



# **REPORT 1.2.3**

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

BAUVERFAHREN FÜR HINTERLÜFTETE FASSADEN AUS NATURSTEIN





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".





#### Content

1.	EINFUHRUNG	3
2.	UMWELTERWÄGUNGEN	4
3.	KONSTRUKTIVE ERWÄGUNGEN	6
	3.1. Vorteile der hinterlüfteten Natursteinfassaden	7
	Naturstein bietet mit der Erstellung von hinterlüfteten Fassaden zahlreiche technische und ästhetische Vorteile. Unter allen Vorteilen stechen folgende heraus:	
	3.2 Hilfselemente	8
	3.2.1. Metallhalterungen	8
	3.2.2. Dämmung	9
	3.2.3. Profile	. 10
4.	BAUVERFAHREN	. 11
	4.1. Anordnung der Metallhalterungen	. 11
	4.2. Fixierung der Metallhalterungen (Fest- und Gleitpunkte)	. 13
	4.3. Einbau und Befestigung der Wärmedämmung	. 14
	4.4. Fixierung der vertikalen Profile	. 15
	4.5. Fixierung der Anfangsprofile	. 16
	4.6. Fixierung der horizontalen Profile	. 17
	4.7. Montage der Abschlussplatten an Gebäudeecken und Öffnungen	. 18
	4.8. Fixierung der Plattenhalterungen	. 18
	4.9. Versetzen der Platten	. 19
	4.10. Verschraubung der letzten Reihe	. 20
	4.11. Schließen der Öffnungen (Fenster und Türen)	. 21
5.	ZUSAMMENFASSUNG: EINZELSCHRITTE FÜR DEN KONSTRUKTIONSPROZESS	. 22
6	REFERENZEN	22





# 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.

Von allen in diesem Projekt ausgewählten Naturstein-Bauelementen konzentriert sich dieser Bericht auf die Ausführung einer hinterlüfteten Fassade mit Natursteinplatten und beschreibt detailliert einige ihrer konstruktiven und ökologischen Eigenschaften sowie das zu befolgende Bauverfahren, um ein optimales Ergebnis zu erzielen.





# 2. UMWELTERWÄGUNGEN

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

Die EPD "Fliesen und Platten aus Naturstein" umfasst Natursteinprodukte, deren Hauptfunktion die Verwendung für Fußböden, Bekleidungen, Treppen, Denkmäler, Küchenplatten, kubische Bauelemente und viele andere Anwendungen ist. Die für die Datenerstellung in diesem Projekt berücksichtigte EPD wurde von der European & International Federation of Natural Stone Industries (EUROROC) entwickelt und im Institut Bauen und Umwelt e.V. verifiziert und veröffentlicht. (IBU).

Die EPD von Fliesen und Platten aus Naturstein wurde nach der Ökobilanz-Methodik mit quantifizierten Umweltinformationen für 1 Tonne Fliesen und Platten, was ca. 9,11 m² bei 4 cm Plattendicke entspricht, durchgeführt. Das heißt, die EPD dieser Materialien stammt aus der "Cradle-to-Gate"-Ökobilanzstudie, wie in der folgenden Tabelle zu sehen ist, die den Transport zum Kunden einschließt. Es umfasst also alle Produktionsschritte von den Rohstoffen in der Erde (d. h. der Wiege) bis zum fertigen Produkt (d. h. dem Werkstor), fertig zum Einbau beim Kunden (einschließlich des Transports zum Montageort).

DESC	CRIPT	ION (	OF TH	E SYST	ГЕМ В	OUND	OARY (	(X = IN	ICLUL	DED IN	I LCA;	MND	= MOI	DULE	NOT I	DECLARED)
PROI	DUCT S	TAGE	CONSTRUCTI ON PROCESS STAGE		USE STAGE						END OF LIFE STAGE			BENEFITS AND LOADS BEYOND THE SYSTEM BOUNDARYS		
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport	Construction- installation process	Use	Maintenance	Repair	Replacement <sup>1)</sup>	Refurbishment <sup>1)</sup>	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse- Recovery- Recycling- potential
A1	A2	А3	A4	<b>A</b> 5	B1	B2	В3	В4	<b>B</b> 5	В6	В7	C1	C2	<b>C</b> 3	C4	D
X	х	х	х	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND

Quelle: IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.

Diese EPD wurde entwickelt und verifiziert gemäß EN 15804:2012.04+A1 2013: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte, DIN EN ISO 14025:2011-10: Umweltzeichen und Umwelterklärungen – Grundsätze und Verfahren und PCR (Product Category Rules) 2013, Teil B: PCR-Leitfaden – Texte für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen. Aus dem Sortiment der Umweltproduktdeklarationen des Instituts Bau und Umwelt e.V. (IBU). Teil B: Anforderungen an die EPD Massivsteine für Dach-, Wand- und Bodenanwendungen, 2013.





## Ergebnisse der Ökobilanz – Umweltauswirkungen:

RESULTS OF THE LCA - ENVIRONMENTAL	. IMPACT: 1	ton tiles and slabs from r	natural stone		
Parameter	Unit	A1 - A3	A4		
Global warming potential	[kg CO <sub>2</sub> -Eq.]	2.55E+2	2.05E+1		
Depletion potential of the stratospheric ozone layer	[kg CFC11-Eq.]	5.81E-8	3.58E-10		
Acidification potential of land and water	[kg SO <sub>2</sub> -Eq.]	7.25E-1	1.3E-1		
Eutrophication potential	[kg (PO <sub>4</sub> )*-Eq.]	6.75E-2	3.12E-2		
Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants	[kg Ethen Eq.]	4.17E-2	-4.69E-2		
Abiotic depletion potential for non fossil resources	[kg Sb Eq.]	3.2E-5	7.64E-7		
Abiotic depletion potential for fossil resources	[MJ]	3.39E+3	2.83E+2		
RESULTS OF THE LCA - RESOURCE USE:	1 ton tiles a	and slabs from natural sto	ne		
Parameter	Unit	A1 - A3	A4		
Renewable primary energy as energy carrier	[MJ]	5.52E+2	1.11E+1		
Renewable primary energy resources as material utilization	[MJ]	0.0E+0	0.0E+0		
Total use of renewable primary energy resources	[MJ]	5.52E+2	1.11E+1		
Non renewable primary energy as energy carrier	[MJ]	3.88E+3	2.84E+2		
Non renewable primary energy as material utilization	[MJ]	0.0E+0	0.0E+0		
Total use of non renewable primary energy resources	[MJ]	3.88E+3	2.84E+2		
Use of secondary material	[kg]	0.0E+0	0.0E+0		
Use of renewable secondary fuels	[MJ]	0.0E+0	0.0E+0 0.0E+0		
Use of non renewable secondary fuels	[MJ]	0.0E+0			
Use of net fresh water	[m²]	8.29E-1	1.23E-2		
RESULTS OF THE LCA – OUTPUT FLOWS I ton tiles and slabs from natural stone	AND WAST	E CATEGORIES:	A4		
		111 12			
Hazardous waste disposed	[kg]	8.44E-2	0.0E+0		
Non hazardous waste disposed	[kg]	5.23E+2	3.68E-2		
Radioactive waste disposed	[kg]	1.96E-1	3.95E-4		
Components for re-use	[kg]	0.0E+0	0.0E+0		
Materials for recycling	[kg]	0.0E+0	0.0E+0		
Materials for energy recovery	[kg]	0.0E+0	0.0E+0		
Exported electrical energy	[MJ]	0.0E+0	0.0E+0		
Exported thermal energy	[MJ]	0.0E+0	0.0E+0		

Quelle: IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.

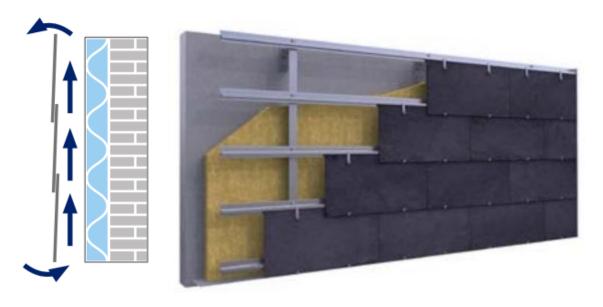
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

# 3. KONSTRUKTIVE ERWÄGUNGEN

Die hinterlüftete Fassade ist eine konstruktive Lösung für die Außenwandbekleidung von Gebäuden, bestehend aus einer Luftschicht zwischen der Bekleidung und der tragenden Wand. Auf diese Weise kann die Luft frei zirkulieren, was die Wärmedämmung, Energieeinsparung und den Umweltschutz verbessert und die Anforderungen der aktuellen Bauvorschriften erfüllt.

Dieses Bausystem hat bei Architekten und Bauherren große Akzeptanz gefunden, insbesondere wegen seiner hohen Qualität, seiner ästhetischen Möglichkeiten und seiner unbestreitbaren Vorteile der Wärme- und Schalldämmung. Tatsächlich ist es heute eines der am weitesten verbreiteten nachhaltigen Bausysteme. Das hinterlüftete Fassadensystem Naturstein besteht aus 3 Hauptteilen:

- Tragwand
- Eine auf der Tragwand verankerten oder angeklebten Dämmschicht.
- Eine mit dem Gebäude verbundene Bekleidungsschicht mit einem Verankerungssystem, das im Allgemeinen aus Aluminium besteht.



Schema einer hinterlüfteten Außenwandbekleidung mit sichtbaren Ankerteilen. QUELLE: CUPAPIZARRAS (www.cupapizarras.com).

Neben dem guten statischen Verhalten weist diese Fassade aus funktionaler Sicht ein hervorragendes hygrothermisches Verhalten auf, da sie eine durchgehende Luftschicht und Wärmedämmung vor dem Baukörper ermöglicht und somit Wärmebrücken in den Tragwänden vermeidet.

Der Wegfall der Wärmebrücken an den Decken- und Wandoberflächen reduziert den Energiebedarf des Gebäudes sowie die Gefahr der Bildung von Oberflächenkondensationen an diesen Stellen und ermöglicht den Bau von Gebäuden mit sehr hoher Energieeffizienz.



# BIM learning application focused on LCA qualification and technification of workers in natural stone sector 2018-1-DE02-KA202-005146



Ebenso ermöglichen hinterlüftete Fassaden mit Natursteinbekleidung, wenn es die Anforderungen an die Dichtigkeit erforderlich machen, die Belüftung der Luftspalte, wodurch eine optimierte Außenwand mit den Vorteilen einer belüfteten Fassade (mit höherer Dichtigkeit und geringerer Gefahr der Bildung von Kondenswasser an den Oberflächen) erreicht wird mit weiteren zusätzlichen Vorteilen der Natursteine (z.B. Langlebigkeit, geringer Wartungsaufwand etc.).

Aus all diesen Gründen ist dieses Bausystem die optimale Lösung für hinterlüftete Natursteinfassaden beim Bau von Nearly Zero Energy Consumption Buildings (EECN) und Passivhäusern.

Aus konstruktiver Sicht ist andererseits die Verwendung von Plättchen zur Abdeckung der Kantenflächen sowie von Zuschnitten oder Sonderstücken zur Anpassung an die jeweilige Geschosshöhen nicht erforderlich und die Montage wird vereinfacht. Die Leistung vor Ort wird verbessert und ein perfekter Abschluss der Fassade erreicht.

Darüber hinaus ermöglicht dieses Konstruktionssystem eine perfekte Fügung und Ebenheit der Außenhaut der Fassade und Dachfläche, unabhängig von geometrischen Abweichungen der tragenden Struktur, sowie eine Homogenität in der Farbgebung der Bekleidung.

#### 3.1. Vorteile der hinterlüfteten Natursteinfassaden

Naturstein bietet mit der Erstellung von hinterlüfteten Fassaden zahlreiche technische und ästhetische Vorteile. Unter allen Vorteilen stechen folgende heraus:

- Es bietet eine hervorragende Wärmeisolation mit den daraus resultierenden erheblichen Energie-Einsparungen, beispielsweise des Stromverbrauchs beim Einsatz von Klimaanlagen, sowie Einsparung von CO2-Emissionen.
- Es handelt sich um ein nicht brennbares Material mit Brandverhalten der Klasse A1.
- Es ist ein Material, das aufgrund seiner Eigenschaften zur Zertifizierung von Gebäuden nach dem LEED-System in den Bereichen Energieeffizienz, Materialien und natürliche ResQuellen, Innenraumqualität und regionale Priorität beiträgt. Hervorzuheben ist die geringe Umweltbelastung (neutral) bei der Herstellung im Vergleich zu Produkten, die in "Öfen" wie Keramik oder Glas hergestellt werden.
- Vermeidung des "Kältebrücken"-Effekts.
- Es ist eine Konstruktion, die durch den Kamineffekt der Hinterlüftung anfallende Feuchtigkeit und Kondenswasser leicht beseitigt. Dieser Effekt erhöht die Energieeinsparung um 20 bis 30 %.
- Haltbarkeit: Naturstein ist sehr dauerhaft und widerstandsfähig, was sich in einer Reduzierung der Wartungskosten während seines Lebenszyklus niederschlägt.







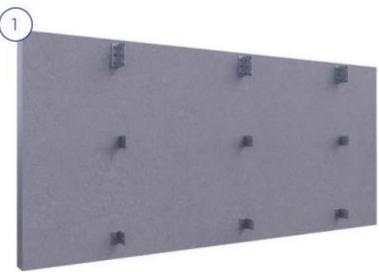
- Ästhetisch: Naturstein weist eine breite Palette von Farben, Texturen und Formaten auf, die eine Vielzahl von Gestaltungsmöglichkeiten für die Endbearbeitung jeder Art von Projekt bieten.
- Verbessertes Wohlbefinden durch bessere Lichtnutzung, Belüftung...

#### 3.2 Hilfselemente

Die Stabilität und Widerstandsfähigkeit der freitragenden Fassade gegen horizontale Einwirkungen wird mit Halteankern und Tragankern gewährleistet, die bei freitragenden Fassaden eine tragende Funktion haben.

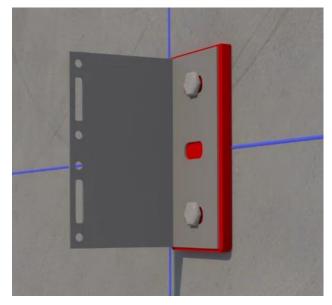
#### 3.2.1. Metallhalterungen

Die Metallhalterungen werden in abwechselnden Reihen auf jeder Seite des vertikalen Profils installiert. Es ist erforderlich, sowohl Festpunkt-Metallhalterungen (am oberen Ende jedes Profils) als auch Halterungen mit Gleitpunkt zu verwenden, um die Profilbewegung zu ermöglichen.



Metallhalterungen für hinterlüftete Fassaden mit sichtbaren Befestigungen. Quelle: CUPAPIZARRAS (<u>www.cupapizarras.com</u>).

Um die Dämmeigenschaften dieser Metallhalterungen zu verbessern, werden üblicherweise Neoprenstücke zwischen die Metallkonsolen und der Wand gelegt, auf dem die hinterlüftete Fassade montiert werden soll. Auf diese Weise wird die zwischen diesen beiden Oberflächen erzeugte Wärmebrücke unterbrochen.

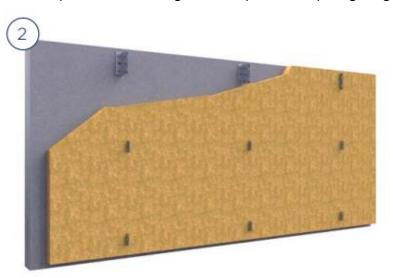


Thermische Trennlage bei hinterlüfteten Fassaden. Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

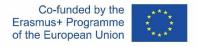
#### 3.2.2. Dämmung

Abhängig von den Anforderungen des Projekts und den örtlichen klimatischen Bedingungen des Bauwerks, wird die am besten geeignete Dämmung ausgewählt. Die Anweisungen des Herstellers für die Verlegung und Befestigung der Dämmstoffe sind stets zu beachten.

Auf dem Markt gibt es verschiedene Wärmedämmungen, die für hinterlüftete Fassaden geeignet sind. Art und Dicke der Dämmung müssen projektspezifisch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Faktoren (Gebäudeart, Lage und Exposition...) sorgfältig berechnet werden.



Wärmedämmung einer hinterlüfteten Fassade mit sichtbaren Befestigungen. QUELLE: CUPAPIZARRAS (www.cupapizarras.com).



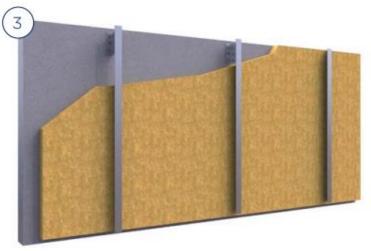
#### 3.2.3. Profile

Bei dieser Art von hinterlüfteter Fassade mit selbsttragender Struktur sind zwei Arten von Profilen erforderlich:

- "L"-förmige vertikale Profile: Diese Profile müssen einen freien Luftraum zwischen der Dämmung und dem Bekleidungsmaterial zulassen. Für eine optimale Luftzirkulation muss die Hinterlüftung:
  - einen offenen Bereich von mindestens 2 cm Breite zulassen;
  - sowohl einen ausreichende Belüftungseinlass als auch -auslass für eine Luftzirkulation gewährleisten. Zur Berechnung sind die Abmessungen der oberen und unteren Lüftungsöffnungen an der Bekleidung zu berücksichtigen (gemessen in cm² pro laufendem Meter Bekleidung). Sie sollten mindestens sein:

Building height (m)	Minimum surface for ventilation(cm²/ml)					
≤ 3m	50					
de 3 a 6m	65					
de 6 a 10m	80					
de 10 a 18m	100					
de 18 a 24m	115					

Im Sockelbereich der Bekleidung muss die Öffnung am Luftspalt mit einem Lochprofil und Insektenschutzgitter gesichert werden, um das Eindringen von Insekten und kleinen Säugetieren zu verhindern.



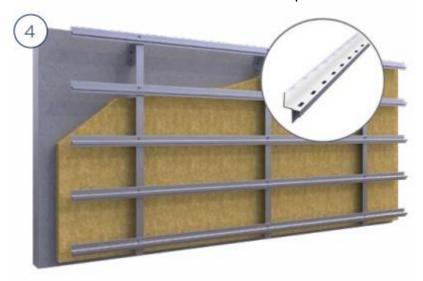
Vertikale Profile einer hinterlüfteten Fassade mit sichtbaren Befestigungen. QUELLE: CUPAPIZARRAS (www.cupapizarras.com).





Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Horizontal Profile: Diese Profile werden an den Vertikalprofilen mit einem Abstand befestigt, der von den Plattenabmessungen abhängt, z. B. bei einer Plattengröße von 60 x 30 cm sollte der Abstand zwischen den Horizontalprofilen 260 mm betragen.



Vertikale Profile einer hinterlüfteten Fassade mit sichtbaren Befestigungen. QUELLE: CUPAPIZARRAS (www.cupapizarras.com).

### 4. BAUVERFAHREN

# 4.1. Anordnung der Metallhalterungen

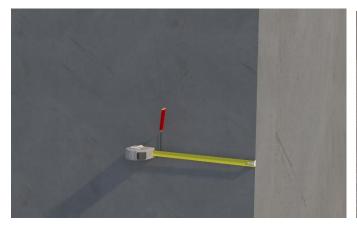
Vor der Montage der hinterlüfteten Fassade wird eine Vorstudie durchgeführt, in der auf Plänen die für jeden Einzelfall am besten geeignete Lösung vorgeschlagen wird: Steinart, Ausführung, Behandlung von Öffnungen, Verankerungssysteme usw.

Zu Beginn des Bauprozesses der hinterlüfteten Fassadenbekleidung werden die Metallkonsolen ausgelegt. Dazu wird eine Lasernivellierung verwendet und der Linienstreifen wird verwendet, um Markierungen auf dem Träger zu hinterlassen, auf dem die gesamte Tragkonstruktion der Fassade platziert wird. Bei dieser Anordnung wird die genaue Lage der Teile und die notwendige Profilierung nach den Plänen festgelegt.

Die Faktoren, die bei der Gestaltung eines Gebäudes zu berücksichtigen sind, sind die Ebenheit sowie die Tragfähigkeit des Untergrundes und der Befestigungen.



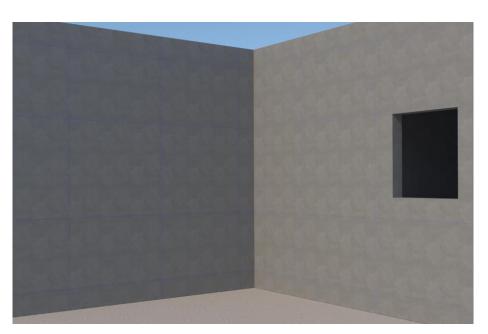












Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

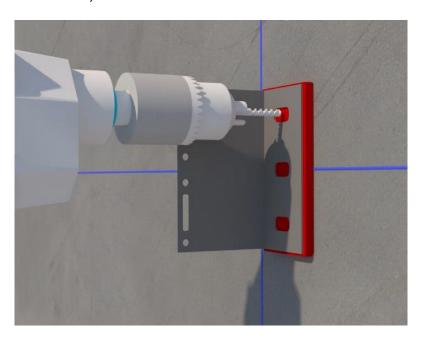


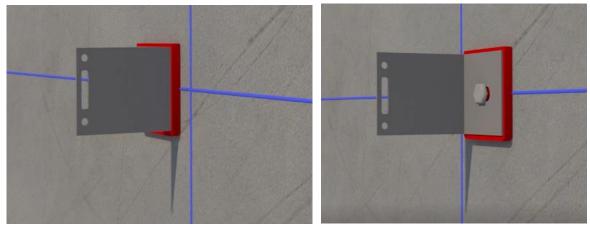




# 4.2. Fixierung der Metallhalterungen (Fest- und Gleitpunkte)

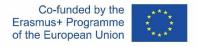
Die Metallkonsolen werden auf jeder Seite des vertikalen Profils versetzt montiert. Die Festpunkthalterungen (am oberen Ende jedes Profils) und die Gleitpunkthalterungen (damit sich das Profil frei ausdehnen kann) werden kombiniert.

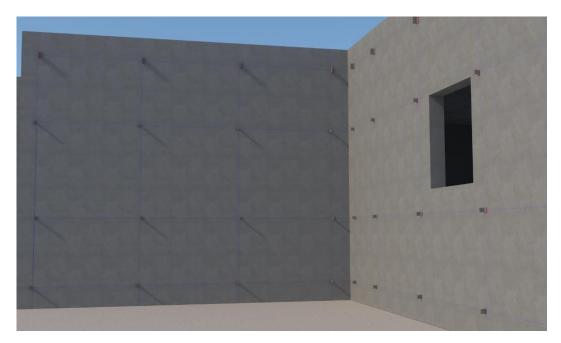




Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.







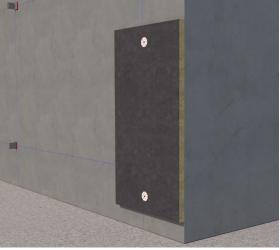
Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

### 4.3. Einbau und Befestigung der Wärmedämmung

Die Wahl der spezifischen Wärmedämmung für die hinterlüftete Fassade, die den Anforderungen des Projekts am besten entspricht, ist hierbei einer der wichtigsten Punkte, da dieses Element den Energieverbrauch des Gebäudes reduziert. Sie können von Steinwolle Polyurethanschaum variieren.

Die Wärmedämmung muss gemäß den nationalen Richtlinien und Empfehlungen des Herstellers mechanisch befestigt werden.





Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.



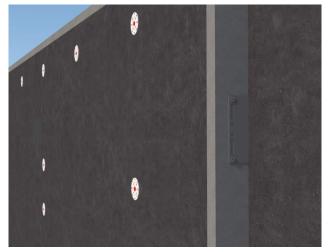


Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

#### 4.4. Fixierung der vertikalen Profile

Die vertikalen Profile werden so an den Metallhalterungen befestigt, dass ein belüfteter Luftspalt mit einer Mindestdicke von 2 cm gewährleistet ist. Um diesen Mindestabstand zu erreichen, müssen vorgeschriebene Abstandshalter verwendet werden.

Die vertikalen Profile müssen perfekt ausgerichtet werden, um die restlichen Komponenten des hinterlüfteten Fassadenbausystems aufzunehmen.





Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.



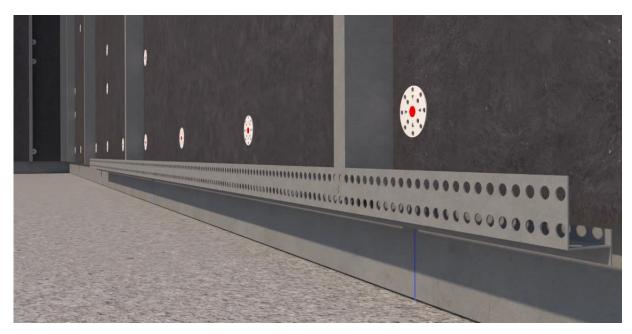




Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

# 4.5. Fixierung der Anfangsprofile

Das Anfangsprofil ist perforiert, um das Eindringen von Insekten und Kleinsäugern zu verhindern und wird im unteren Teil der Fassade (Sockel) montiert.



Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.



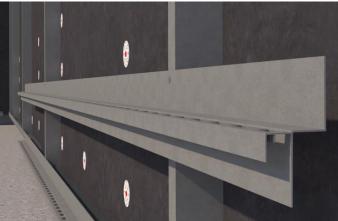


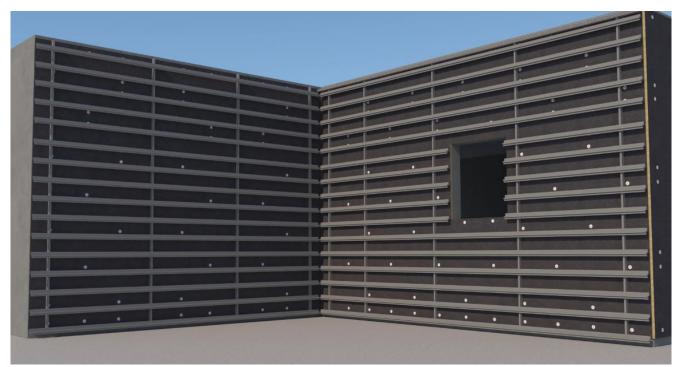
#### 4.6. Fixierung der horizontalen Profile

Nachdem die vertikalen Profile angebracht sind, werden die horizontalen Profile montiert und an jeder Kreuzung zu den vertikalen Profilen befestigt. Der Abstand zwischen den horizontalen Profilen beträgt 260 mm bei Platten oder Fliesen mit Abmessungen von 600 mm x 300 mm. Mit diesem Abstand wird eine gleichmäßige Überlappung der Natursteine gewährleistet.

Die horizontalen Profile müssen perfekt ausgerichtet sein, da ihre Position die endgültige Position der Platten bestimmt.







Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.



# 4.7. Montage der Abschlussplatten an Gebäudeecken und Öffnungen

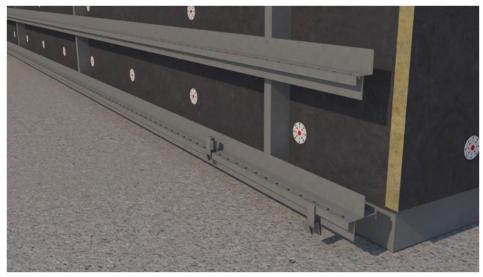
Danach werden die Abschlussplatten in allen Ecken und Öffnungen des Gebäudes installiert.



Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

# 4.8. Fixierung der Plattenhalterungen

Die Plattenhalter der Platten werden in die vorhandenen Schlitze der Horizontalprofile eingebracht und verklemmen die Platten.



Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.







#### 4.9. Versetzen der Platten

Jeder Natursteinplatte wird von den zwei unteren Clips getragen und von den anderen beiden oberen Clips gehalten. Nach dem Verlegen der ersten Reihe ist bis zur Fertigstellung des gesamten Tragwerks in gleicher Weise vorzugehen.







Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.



Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

#### 4.10. Verschraubung der letzten Reihe

Um die Stabilität der letzten Plattenreihe zu gewährleisten, werden alle Platten im gleichen Abstand zu den unteren Clips verschraubt. Bei oberen Fugen mit Dachrinnen oder Abdeckungen wird ein spezielles Profil verwendet, auf dem die Natursteinplatten abgestützt und mit zwei selbstbohrenden Schrauben oder zwei Nieten befestigt werden.

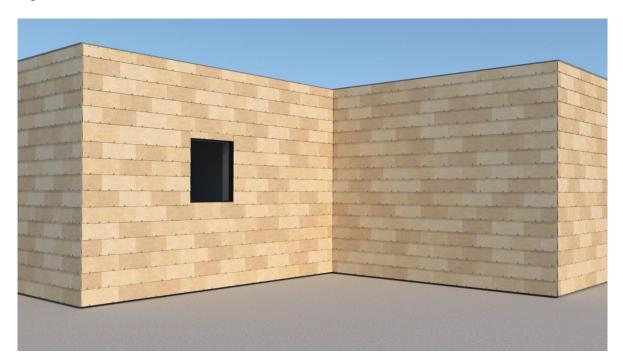


Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.



# 4.11. Schließen der Öffnungen (Fenster und Türen)

Abschließend werden die Öffnungen an Fenster- und Türen mit den speziellen Profilen für diese Details geschlossen.





Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.





# 5. ZUSAMMENFASSUNG: EINZELSCHRITTE FÜR DEN KONSTRUKTIONSPROZESS

Nachfolgend ist das Bauverfahren einer hinterlüfteten Außenwandbekleidung zusammengefasst:

- 1. Anordnung der Metallhalterung.
- 2. Fixierung der Metallhalterung (Gleit- und Festpunkt)
- 3. Einbau und Befestigung der Wärmedämmung.
- 4. Fixierung der vertikalen Profile.
- 5. Fixierierung der Anfangsprofile.
- 6. Fixierung der horizontalen Profile.
- 7. Montage der Abschlussplatten an Gebäudeecken und Öffnungen.
- 8. Fixierung der Plattenhalterungen.
- 9. Versetzen der Platten.
- 10. Verschraubung der letzten Reihe.
- 11. Schließen der Öffnungen (Fenster und Türen)

## 6. REFERENZEN

- 1. BIMstone-Projekt Webseite. www.bimstoneproject.eu/bimstone-products
- 2. CUPAPIZARRAS Webseite. www.cupapizarras.com
- 3. Tiles and Slabs from natural stone EURO-ROC. Environmental Product Declaration. IBU Institut Bauen und Umwelt e.V. https://epd-online.com
- 4. Video "03. Ventilated facades construction process" von BIMstone Projekt. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=dF2IPxRojLU">https://www.youtube.com/watch?v=dF2IPxRojLU</a>