REPORT 1.2.5

VORBILDVERFAHREN-BERICHT ZU METHODEN, FÄHIGKEITEN UND KOMPETENZEN IN BEZUG AUF NATURSTEINPRODUKTE

KONSTRUKTIONSPROZESSE FÜR NATURSTEINBELÄGE IM AUSSENBEREICH (VERLEGUNG OHNE MÖRTEL)

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

"Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, welcher nur die Ansichten der Verfasser wiedergibt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen haftbar gemacht werden".

Consortium members: Deutscher Naturwerkstein-Verband E.V (DNV), Asociatia Romania Green Building Council (RoGBC), Colegio Oficial de Arquitectos de la Región de Murcia (COAMU), Asociación Empresarial de Investigación Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales (CTM), Klesarska Skola Pucisca (KLESARSKA)

Content

1. EINFÜHRUNG 3
2. UMWELTERWÄGUNGEN 4
3. KONSTRUKTIVE ERWÄGUNGEN 6
3.1 Hilfselemente 7
3.1.1 Geotextile Filtervliese 7
3.1.2 Kies- und Sandbettung 8
4. AUSFÜHRUNGSVERFAHREN 9
4.1 Vorbereitung der Fläche 9
4.2 Verlegung der Geogitter- oder Geotextilfiltergewebeschicht (Landschaftsgewebe) 11
4.3 Einbringen der verdichteten Steinpackung / abgestufter Tragschicht 12
4.4 Einbringen von Kiesbettung zur Kapillarhemmung 15
4.5 Einbringung der scharfkörnigen Sandbettung 15
4.6 Verlegung von Natursteinplatten auf der Sandbettung 16
4.7 Überprüfen der Ebenheit der Gesamtfläche und zwischen den Pflastersteinen 18
4.8 Verfugung mit Sand oder Polymersand 19
5. ZUSAMMENFASSUNG: EINZELSCHRITTE FÜR DEN KONSTRUKTIONSPROZESS 21
6. REFERENZEN 21

1. EINFÜHRUNG

Das BIMstone-Projekt entstand aus der Verschmelzung von drei Aktionslinien, deren Konvergenz eine Festigung einer didaktischen Materialbasis für die Ausbildung im Steinsektor darstellt. Diese drei Aktionslinien sind:

- BIM.
- Ökobilanz (Lebenszyklusanalyse).
- Digitalisierung von Anwendungsmethoden für Natursteinprodukte.

Die Europäische Kommission konzentriert sich auf den Bausektor nach den Kriterien intelligentes Wachstum (wissens- und innovationsbasierte Entwicklung und Wirtschaft) und integratives Wachstum (Sicherung des sozialen und territorialen Zusammenhalts durch Beschäftigung).

Gemäß dem oben genannten Kontext besteht das allgemeine Ziel des BIMstone-Projekts darin, die Fähigkeiten der Arbeiter im Bereich der Verlegung von Natursteinprodukten zu verbessern, insbesondere beim Verlegen verschiedener Natursteinbeläge auf Böden und Wänden in Gebäuden und städtischen Umgebungen unter Berücksichtigung der Qualität der Ausführung, der Dauerhaftigkeit der Arbeit und deren Umweltverträglichkeit, indem Methoden ohne nicht recycelbare und/oder umweltfreundliche Materialien gezeigt werden. Aus diesem Grund ist es notwendig, die am besten geeigneten Ausführungssysteme und Verlegemethoden für Natursteinteinprodukte zu definieren und zusammenzustellen.

Die erste Aufgabe des BIMstone-Projekts "*O1. Etablierung gemeinsamer Lernergebnisse zu Natursteinverlegemethoden, Lebenszyklusanalyse (LCA) und Vorschriften*" umfasst eine Reihe konkreter Aufgaben, unter denen wir die Ausarbeitung dieses Berichts finden.

Dieser Vorbildverfahren-Bericht befasst sich mit dem Aufbau von Fähigkeiten und Kompetenzen sowie der Definition der nachhaltigsten und umweltfreundlichsten Umsetzungsprozesse.

2. UMWELTERWÄGUNGEN

Die Umweltproduktdeklaration (EPD) ist die eindeutigste, strengste und international anerkannteste Methode, das Umweltprofil eines Produkts während seines gesamten Lebenszyklus anzugeben.

Die EPD **„Tablas de mármol y caliza (Marmor- und Kalksteinplatten)“** umfasst Natursteinprodukte, deren Hauptfunktion die dekorative Verwendung zur Bekleidung von Innen- und Außenflächen wie Böden, Wände, Fassaden, Treppen usw. ist und wurde überprüft und im GlobalEPD-Programm von AENOR veröffentlicht.

Die EPD von Marmor- und Kalksteinplatten wurde nach der LCA-Methodik mit quantifizierten Umweltinformationen des gesamten Lebenszyklus durchgeführt. Das heißt, die EPD dieser Materialien ist vom Typ „Wiege zu Werkstor“, wie in der folgenden Tabelle zu sehen ist, die die betrachteten Lebenszyklusstadien umfasst.

Etapa de producto	A1	Suministro de materias primas	X
	A2	Transporte a fábrica	X
	A3	Fabricación	X
Construcción	A4	Transporte a obra	MNE
	A5	Instalación / construcción	MNE
Etapa de uso	B1	Uso	MNE
	B2	Mantenimiento	MNE
	B3	Reparación	MNE
	B4	Sustitución	MNE
	B5	Rehabilitación	MNE
	B6	Uso de energía en servicio	MNE
	B7	Uso de agua en servicio	MNE
Fin de vida	C1	Deconstrucción / demolición	MNE
	C2	Transporte	MNE
	C3	Tratamiento de los residuos	MNE
	C4	Eliminación	MNE
	D	Potencial de reutilización, recuperación y/o reciclaje	MNE

X = Módulo incluido en el ACV; NR = Módulo no relevante; MNE = Módulo no evaluado

Tabla 1. Límites del sistema. Módulos de información considerados

Diese EPD wurde gemäß den Normen UNE-EN 15804:2012+A1:2014 und UNE-EN ISO 14025:2010 und den Product Category Rules (PCR) für Marmor- und Kalksteinplatten entwickelt und verifiziert, die beim Bau des GlobalEPD-Programms von AENOR verwendet werden .

Die EPD-Funktionseinheit ist definiert als 1 Tonne Natursteinmasse. Der Umfang der Studie wurde von der Wiege bis zum Werkstor definiert und umfasst nur das Herstellungsmodul (Gewinnung und Aufbereitung der Rohstoffe, Verarbeitung der Natursteinplatten und Transport zwischen diesen Phasen).

Die EPD beschreibt die anzuwendende Formel (Umrechnungsfaktor), um die funktionale Einheit von einer Tonne Natursteinmasse in einen Quadratmeter Bodenbelag umzuwandeln.

3. KONSTRUKTIVE ERWÄGUNGEN

Das System der großformatigen Verlegung von Natursteinböden ohne Mörtel geht von einigen Voraussetzungen aus, die aus nachhaltiger Sicht entscheidende Vorteile darstellen. Diese schließen ein:

- die Reversibilität des Systems, da kein Mörtel verwendet wird;
- die Möglichkeit, die Komponentenschichten, insbesondere die fertige Natursteinschicht, leicht wiederzugewinnen und wiederzuverwenden;
- die Durchlässigkeit des Systems für Niederschläge einschließlich der Wasserverdunstung, wodurch Boden und Grundwasser ihre natürlichen Eigenschaften erhalten und somit dem natürlichen Wasserkreislauf in der Natur folgen;

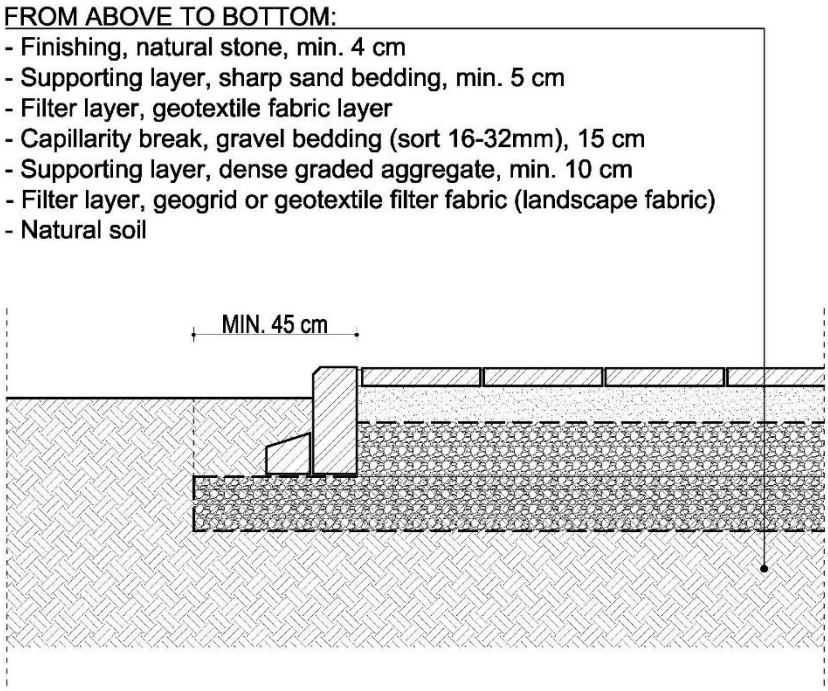
Die Gestaltung und Dimensionierung der Teilschichten des Bodensystems bedingt die Wirkung im Wesentlichen auf gleichmäßig verteilte oder konzentrierte Gravitationskräfte, die sich auf das natürliche Gelände verteilen.

Aus statischer Sicht sind somit keine aufwendigen und teuren Arbeiten zur Stabilisierung erforderlich, da das gesamte System direkt auf dem Boden platziert wird. Natürlich müssen sie dem Nutzungskontext, den äußeren Einflüssen und den spezifischen klimatischen Bedingungen angepasst werden. Die meisten Bestandteile sind mineralisch, ökologisch verträglich mit dem natürlichen Boden, wodurch die negativen Auswirkungen auf die Umwelt verringert werden.

Diese Art von System ist mit jeder Funktion der üblichen zivilen Gebäude wie Wohn-, Gewerbe-, Verkehrs- oder Industriesektoren kompatibel. Wenn Beschränkungen der Schadstoffnutzung des Bodens eine spezielle Behandlung der Außenböden erfordern, wo die Freisetzung von Wasser in den Boden verboten ist, sollten natürlich spezifische Maßnahmen in Betracht gezogen werden, die in dieser Studie nicht behandelt werden.

In Anbetracht all dessen ist dieses System zur Erzielung von Außenböden mit den Anforderungen internationaler Systeme zur Zertifizierung der Nachhaltigkeit von Gebäuden kompatibel.

Darüber hinaus erfordert die Ausführung kein spezielles Know-how. Das Auflegen großer Steinplatten auf einer Sandbettung ermöglicht eine optimale Genauigkeit. Gleichzeitig erfordert die Möglichkeit, die Fugen mit Sandgranulat zu verfüllen, eine permanente Wartung, die dem System aber eine hohe Langlebigkeit über die Zeit sichert. Alle diese Eigenschaften verstärken somit die Nachhaltigkeit des Systems, auch aus Sicht der Ausführung.



Bodenbelagsschema mit großformatigem Naturstein ohne Mörtel.

3.1 Hilfselemente

Die Stabilität des Systems wird durch die übereinanderliegenden Schichten gewährleistet, die in Wechselwirkung mit den äußeren Faktoren wirken, denen die gesamte Konstruktion ausgesetzt ist. Es werden die Bauteilschichten so positioniert, dass sie dem Gesamtsystem über einen langen Zeitraum unter wechselnden klimatischen Bedingungen Stabilität verleihen.

Zu diesem Zweck gewährleistet die Abfolge von Kies-, Stein- und Sandschichten in unterschiedlichen Körnungen und Zusammensetzungen zusammen mit Trennfilterlagen die Durchlässigkeit für Regen oder Wasserdampf, während die Funktionalität des Belagsmaterials erhalten bleibt.

3.1.1 Geotextile Filtervliese

Um die Trag- oder Filterschichten zu stabilisieren, werden Geotextilvliese benötigt, die eine Durchlässigkeit von Wasser in flüssiger oder dampfförmiger Form bieten, damit sich die Körnung der verschiedenen Schichten nicht vermischt.

Geotextilgewebe zur Trennung von Materialschichten.
QUELLE: https://study.com/academy/lesson/geotextile-fabric-function-uses.html

3.1.2 Kies- und Sandbettung

Kies-, Splitt- und Sandschichten stellen nacheinander dar: Tragschicht, Kapillarbruchschicht und Bettungsschicht für Steinplatten.

Dadurch wird verhindert, dass das Grundwasser durch die Kapillare in die Sandschicht aufsteigt bzw. die Deckschicht erreicht. In der entgegengesetzten Richtung kann das Oberflächenwasser leicht durch die Fugen zwischen den Steinplatten und dem Sand gelangen und in den Boden abgeleitet werden, ohne die Zusammensetzung der Komponentenschichten zu vermischen.

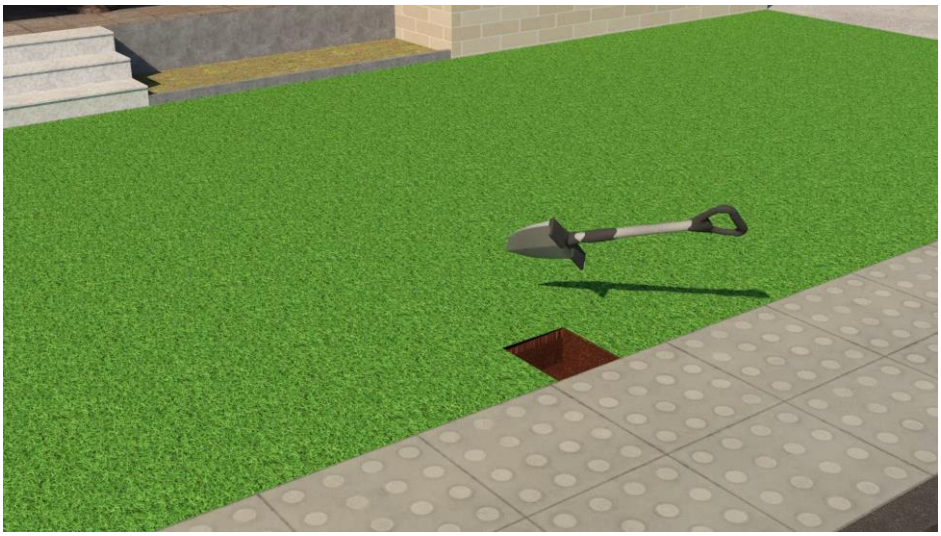
Boden, Kies, scharfkörniger Sand.

4. AUSFÜHRUNGSVERFAHREN

4.1 Vorbereitung der Fläche

Um mit der Verlegung des ungebundenen Natursteinbelags zu beginnen, ist der erste wichtige Schritt die Vorbereitung der Standortfläche. Die Fläche wird abgegrenzt und die Pflanzenschicht entfernt, um die Pflanzen und deren Wurzeln zu entfernen, was sich später auf die Lebensdauer des Systems auswirken kann. Der unverdichtete horizontale Naturboden bildet die Tragschicht des gesamten Außenbodensystems.

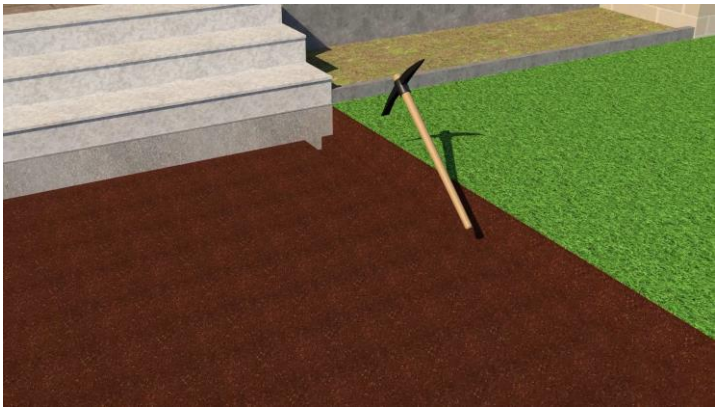
Die Fläche wird durch Entfernen des Mutterbodens (mind. ca. 20 cm) vorbereitet.

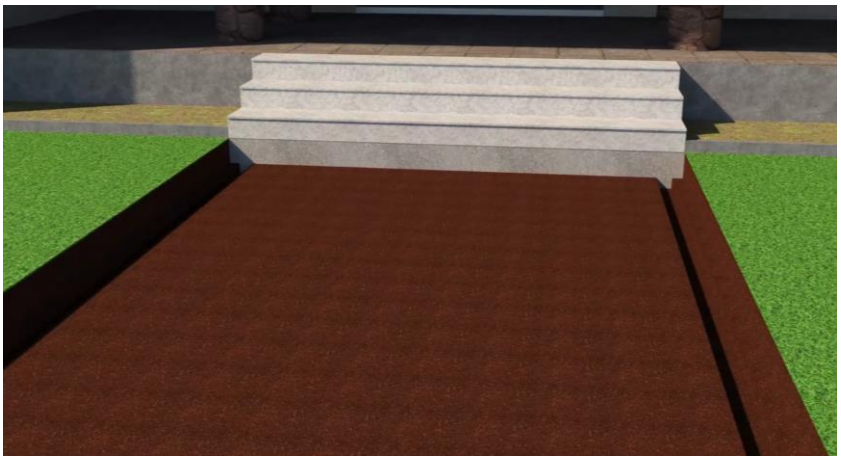


QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

Nach der Vorbereitung der Fläche wird die Fläche für das Einbringen der Drainagerohre ausgehoben.

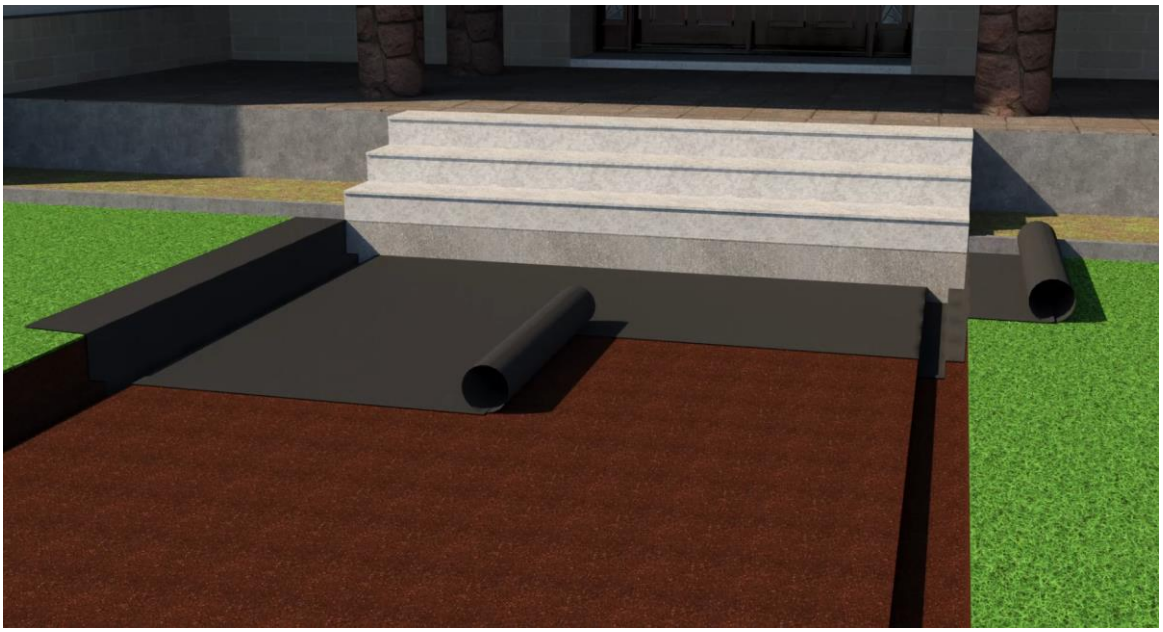


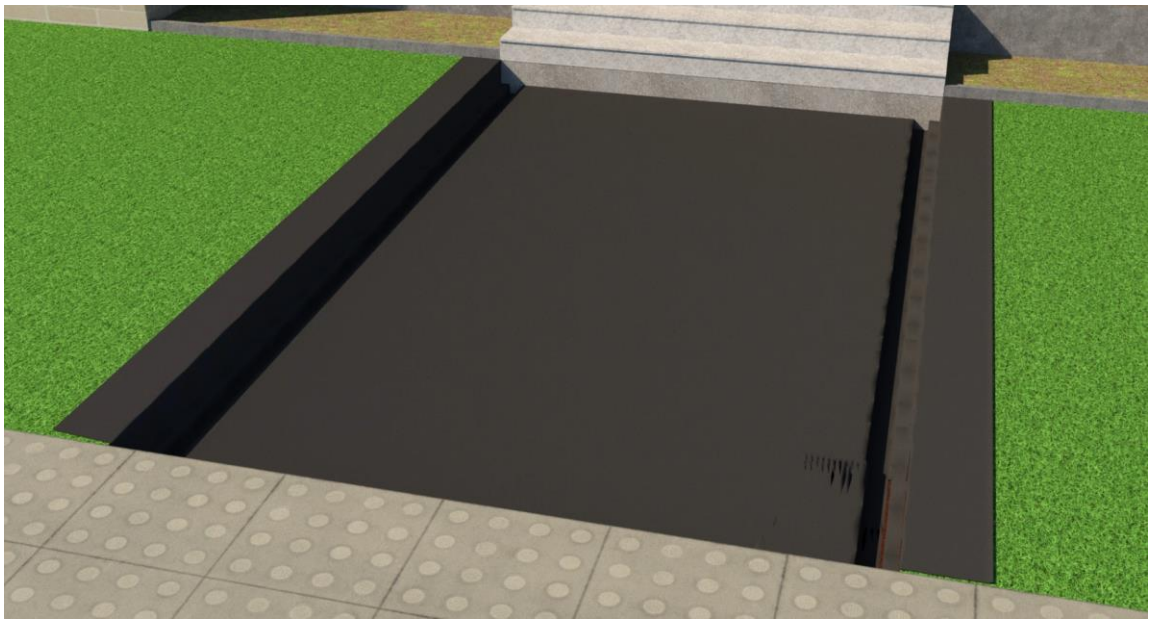


QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

4.2 Verlegung der Geogitter- oder Geotextilfiltergewebeschicht (Landschaftsgewebe)

Um die Konsistenz der oberen Schichten zu gewährleisten und eine Vermischung mit dem Boden zu verhindern, wird über die vom Pflanzenboden freigesetzte Fläche eine Filterschicht als Trennschicht aus einer speziellen Geotextilvlies für Landschaftsgestaltung gelegt. Dies kann auch mit einem Geogitter unterstützt werden, um eine mögliche Bodenerosion oder -verschiebung zu vermeiden.



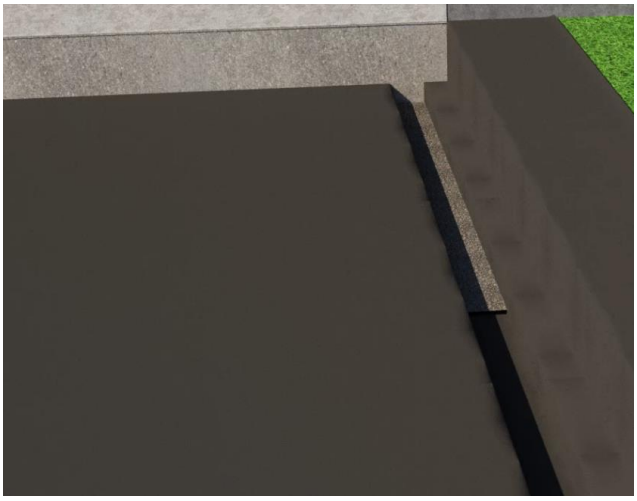


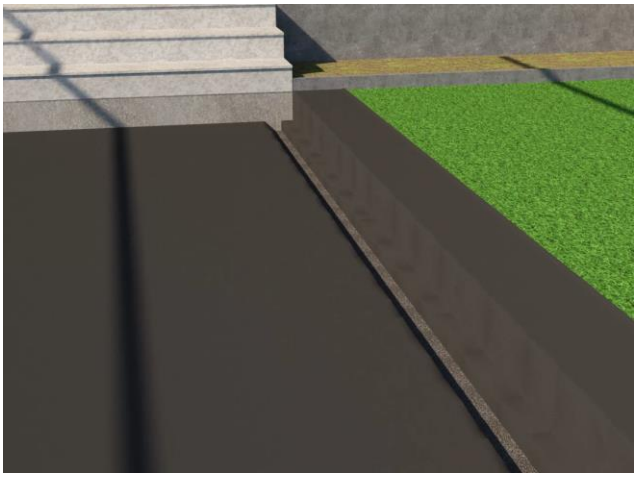
QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

4.3 Einbringen der verdichteten Steinpackung / abgestufter Tragschicht

Die Grundlage der gesamten Konstruktion besteht aus der Verlegung von mindestens 10 cm verdichteter Mischung aus Kies oder Schotter. Es hat die Aufgabe, eine Barriere gegen den Wuchs von Pflanzenkomponenten (Stängel, Wurzeln) zu schaffen, die im Laufe der Zeit die Zusammensetzung des gesamten Ensembles verändern können, aber auch eine solide Tragschicht zu schaffen, die Bodenbewegungen aufgrund der unterschiedlichen Klimaperioden während eines Jahres (Temperaturunterschiede, Frost-Auftauen, hydrostatischer Druck aus dem Boden oder Oberflächenwasser) verhindert, aber auch eine möglichen Setzung des Geländes im Laufe der Zeit.
Optional kann diese Schicht am Boden auch ein Drainagerohr erhalten, das das eingedrungene Oberflächenwasser ableiten soll, wenn es im Überfluss vorhanden ist oder der Boden naturgemäß nicht die erforderliche Aufnahmekapazität hat.

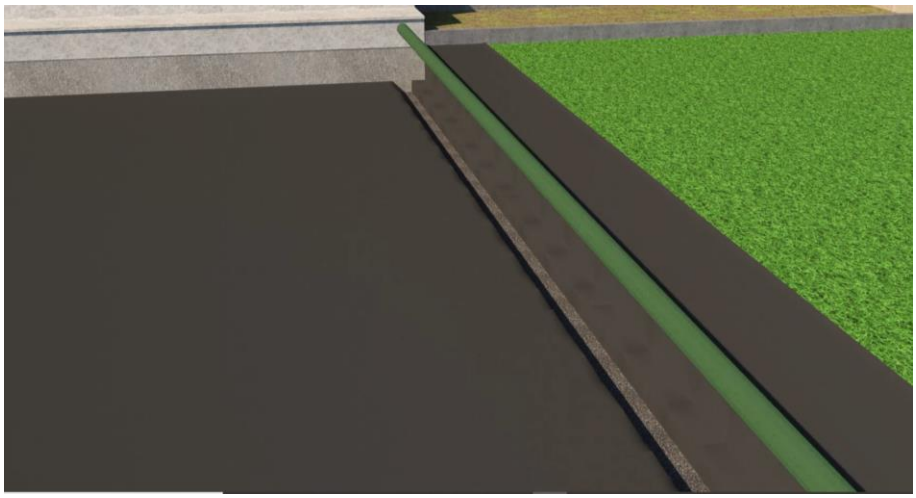
Bei der Verlegung eines Entwässerungssystems wird die Steinpackung/Sichtschicht in die für die Verlegung von Entwässerungsrohren vorgesehene Vertiefungen gelegt.





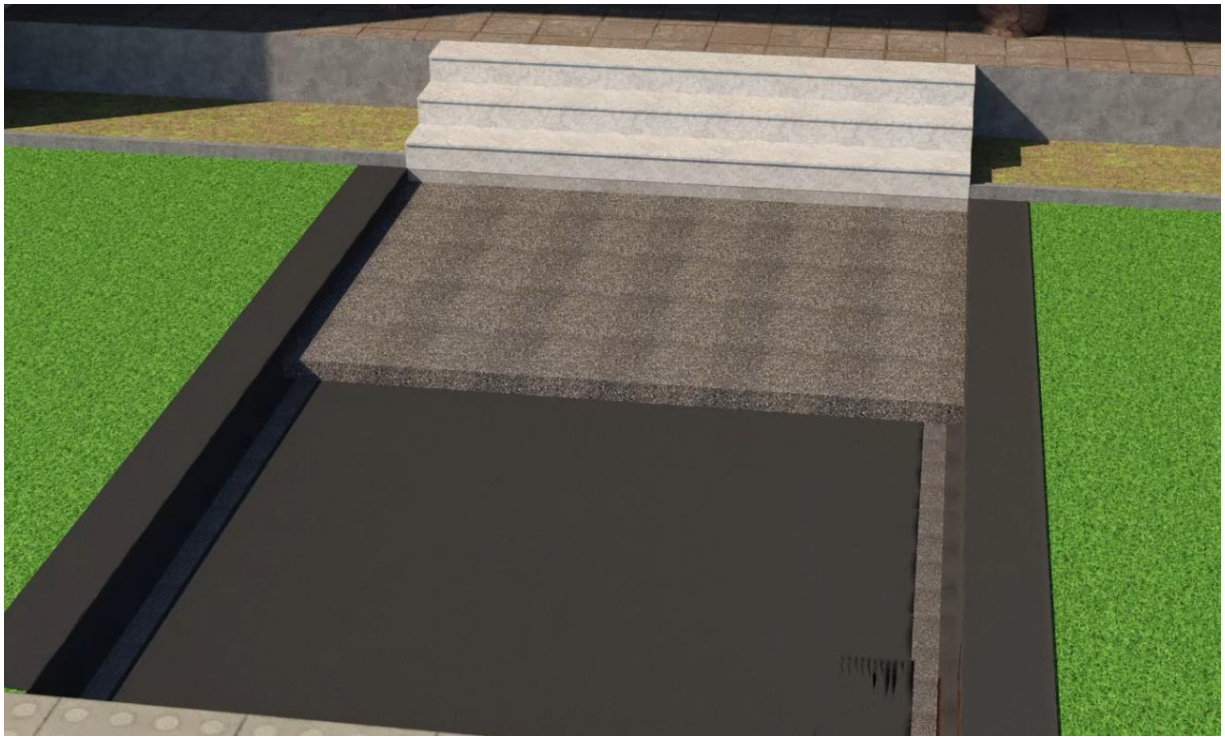
QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

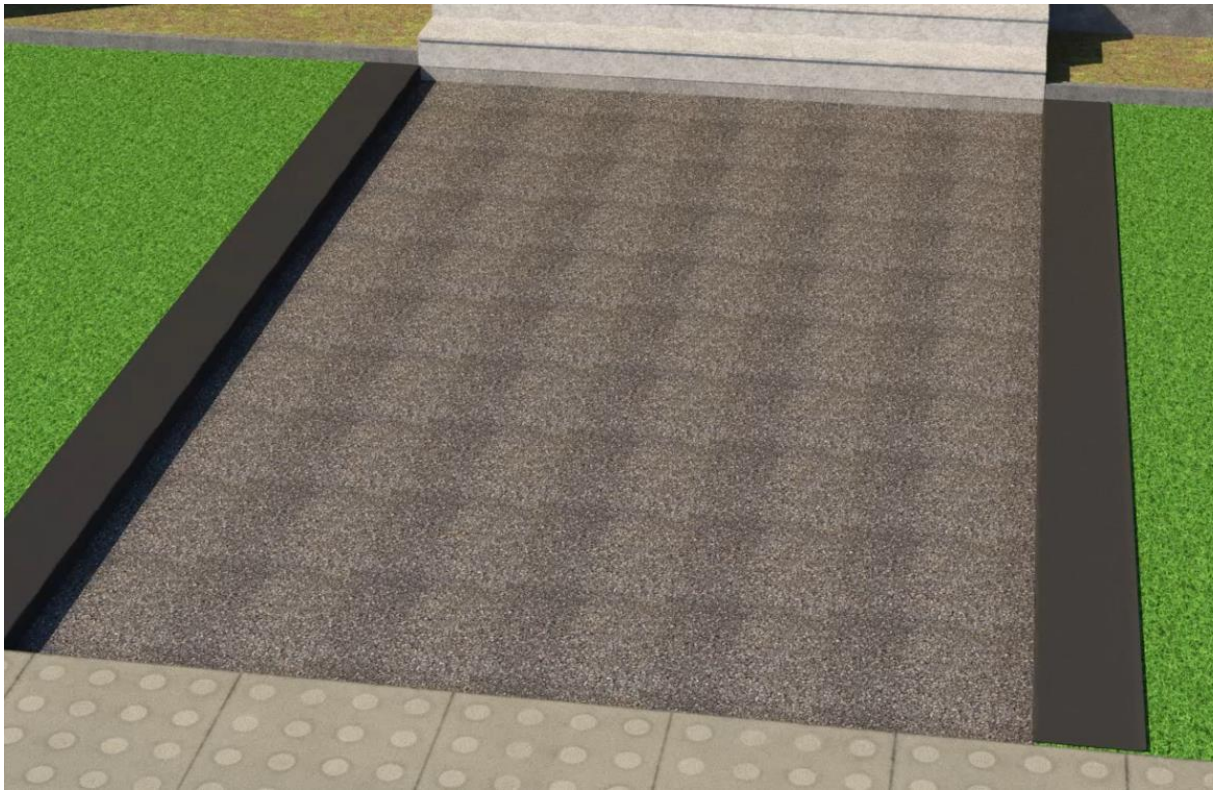
Nach dem Einbau der Steinpackung/abgestuften Tragschicht werden die Drainagerohre verlegt und eine Auffüllschicht darüber gelegt.



QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

Im nächsten Schritt wird die gesamte Verlegefläche verfüllt.

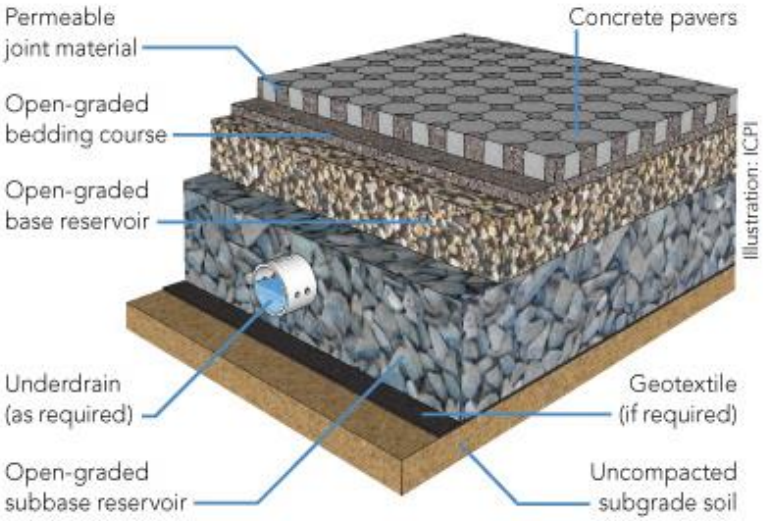




QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

4.4 Einbringen von Kiesbettung zur Kapillarhemmung

Die kapillarbrechende Schicht hat die Aufgabe das Aufsteigen von Grundwasser durch Kapillarität zu verhindern, sodass dies nicht die fertigen Bodenplatten erreicht. Diese Schicht von mindestens 15 cm ist für die Dauerhaftigkeit des Gesamtsystems unerlässlich, um eine hydrostatische Kontrolle des gesamten Konstruktion zu erhalten.

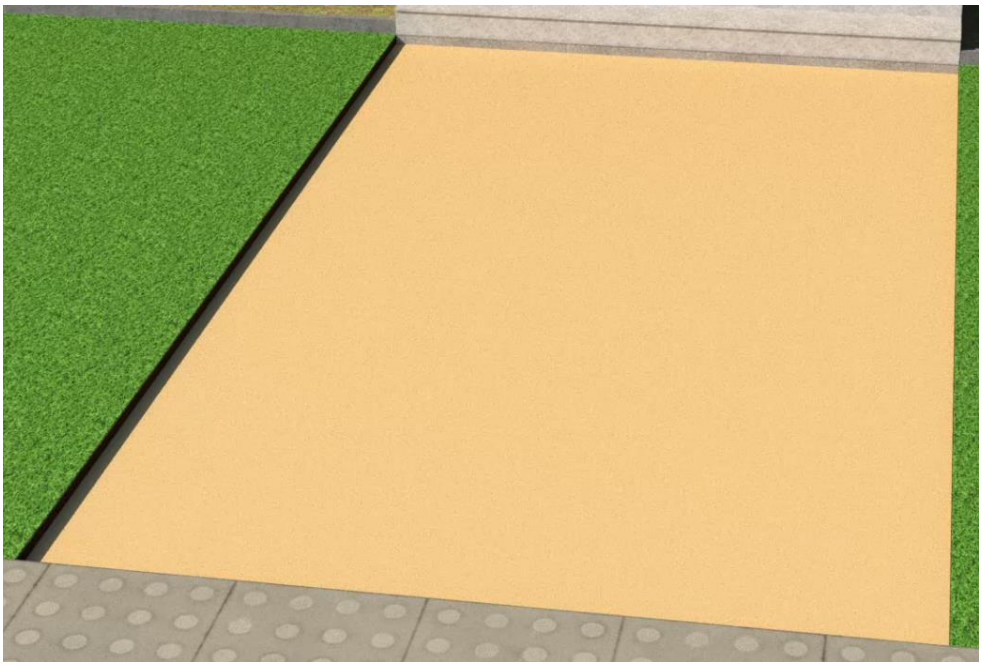


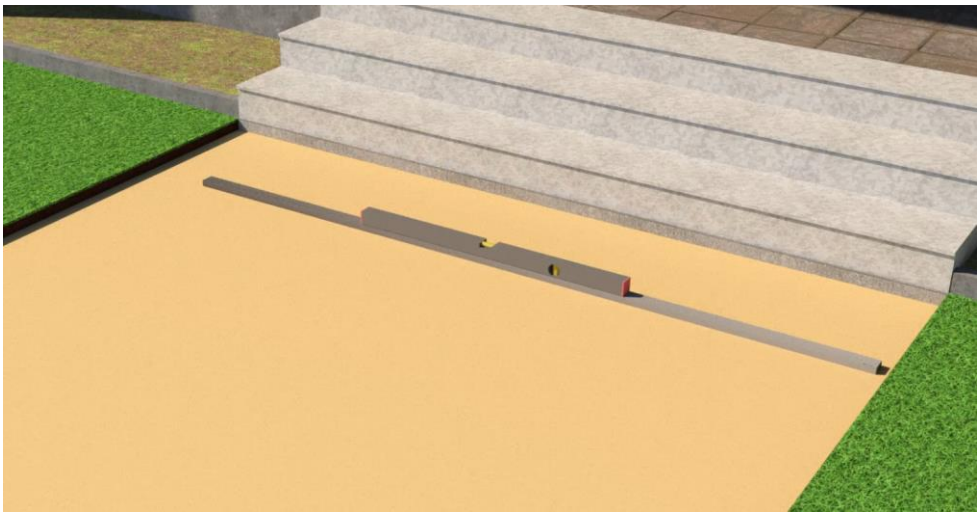
QUELLE: https://www.researchgate.net/figure/Example-of-a-typical-PP-cross-section-image-used-with-permission-of-the-Interlocking_fig1_261831362

4.5 Einbringung der scharfkörnigen Sandbettung

Die Bettungsschicht des Bodens besteht beispielsweise aus Flusssand von mindestens 5 cm Dicke. Die Nivellierung erfolgt durch Richtlatten aus Metall oder Holz entsprechend den zuvor festgelegten Maßen.

QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

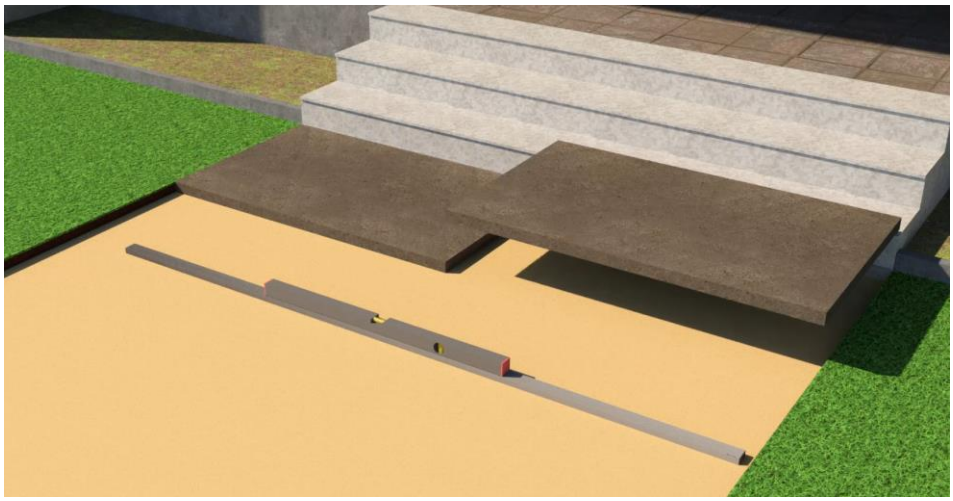




QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

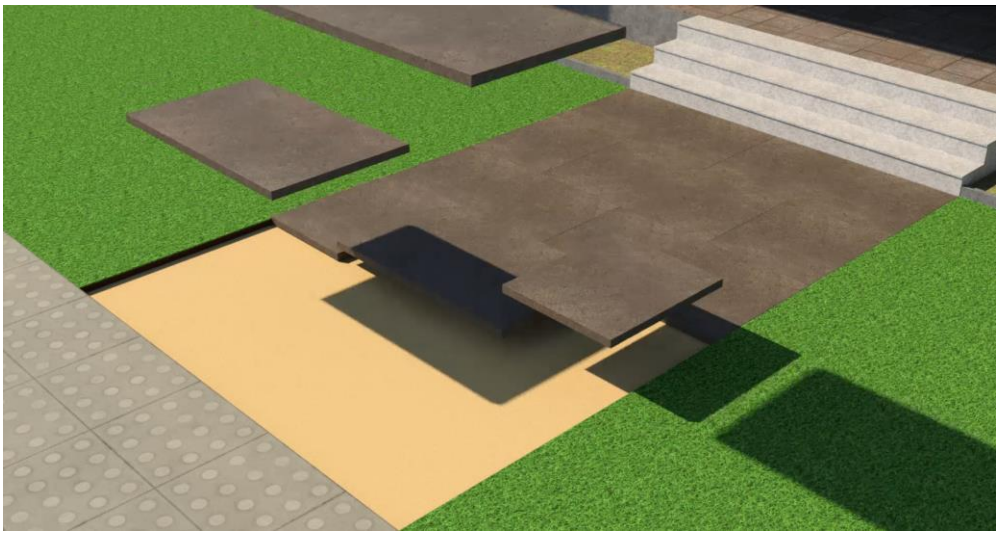
4.6 Verlegung von Natursteinplatten auf der Sandbettung

Die Steinplatten bilden die Belagsoberfläche, weshalb die Einzelplatten mit Fugen verlegt werden müssen, um mögliche Verformungen aufgrund der Temperaturunterschiede zu vermeiden, aber auch um dem Wasser zu ermöglichen, seinem natürlichen Kreislauf zu folgen. Die einzelnen Platten sollten je nach Steinqualität oder Nutzungsgrad, denen der Belag ausgesetzt wird, eine Dicke von nicht weniger als 4 cm aufweisen.



QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

Die Natursteinplatten werden in der Regel mit Werkzeugen wie Metall- oder Holzrichtlatten, Kellen zum Anpassen der Sandunterlage und Holz- oder Gummihammer verlegt.



QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

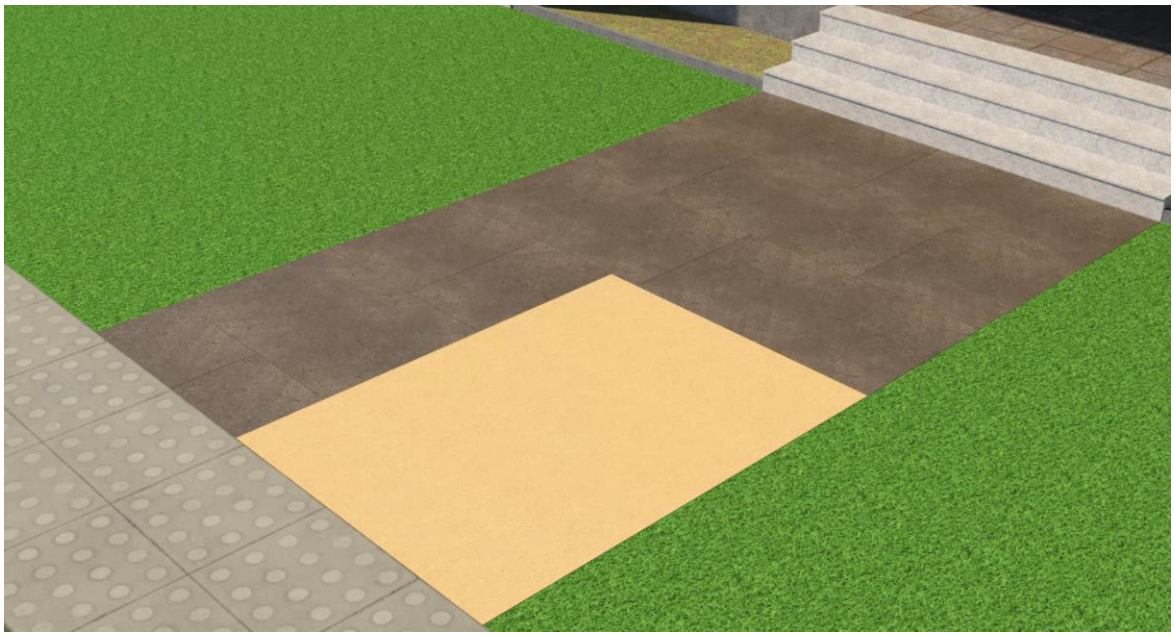
4.7 Überprüfen der Ebenheit der Gesamtfläche und zwischen den Pflastersteinen

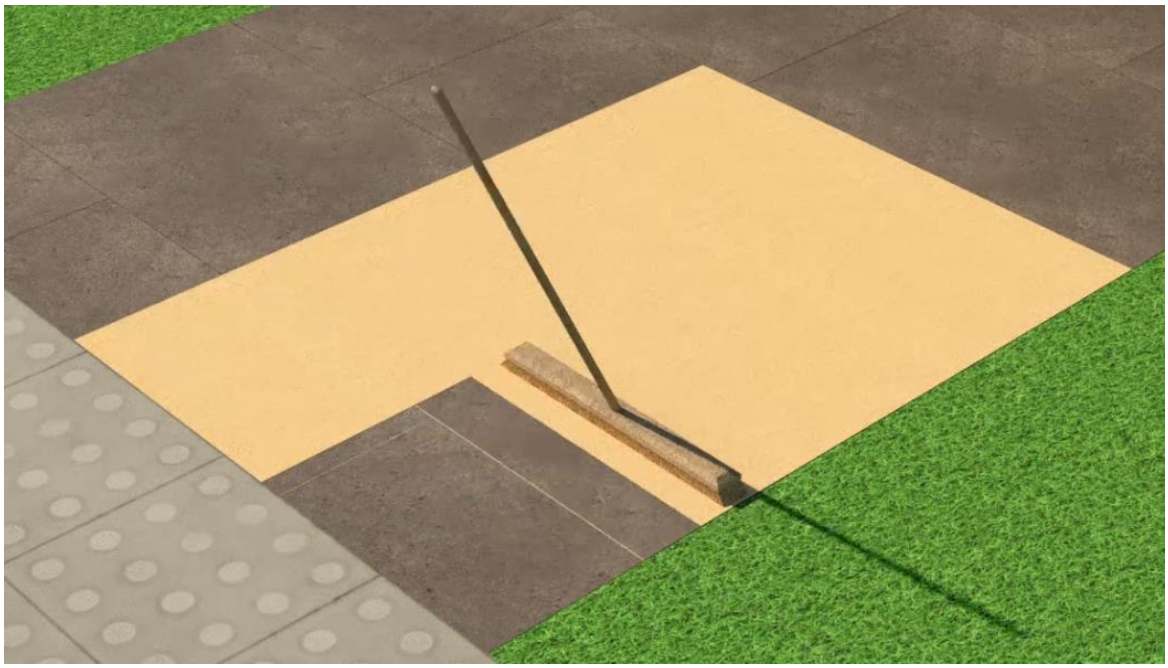
Mit Richtlatten aus Holz oder Metall werden die gewünschten Neigungen und Abmessungen bzw. die Ebenheit der gesamten Fläche permanent überprüft.

QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

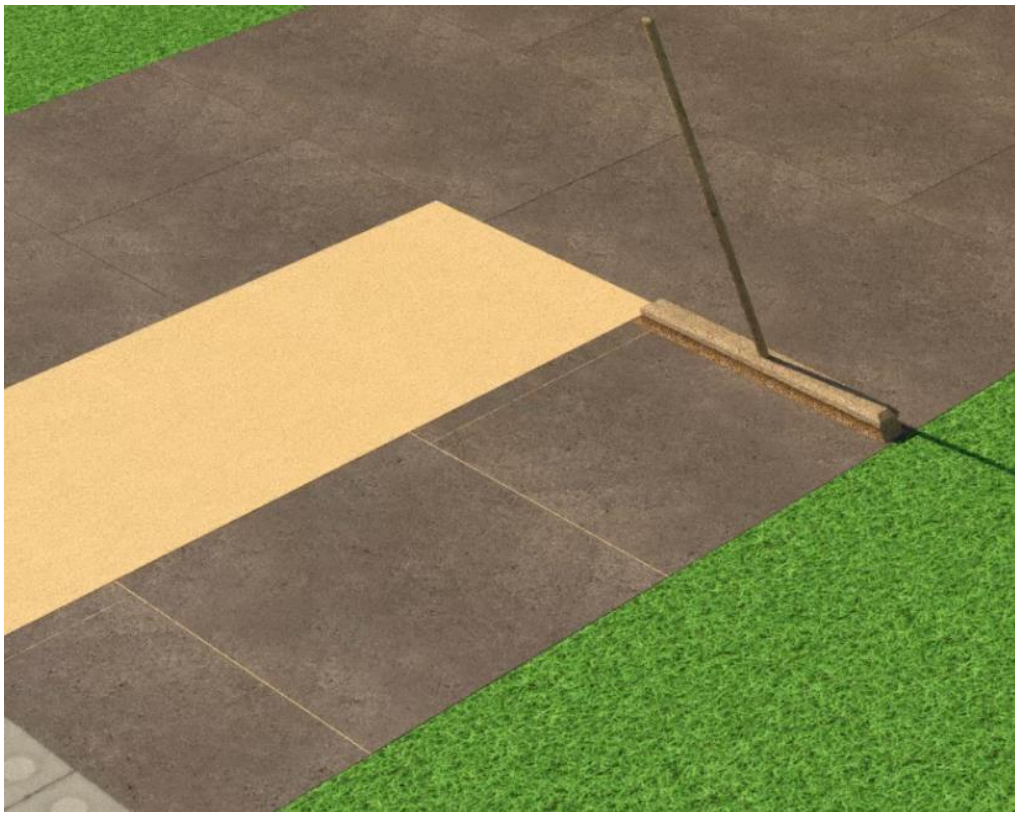
4.8 Verfugung mit Sand oder Polymersand

Nach Abschluss der Bodenplattenverlegung werden die entstandenen Fugen mit dem Besen mit Sand verfüllt. Wenn der Sandgehalt in den Fugen sinkt, muss dieser Vorgang unbedingt regelmäßig wiederholt werden.





QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.



QUELLE: BIMstone-Projekt Webseite.

5. ZUSAMMENFASSUNG: EINZELSCHRITTE FÜR DEN KONSTRUKTIONSPROZESS

Die Konstruktionsprozesse für die Herstellung von Natursteinbelägen im Außenbereich ohne Mörtel sind nachfolgend angegeben:

1. Vorbereiten der Fläche.
2. Verlegeung der Kunststoffvliese oder Geotextilien (Landschaftsbaugewebe).
3. Einbringen der verdichteten Steinpackung / abgestufter Tragschicht.
4. Einbringen von Kiesbettung für Kapillarhemmung.
5. Einbringung der scharfkörnigen Sandbettung.
6. Verlegung von Natursteinplatten auf der Sandbettung.
7. Überprüfen der Ebenheit der Gesamtfläche und zwischen den Pflastersteinen.
8. Verfugung mit Sand oder Polymersand.

6. REFERENZEN

1. BIMstone-Projekt Webseiten. www.bimstoneproject.eu/bimstone-products

2. http://www.pavingexpert.com/layflag1.htm

3. https://www.marshalls.co.uk/homeowners/inspire-me/articles/how-do-i-lay-a-patio-on-sand-3211

4. https://www.researchgate.net/figure/Example-of-a-typical-PP-cross-section-image-used-with-permission-of-the-Interlocking_fig1_261831362

5. Bautechnische Information BTI 1.4 Bodenbeläge, außen des DNV https://www.natursteinverband.de/literatur/bautechnische-informationen/produkt/bautechnische-informationen-bti.html

6. Video “05. Placing without mortar (exterior flooring)” von BIMstone Projekt. https://www.youtube.com/watch?v=hcDL3GnJvL8