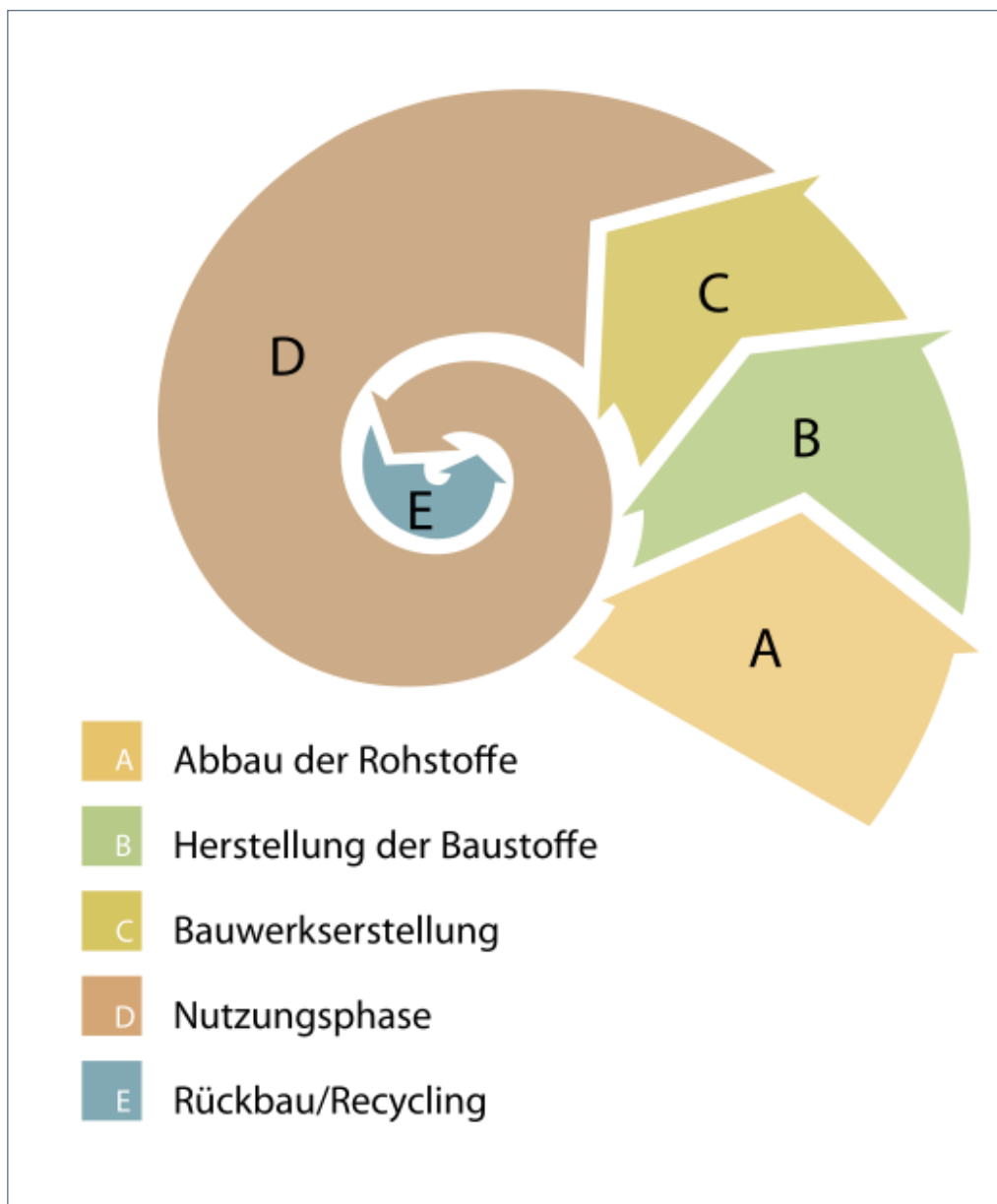
## Begehung der Villa Mutzenbecher

### Station 1: Natursteinpflaster und ökologische Nachhaltigkeit



#### Arbeitsauftrag:

- 1.) Lesen Sie das folgende Informationsmaterial.
- 2.) Ordnen Sie die verschiedenen Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit von Natursteinen einer Phase im Lebenszyklus eines Bauwerks zu.





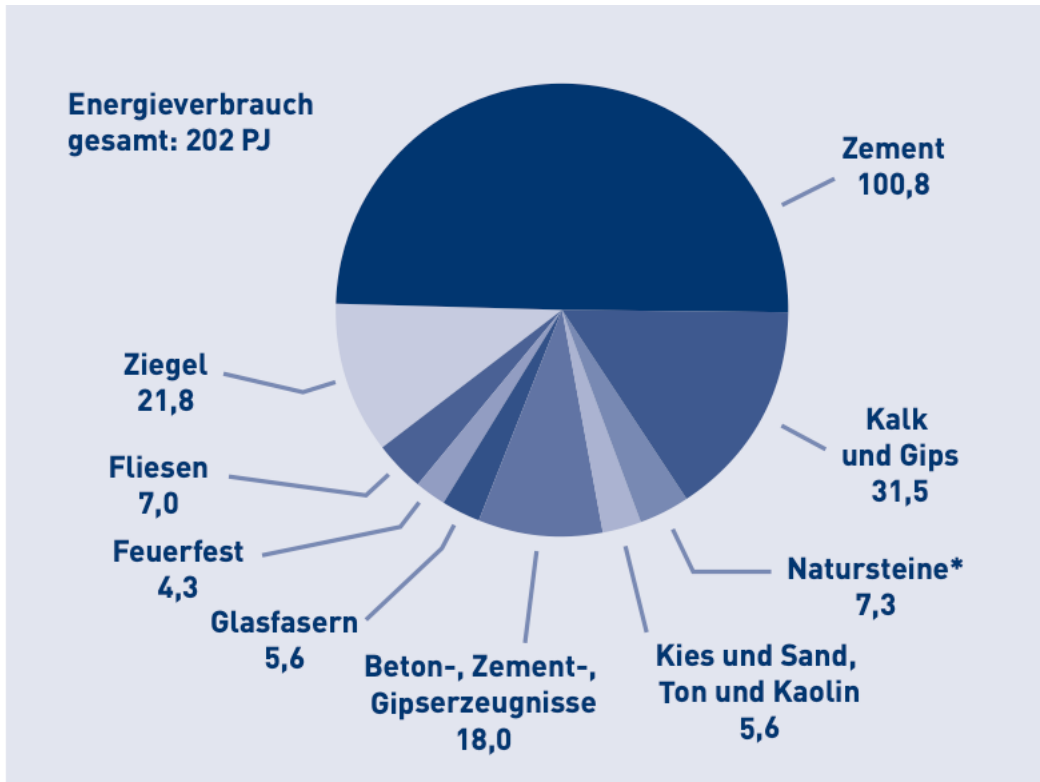
Ergebnissicherung	
Phase im Lebenszyklus	Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit
A	
B	
C	
D	
E	



## Informationsmaterial: Natursteinpflaster und Nachhaltigkeit



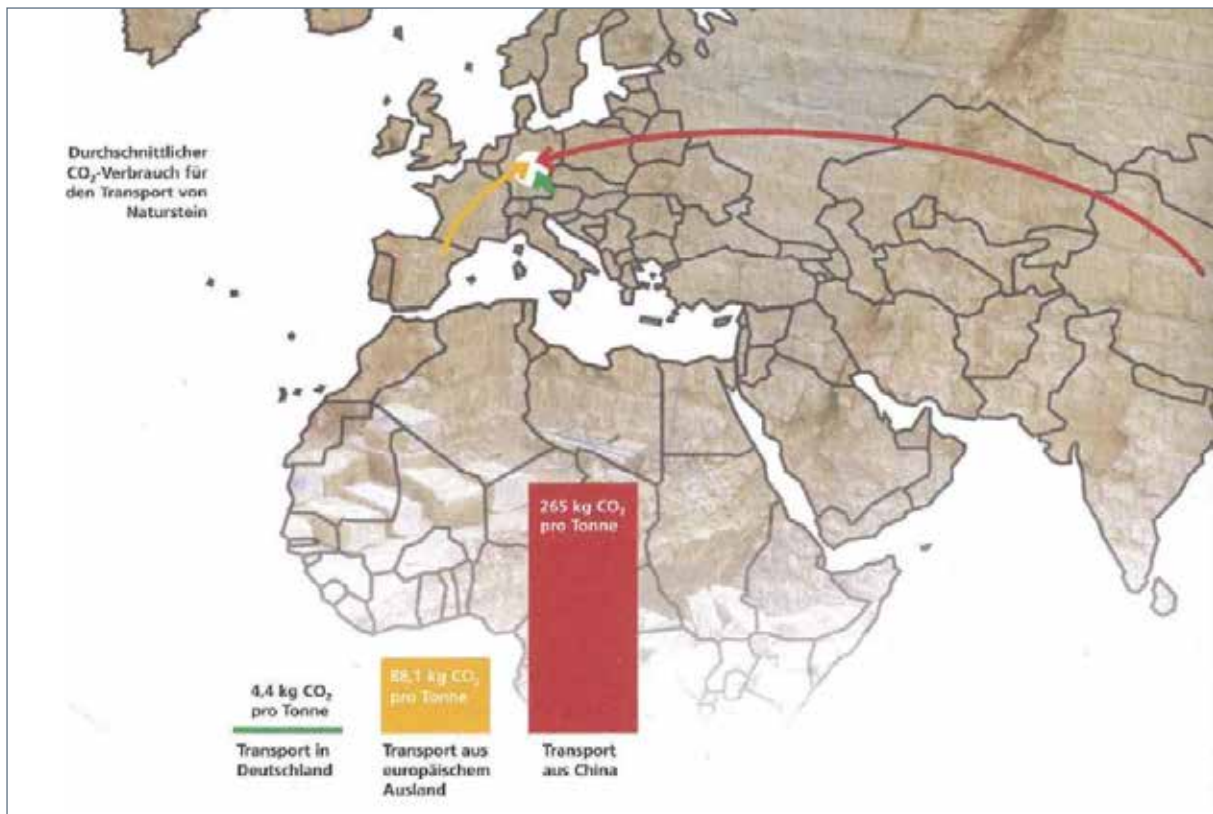
Die ökologische Nachhaltigkeit von Natursteinen beinhaltet viele Aspekte. Naturstein enthält keine Schadstoffe oder chemischen Zusätze und ist brandbeständig. Zudem ist er ein natürlicher Baustoff, weshalb keine Energie aufgewendet werden muss, um ihn künstlich herzustellen, da er schon existiert. Lediglich der Abbau erfordert einen Energieaufwand, welcher deutlich kleiner ist als der einer künstlichen Herstellung bspw. von Zement (IG Deutscher Pflasterer und Steinsetzer e.V., 5). In der folgenden Grafik ist der Anteil am Gesamtenergie-Verbrauch in der Baustoff-, Steine- und Erden-Industrie aus dem Jahre 2014 abgebildet.



Der Anteil verschiedener Baustoffe am Energieverbrauch der Baustoff-, Steine- und Erden-Industrie (BBS, 2016, 17)

Ein zusätzlicher Energieaufwand kann bei den vorbereitenden Arbeiten einer Pflasterfläche mittels Maschineneinsatz sowie beim Verdichten mittels Ramme oder Rüttler entstehen, da die benötigten Maschinen Treibstoff und somit Energie verbrauchen. Das Pflastern selbst erfordert keine maschinelle, sondern nur menschliche Arbeitskraft.

Aufgrund der geographischen Lage von Natursteinvorkommen können einige Natursteinarten bspw. nur in Indien oder China gewonnen werden. Dementsprechend ist die Energie, die benötigt wird, um den Naturstein zu transportieren, von der geographischen Entfernung des Natursteinvorkommens zum Einsatzort abhängig (DNV 2015, 2f). „Während für den aus Deutschland bezogenen Naturstein durch den Transport ein Treibhauspotenzial von 4,4 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Tonne entsteht, verursacht der Transport aus dem europäischen Ausland 88,1 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Tonne, also in etwa das 20-Fache an klimawirksamen Emissionen. Der Bezug von Naturstein aus China verursacht mit 265 kg CO<sub>2</sub>- Äquivalente pro Tonne Stein ca. 60-mal so hohe Effekte wie der Bezug aus Deutschland“ (ebd., 2). Dieser Zusammenhang wird in der folgenden Grafik dargestellt.



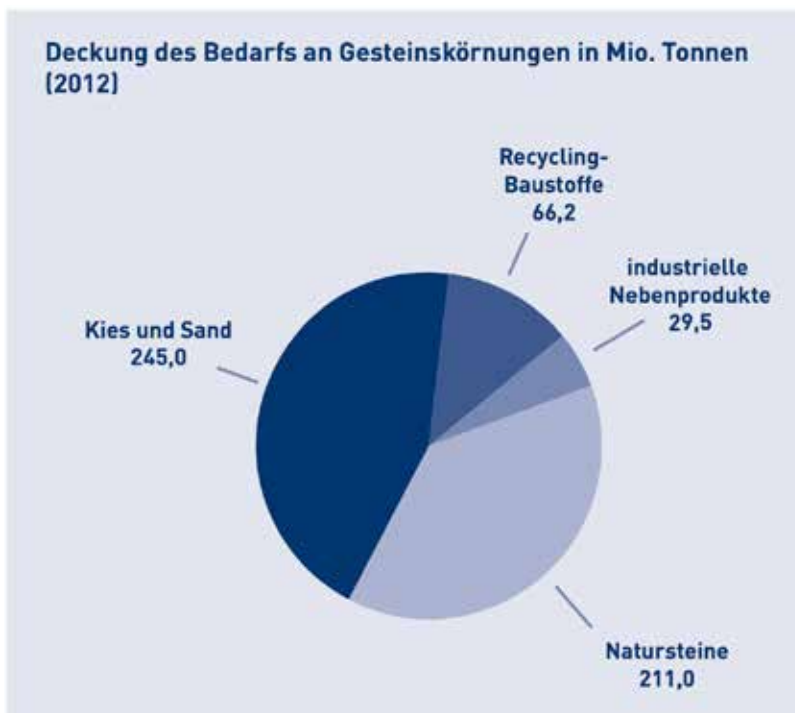
Der CO<sub>2</sub>-Verbrauch des Transportes einer Tonne Natursteins (DNV 2015, 2)

Ist in den Abbauländern kein Standard bzgl. einer Wasseraufbereitung von Kühlwasser bei der Verarbeitung von Naturstein vorhanden, kann die Umwelt durch das verschmutzte Kühlwasser geschädigt werden, wenn dieses einfach in die Umwelt oder angrenzende Gewässer geleitet wird. Außerdem verbrauchen Steinbrüche Wald-, Wiesen- und Feld-Flächen. Um die verlorene Fläche zu kompensieren, können verschiedene Maßnahmen während des Abbaus sowie danach ergriffen werden, um die Biodiversität zu erhalten bzw. herzustellen. So können in Steinbrüchen wertvolle Lebensräume für viele verschiedene Tier- und Pflanzenarten geschaffen werden. (ISTE, 1ff) In der folgenden Abbildung ist ein Steinbruch unter Einhaltung von Bio-Diversitätsmaßnahmen zu sehen.



Ein Steinbruch unter Einhaltung der Biodiversitäts-Maßnahmen (© ISTE)

Die Nutzungsdauer von Natursteinen ist mit mehreren tausend Jahren ungewöhnlich hoch. Es ist ein sehr belastbares Material, das bei Verschleißspuren immer wieder gesägt und/oder geschliffen und dann wiederverwendet werden kann. Natursteine ohne Gebrauchsspuren können direkt nach dem Ausbau und spätestens nach einer Reinigung erneut genutzt werden. Die Wiederverwendung lässt sich viele Male wiederholen. Ist ein Naturstein gänzlich unbrauchbar für eine Verwendung als Pflasterstein, kann er zu Schotter oder Splitt verarbeitet werden. Somit ist Naturstein zu 100% recycelbar. Straßen und Gehwege mit einem Natursteinpflasterbelag haben bei fachgerechtem Einbau eine hohe Nutzungsdauer. So führt Vogel in seinem Buch einige Beispiele von Pflasterflächen auf, welche teilweise über 100 Jahre alt sind und trotz moderner Belastung weiterhin Bestand haben (Vogel 2000).



Recycling verschiedener Baustoffe zu Gesteinskörnungen (bbs 2016, 18)

## Stationsarbeit

### Station 2: Natursteinpflaster und soziale Nachhaltigkeit

Oftmals ist der Preis das ausschlaggebende Argument für die Beschaffung von Baumaterial. Gerade im Bereich der Natursteine kann der niedrige Preis von importierten Waren seine Ursachen in den Abbaubedingungen der jeweiligen Abbauländer haben.



#### Arbeitsauftrag:

- 1.) Lesen Sie den folgenden Abschnitt zur sozialen Nachhaltigkeit.
- 2.) Überlegen Sie, welche Aspekte der sozialen Nachhaltigkeit besonders relevant im Bereich des Naturstein-Abbaus sind.
- 3.) Sichern Sie ihre Gedanken in einer Mindmap.



#### Was bedeutet soziale Nachhaltigkeit?

Soziale Aspekte spielen, neben ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten, bei der Nachhaltigkeit eine große Rolle. Die soziale Nachhaltigkeit soll eine stabile Gesellschaft ermöglichen, an der alle Mitglieder teilhaben können und die menschliche Würde, sowie Arbeits- und Menschenrechte über Generationen hinaus gewährleisten soll.



#### Soziale Nachhaltigkeit weltweit

Soziale Nachhaltigkeit zielt auf ein menschenwürdiges Leben ab, d.h. auf die Verteilung gesellschaftlicher Belastungen, auf Rollenverteilung, auf Verteilung von Arbeit / Bekämpfung von Arbeitslosigkeit und auf Chancengleichheit. Das Thema „Arbeit“ spielt dabei eine zentrale Rolle: die Einhaltung von Arbeitsrechten, Sozialstandards und Gesundheitsschutz der Mitarbeiter:innen sind von großer Bedeutung. Ein geregeltes Einkommen sichert die Existenz und ermöglicht die materielle aber auch soziale und kulturelle Teilhabe am Alltagsleben.

Auch in den SDGs (Sustainable Development Goals, nachhaltige Entwicklungsziele) der Vereinten Nationen ist die soziale Nachhaltigkeit verankert. Die SDGs zielen darauf ab, Armut und Hunger überall auf der Welt zu beenden, Ungleichheiten in und zwischen Ländern zu bekämpfen, Menschenrechte für alle zu verwirklichen und Geschlechtergleichstellung und Selbstbestimmung aller Frauen und Mädchen zu erreichen.

*Ausschnitt eines Artikels (eNu)*





**Arbeitsauftrag:**

- 4.) Lesen Sie zunächst die folgenden Abschnitte verschiedener Zeitungsartikel zum Thema Arbeitsbedingungen im Natursteinabbau.
- 5.) Benennen Sie stichpunktartig die aufgeführten verschiedenen Missstände im Hinblick auf die soziale Nachhaltigkeit beim Abbau und der Verarbeitung von Naturstein.



(...) Zunächst werteten sie ein Jahr lang Daten verschiedener Häfen und öffentliche Angaben von Firmen aus. Dann wählten sie 22 für den Export produzierende Steinbrüche in den drei südindischen Bundesstaaten Andhra Pradesh, Telangana sowie Karnataka aus und ließen sie mit Blick auf Gesundheit, Löhne, Sicherheit, Organisationsfreiheit und Schuldknechtschaft begutachten. In jedem Steinbruch befragte Global Research mindestens ein Zehntel der Arbeiter, insgesamt 172. Außerdem fanden Gespräche mit Gruppen von Arbeitern statt und in sechs Fällen mit Managern. Anschließend wurden die Steinbrüche in vier Kategorien eingeteilt. Ordentliche Arbeitsbedingungen gab es laut Studie in keinem Steinbruch, halbwegs ordentliche in vier Fällen. In sieben Steinbrüchen fanden sich Fälle von Schuldknechtschaft, in fast allen Steinbrüchen gab es erhebliche Mängel bei der Sicherheitsausstattung, häufig trugen nur wenige Arbeiter Helme.

In fünf Steinbrüchen wurde der ohnehin niedrige Mindestlohn nicht gezahlt, nirgendwo gab es eine aktive Gewerkschaft. Die Autoren sprechen von eindeutigen Fortschritten bei Kinderarbeit, wenn es um den Abbruch der Steine geht, nicht jedoch bei deren Weiterverarbeitung, die vorwiegend Frauen und Kinder erledigten. Untersucht wurden sechs Weiterverarbeitungsanlagen.

In Indien gelten 14 bis 18 Jährige nicht als Kinderarbeiter, allerdings gilt in Minen ein Mindestalter von 18 Jahren. In der Stichprobe waren acht Prozent der Arbeiter jünger als 18 Jahre. Das Ausmaß von Kinderarbeit bei der Weiterverarbeitung der Steine habe sich nicht verändert, schreiben die Autoren. (...)

*Ausschnitt eines Artikels (Voge, 2020)*



**(...) Wird in Deutschland – privat oder als öffentliche Beschaffungsstelle – Naturstein eingekauft, der aus Zwangsarbeit stammt?**

Der Trend in der Naturstein-Gewinnung und -verarbeitung geht von der Handarbeit zur industriellen Fertigung. Dadurch nimmt zumindest die Präsenz der Kinderarbeit in Steinbrüchen ab. Sowohl China als auch Indien, die Hauptexporteure von Natursteinen, verfügen über Steinbrüche, die vom Arbeitsstandard mit deutschen oder europäischen Steinbrüchen vergleichbar sind. Von Steinbruch zu Steinbruch sowie zwischen den Verarbeitungsbetrieben gibt es aber große Unterschiede.

Vor allem für Steine aus Indien ist Kinderarbeit nicht völlig auszuschließen. Häufig sind Familien auf ein zusätzliches Einkommen der Kinder angewiesen. Auch die Modernisierung von Betrieben ist kein Garant für die Beendigung von Kinderarbeit. Eine Ursache ist die [...] Schuldknechtschaft [Verpfändung der Arbeitskraft eines Schuldners an einen Gläubiger, wobei keine Aussichten bestehen, die Schulden jemals komplett zurückzuzahlen, wodurch die Knechtschaft niemals endet. Anm. d. Autors.], welche auch auf Kinder übertragen wird. Aber auch die Arbeitsbedingungen für erwachsene Arbeiter:innen sind alles andere als akzeptabel: niedrige Löhne unterhalb des gesetzlichen Mindestlohns, unsichere und ungesunde Arbeitsbedingungen durch hohe Staubbelastung, fehlende Sicherheitsmaßnahmen, extreme Temperaturen und ein Mangel an Trinkwasser.

Die Situation in China, dem größten Anbieter auf dem deutschen Markt, ist besser. Doch auch in vielen chinesischen Unternehmen gibt es erhebliche Missstände, die denen in Indien ähneln. Schwere körperliche Arbeiten werden auch hier meist ohne angemessene Schutzkleidung ausgeübt und die Lebenserwartung liegt aufgrund der tödlich verlaufenden Lungenkrankheit Silikose, die durch eine kontinuierlich hohe Staubbelastung ausgelöst wird, bei nur 40 Jahren. Zudem werden indische Steine teils in China weiterverarbeitet und kommen so als chinesisches Material zu uns.

Der Handel mit Naturstein erstreckt sich über den gesamten Globus. Das macht es für private Verbraucher aber auch öffentliche Beschaffungsstellen sehr schwierig, Zwangs- oder Kinderarbeit auszuschließen. Baumärkte bieten nur selten zertifizierte Ware an, Kommunen entscheiden bei der Beschaffung beziehungsweise dem Bau mit Natursteinen zu oft nach dem Preis. (...)

*Ausschnitt eines Artikels (Dohmen, 2017)*



## Arbeitsbedingungen in China / Der hohe Preis für Billig-Granit

**Billige Schirmständer, Bänke, Bodenbeläge aus edlem Granit – immer mehr davon wird aus China importiert, bei weiter sinkenden Preisen. Doch für solche Sonderangebote zahlen chinesische Arbeiter einen hohen Preis: Kaum einer weiß, unter welch katastrophalen Bedingungen der Stein dort abgebaut wird. Ein neues Siegel soll jetzt bessere Arbeitsbedingungen garantieren.**

Das meterhohe Rad frisst sich dröhnend laut durch den Granit. Auf dem Video sieht man, wie direkt daneben ein chinesischer Arbeiter sitzt. Ohne Schutzbrille oder Ohrenschutz, in einfachen Gummistiefeln. Um ihn herum fliegen Steinsplitter. Seine Kollegen stehen neben einem Bagger, der einen großen Granitstein anhebt. Mit ihren Händen hantieren sie unter dem kippeligen Steinblock.

### **Gefährliche Schwerstarbeit**

In der Fabrik etwas weiter ist es besonders laut und staubig. Trotzdem trägt hier kaum ein Mitarbeiter eine Atemschutzmaske oder einen Gehörschutz. Viele Arbeiter haben an den Füßen Badelatschen und sind so völlig ungeschützt gegen Unfälle. Keine Einzelfälle.

Aus China kommen vor allem billige Randsteine, Platten, Schirmständer und Bänke nach Deutschland. Für solche Sonderangebote zahlen die chinesischen Arbeiter oft einen hohen Preis meint Helmut Ehnes, Experte für internationalen Arbeitsschutz für die Berufsgenossenschaft Rohstoffe:

„Die Arbeitshaltung ist ziemlich bedenklich, da sind Gelenkschäden, Rückenerkrankungen, all das. Es sind ja gewaltige Lasten, mit denen die Leute hier zu tun haben, wenn da so ein Segment wegfliegt und man ist nicht geschützt, oder steht in diesem Gefahrenbereich, dann kann das auch schwerwiegende oder sogar tödliche Folgen haben.“

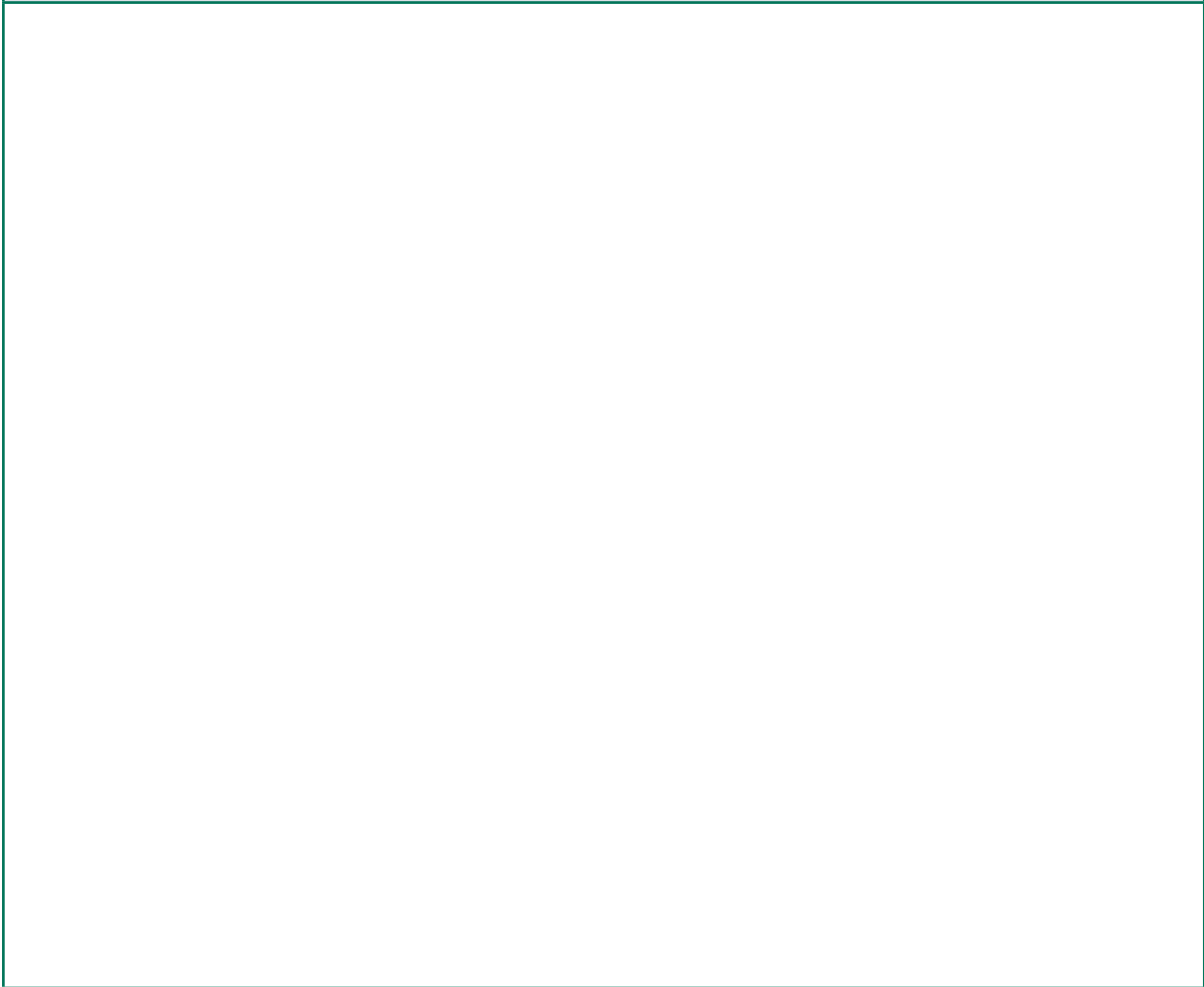
### **Deutlich verkürzte Lebenserwartung mit Staublunge**

Neben typischen Arbeitsunfällen wie Brüchen oder Quetschungen ist die Staublunge ein großes Problem in chinesischen Betrieben. Die Staublunge ist mit rund 80 Prozent die häufigste Berufskrankheit in China. Diese schreckliche Erkrankung erklärt Dr. Juliane Kronsbein, Lungenärztin in der Bochumer Klinik Bergmannsheil:

„Die Arbeiter sind sicherlich einer extremen Staubbelastung ausgesetzt. Das heißt, sie werden möglicherweise im Zuge einer Erkrankung, einer Steinstaublunge, die sie entwickeln, sehr frühzeitig auch Symptome im Sinne von Luftnot und vielleicht noch einer trockenen Hustensymptomatik entwickeln. Da ist sicherlich mit einer deutlich verkürzten Lebenserwartung zu rechnen. Unter Umständen vielleicht nur bis zum vierzigsten oder fünfzigsten Lebensjahr.“ (...)

*Ausschnitt eines Artikels (Lang, 2017)*

**Misstände sozialer Nachhaltigkeit im Natursteinabbau**





## Stationsarbeit

### Arbeitsauftrag:

- 1.) Lesen Sie das folgende Infomaterial zum Denkmalschutz.
- 2.) Benennen Sie die verschiedenen herangehensweisen des denkmalgerechten Bauens.
- 3.) Begründen Sie, welche Herangehensweise des Denkmalschutzes ihrer Meinung nach für die Außenflächen rund um die „Villa Mutzenbecher“ am geeignetsten ist. Betrachten Sie dazu die folgenden Abbildungen, welche historische Fotos der Villa zeigen sowie die Abbildungen verschiedener Pflasterflächen mit gebrauchten oder/und neuen Natursteinpflastersteinen.



### Informationstext: Denkmalschutz

Der Grundsatz des Denkmalschutzes besagt, dass der originale Zustand eines Bauwerks erhalten werden muss und nicht verändert werden darf (HmbGVBl. 2013, 143f). Doch es zeigen sich unterschiedliche Herangehensweisen im Denkmalschutz, um die eine kontroverse Debatte herrscht. Im Idealfall können historische Bauwerke saniert und erhalten werden. Im Straßenbau ist die Sanierung von historischen Pflasterflächen mit den Anforderungen an moderne Straßen und Wege verbunden. Während „Ausbesserungen und Ergänzungen von Fehlstellen in einem systematisch aufgebauten Wegebelaag keine Schwierigkeiten darstellen, so wird es für den Denkmalpfleger dann problematisch, wenn eine Anpassung an veränderte Verkehrsbedingungen gefordert wird [...] oder das Aufnehmen des gesamten Belags nicht zu verhindern ist [...]“ (Merk, 1999, 74). Wurden historische Bauwerke bereits abgerissen oder zerstört und es existieren nur noch Aufzeichnungen dieser Bauwerke, werden diese komplett rekonstruiert, also neu geschaffen. Nicht immer wird sich an das historische Original gehalten, wodurch es zu Verfälschungen kommt. Zudem werden Rekonstruktionen historischer Bauwerke von Kritiker:innen als Attrappen bezeichnet (Kaiser, 1ff). Auch eine komplett aufgenommene historische Straße, welche neu verlegt wird, ist als Nachbau zu bezeichnen, trotz der Wiederverwendung der historischen Materialien. Also ist die reine Verwendung von gebrauchten Pflastersteinen noch kein Denkmalschutz. Ein weiterer Ansatz des Denkmalschutzes ist die klare Abgrenzung von neu und alt. Dieser lässt sich häufig an modernen Dachaufstockungen auf historischen Gebäuden beobachten. Durch diese optische Abgrenzung soll der Unterschied von historischer und moderner Architektur verdeutlicht und das ältere Bauwerk gewürdigt werden (Heinze).

### Herangehensweisen des Denkmalschutzes

**Eine für die Villa Mutzenbecher geeignete Herangehensweisen des Denkmalschutzes**







Oben links und oben rechts: Historische Fotos der „Villa Mutzenbecher“ (© Helene Willink in Ricker, 2014). Mitte: Bild eines Militärwaisenhauses mit Gartenanlage und Pflasterfläche. Aufnahme von 1912 (Merk, 1999, 71). Unten links: Verschiedene gebrauchte Steine in unterschiedlichen Verbänden (Vogel, 2000, 74). Unten rechts: Kombination von altem und neuem Kleinpflaster im Segmentbogenverband (Vogel, 2000, 57).



## Beratungsgespräch mit dem Architekten

### Station 4: Überprüfung des Vorwissens: Pflasterverbände

#### Arbeitsauftrag:

Testen Sie ihr Vorwissen zu Pflasterverbänden. Verbinden sie die Abbildungen der Pflasterverbände (Vogel 2000) mit dem jeweils richtigen Namen des Verbandes.



Reihenverband

Segmentbogen-  
verband



Polygonalver-  
band





Netzverband

Schuppen-  
verband



Passeverband



## Konzept zur Gestaltung der Außenflächen der „Villa Mutzenbecher“ inklusive eines Arbeitsablaufplans

### Arbeitsauftrag:

- 1.) Erstellen Sie ein Konzept für die Gestaltung der Außenflächen der Villa mit Natursteinpflaster. Berücksichtigen Sie dabei den Denkmalschutz und bei der Materialauswahl die ökologische sowie die soziale Nachhaltigkeit und begründen Sie ihre Entscheidung.
- 2.) Füllen Sie die Tabelle zur Gestaltung der verschiedenen Flächen aus. Beschreiben Sie Ihr Konzept.
- 3.) Berechnen Sie das für die Terrassenfläche nötige Material (Pflastersteine) wie im Beispiel der Materialberechnung der Pflasterfläche im Verandabereich dargestellt.
- 4.) Fertigen Sie für die visuelle Darstellung Ihres Konzepts eine Zeichnung im Maßstab 1:20 an. Als Vorlage dienen der vorliegende Grundriss und Ihr Aufmaß aus der Begehung.
- 5.) Stellen Sie Ihr Konzept auf einem Plakat oder mit einer digitalen Präsentation vor.

Für die Materialauswahl wird eine Auswahl an Natursteinhändlern zur Verfügung gestellt.

Die Nord-Stein GmbH liegt in Hamburg-Georgswerder und bietet Natursteine aus aller Welt sowie gebrauchte Natursteine an. <https://nord-stein.de>

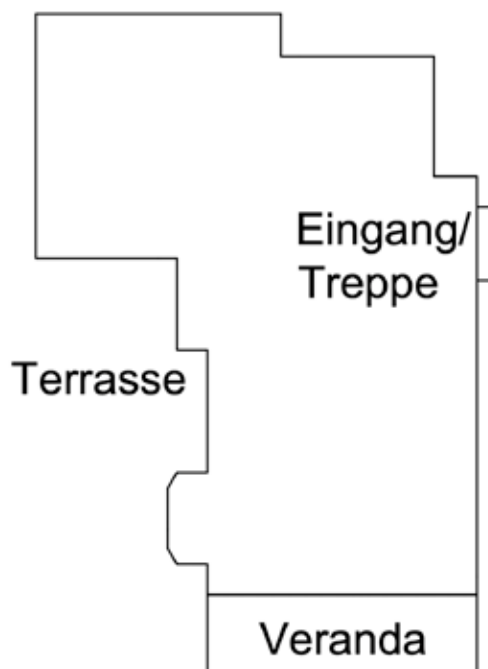
Die BGS GmbH bietet Bergische Grauwacken-Steine aus dem eigenen Steinbruch an.

<https://bgs-vitar.de/produkte.html>

Die MHI Naturstein & Baustoffservice GmbH bietet verschiedene Natursteine aus verschiedenen Abbaugebieten an.

<https://www.mhi-nbs.de/sortiment/haus-garten/leistensteine-und-kantensteine-aus-naturstein>

Der Natursteinhandel Nordost M-V hat Findlinge, Lesesteine und gebrauchtes Natursteinpflaster im Sortiment. <http://www.natursteinhandel-mv.de>



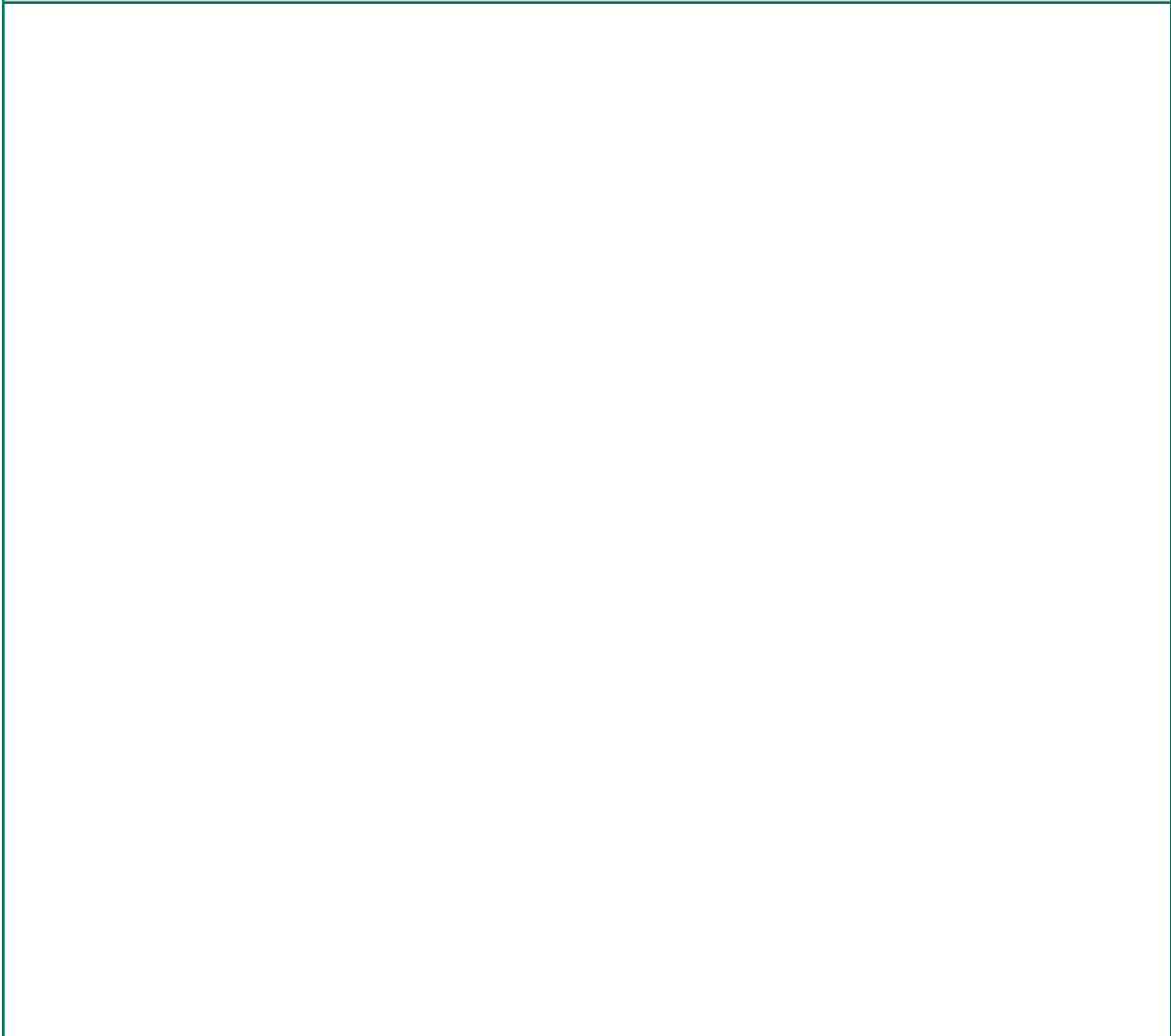
Vorlage: Grundriss der Villa

## Beispielkonzept 1

Erläuterung des Konzepts

Fläche	Pflasterverbände	Material

**Beschreibung des Konzepts**







## Aufmaß



### Visuelle Darstellung des Konzepts



**Materialberechnung (Fachbuch S. 250)**

Berechnung des Materialbedarfs (Natursteinpflaster) für den Bereich der Veranda (Länge 11,30 m).  
Annahme: Kleinpflasterfläche im Segmentbogenverband auf einer Breite von 1,50 m.

Kleinpflaster (80/10 mm)

$$A_{\text{Veranda}} = a \times b \rightarrow A_{\text{Veranda}} = 11,30 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} = 16,95 \text{ m}^2$$

$$M_{\text{Kleinpflaster}} = A_{\text{Veranda}} \times m^2/t \rightarrow M_{\text{Kleinpflaster}} = 16,95 \text{ m}^2 \times 4,5 \text{ m}^2/t = 76,38 \text{ t}$$



6.) Ergänzen Sie im Arbeitsablaufplan die fehlenden Beschreibungen der verschiedenen Arbeitsschritte wie in der ersten Zeile dargestellt. Die erforderlichen Informationen erhalten Sie aus den unten aufgeführten Kapiteln Ihres Fachbuchs (Hägele et al., 2018). Die benötigten Seiten finden Sie in der Tabelle unter den aufgeführten Arbeitsschritten. Gehen Sie davon aus, dass eventuell vorhandene Pflasterflächen bereits aufgenommen wurden.

Arbeitsablaufplan	
Arbeitsschritt	Beschreibung der Tätigkeit
Abstecken der zu pflasternden Fläche, Höhenübertragung.	
Ausheben des vorhandenen Bodens. (Fachbuch S. 146/151)	
Einbau der Tragschicht. (Fachbuch S. 146/151)	
Setzen der Randeinfassungen. (Fachbuch S. 151/176)	
Einbau der restlichen Tragschicht	
Einbau der Pflasterbettung. (Fachbuch S. 151)	
Pflastern der Flächen. (Fachbuch S. 249f)	
Einschlämmen. (Fachbuch S. 247)	
Rammen (Fachbuch S. 247/250)	
Nacharbeiten (Fachbuch S. 247)	

## Literatur

**BGBI.** – Bundesgesetzblatt. AutorIn unbekannt (1996). Verordnung über die Berufsausbildung zum Gärtner/zur Gärtnerin. Verlag unbekannt.

**BIBB** – Bundesinstitut für Berufsbildung. AutorIn unbekannt (2021). Erläuterungen zu den modernisierten Standardberufsbildpositionen. [https://www.bibb.de/dokumente/pdf/HA\\_Erlaeuterungen-der-integrativ-zu-vermittelnden-Fertigkeiten-Kenntnisse-und-Faehigkeiten.pdf](https://www.bibb.de/dokumente/pdf/HA_Erlaeuterungen-der-integrativ-zu-vermittelnden-Fertigkeiten-Kenntnisse-und-Faehigkeiten.pdf) abgerufen am 09.03.2022. Bonn. Verlag unbekannt.

**BBS** – Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e. V. AutorIn unbekannt. (2016). bbs-Zahlenspiegel 2016 - Struktur- und Konjunkturdaten der Baustoff-, Steine- und Erden-Industrie. Berlin. Verlag unbekannt.

**DNV** – Deutscher Naturwerkstein-Verband e.V. AutorIn unbekannt. (2015). Nachhaltige Beschaffung von Naturstein. Würzburg. Verlag unbekannt.

**Dohmen, C.** (2017). Arbeitsbedingungen. Schmutziger Granit. <https://www.sueddeutsche.de/-wirtschaft/arbeitsbedingungen-schmutziger-granit-1.3636197> abgerufen am 08.03.2022. München: Süddeutsche Zeitung GmbH.

**eNu.** – Energie- und Umweltagentur des Landes NÖ. AutorIn unbekannt. Soziale Nachhaltigkeit. <https://www.wir-leben-nachhaltig.at/aktuell/detailansicht/soziale-nachhaltigkeit/> abgerufen am 08.03.2022. St. Pölten. Verlag unbekannt.

**Grantz, T., Molzow-Voit, F., Spöttl, G.** (2014). Offshore-Windenergieerzeugung – Ansätze zur Gestaltung von Aus- und Weiterbildung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit. In Kuhlmeier, W. [Hrsg.], Mohorič, A. [Hrsg.], Vollmer, T. [Hrsg.]. Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG.

**Hägele, P., Polzin, D., Riener, M., Schliebner, H., Wenzke, R., Zwanzig, Dr. J.** (2018). Lernfeld Bau-technik – Straßenbauer, Fachstufen. 8. völlig überarbeitete Auflage. Hamburg: Verlag Handwerk und Technik GmbH.

**Heinze GmbH.** AutorIn unbekannt. Sanierung und Aufstockung eines denkmalgeschützten Wohn- und Geschäftsgebäudes. <https://www.heinze.de/architekturobjekt/sanierung-und-aufstockung-eines-denkmalgeschuetzten-wohn-und-geschaeftsgebaeudes/9903162/> abgerufen am 12.03.2022. Celle. Verlag unbekannt.

**Hemkes, B., Srbeny, C., Gülkaya, Ü.** (2016). Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung 2015 – 2019. Bonn. Verlag unbekannt.

**HmbGVBL** – Hamburgisches Gesetz- und Ordnungsblatt (2013). Behörde für Justiz und Gleichstellung der Freien und Hansestadt Hamburg [Hrsg.]. Hamburg: Lütcke & Wulf.

**HSO NRW** – Arbeitsgemeinschaft Historische Stadt und Ortskerne in NordrheinWestfalen. AutorIn unbekannt (2018). Altstadtplaner ganzheitlich gestalten. Lippstadt. Verlag unbekannt.

IG Deutscher Pflasterer und Steinsetzer e.V. (o. D.) AutorIn unbekannt. Infoheft IG Deutscher Pflasterer und Steinsetzer e.V. Peine. Verlag unbekannt.

**ISTE** – Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e.V. (o.D.) AutorIn unbekannt. Biodiversität in Abbaubetrieben. Ostfildern. Verlag unbekannt.

**Kaiser, R.** Attrappenkult. Rekonstruktionen – wiedergewonnene oder gefälschte Geschichte? [https://gdke.rlp.de/fileadmin/gdke/Dateien/landesdenkmalpflege/Fachbeitraege/Attrappenkult\\_Rekonstruktionen\\_-\\_wiedergewonnene\\_oder\\_gefaelschte\\_Geschichte.pdf](https://gdke.rlp.de/fileadmin/gdke/Dateien/landesdenkmalpflege/Fachbeitraege/Attrappenkult_Rekonstruktionen_-_wiedergewonnene_oder_gefaelschte_Geschichte.pdf) abgerufen am 12.03.2022. Verlag unbekannt.

KMK – Kultusministerkonferenz. AutorIn unbekannt (1999). Rahmenlehrplan für die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft. Verlag unbekannt.

**Lang, M.** (2017). Arbeitsbedingungen in China / Der hohe Preis für Billig-Granit. <https://www.deutschlandfunk.de/arbeitsbedingungen-in-china-der-hohe-preis-fuer-billig-100.html> abgerufen am 08.03.2022. Köln. Verlag unbekannt.

**Löther, W.** (2001). Straßenbau-Praxis. Berlin: Bauwerk Verlag GmbH.

**Merk, F.** (1999). Historische Straßenbeläge – Eine denkmalpflegerische Aufgabe. In Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum [Hrsg.]. Brandenburgische Denkmalpflege. Jahrgang 8. Heft 2. Berlin: Verlag Willmuth Arenhövel.

**Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft.** (o.D.) AutorIn unbekannt. Kriterien für Nachhaltiges Bauen. Ökobilanzen und Umweltproduktdeklarationen. Potsdam. Verlag unbekannt.

Netzwerk Pflasterbau. AutorIn unbekannt (2017). Pflasterhandwerk - Zunft mit Zukunft. Peine. Verlag unbekannt.

**Ricker, J.** (2014). Denkmal in Not – Die Hamburger Villa Mutzenbecher wird zum außerschulischen Bildungsort. <https://www.monumente-online.de/de/ausgaben/2014/6/denkmal-in-not.php#.XiAy7Rcxl3M>, abgerufen am 10.03.2022. Bonn. Verlag unbekannt.

**Vogel, S.** (2000). Die Kunst des Pflasterns mit Natursteinen. 7. Auflage. Freudenstadt. Verlag unbekannt.

**Voge, A.-K.** (2020). Sklaverei in der Natursteinproduktion. Beschaffung von Naturstein: Können Kommunen Sklaverei ausschließen? <https://skew.engagement-global.de/im-fokus-detail/sklaverei-in-der-natursteinproduktion.html> abgerufen am 08.03.2022. Bonn. Verlag unbekannt.