REPORT 1.2.2

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

BAUVERFAHREN FÜR GENEIGTE MARMOR- UND GRANITDÄCHER

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. EINFÜHRUNG 3
2. UMWELTERWÄGUNGEN 4
3. KONSTRUKTIVE ERWÄGUNGEN 6
3.1 Hilfselemente 7
3.1.1. Metallhalterungen 7
3.1.2. Profile 7
3.1.3. Dämmung 8
4. BAUVERFAHREN 9
4.1. Verlegung der Abdichtungsbahnen 9
4.2. Anordnung der Metallhalterungen 10
4.3. Fixierung der Metallhalterungen 10
4.4. Fixierung der vertikalen Profile 11
4.5. Fixierung der horizontalen Profile 12
4.6. Fixierung der Halterungen der Natursteinplatten 13
4.7. Verlegung der Natursteinplatten auf dem Dach 13
4.8. Verlegung der Rinnensteine 14
4.9. Fertigstellung der Montage 16
5. ZUSAMMENFASSUNG: EINZELSCHRITTE FÜR DEN KONSTRUKTIONSPROZESS 16
6. REFERENZEN 17

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)

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 Natursteinprodukte zu definieren und zusammenzustellen.

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

Dieser Vorbildverfahrens-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 Konstruktion eines geneigten Daches aus Marmor oder Granit und beschreibt detailliert einige ihrer konstruktiven und ökologischen Eigenschaften sowie das zu befolgende Bauverfahren, um ein optimales Ergebnis zu erreichen.

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)

2. UMWELTERWÄGUNGEN

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

Die EPD "***Fassaden- und Wandplatten aus Jura Kalkstein***" beinhaltet Naturstein-Produkte, deren Hauptfunktion dekorative Zwecke sind und zur Bekleidung von Innen- und Außenflächen wie Böden, Wände, Fassaden, Treppen usw. verwendet werden. Sie wurde geprüft und veröffentlicht bei https://ibu-epd.com.

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

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT)																
Produktionsstadium			Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium							Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport vom Hersteller zum Verwendungsort	Montage	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	**B7**	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**D**
X	X	X	X	MND	MND	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	MND

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

Diese EPD wurde gemäß den Normen EN 15804 und EN ISO 14025 und den Product Category Rules (PCR) für Marmor- und Kalksteinplatten im Hochbau entwickelt und verifiziert.

Die EPD-Funktionseinheit ist definiert für 1 Tonne Naturstein (entspricht 12,82 m², 30 mm dick). 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 anzuwendenden Parameter (Umrechnungsfaktoren), um die funktionale Einheit von einer Tonne Natursteine auf einen Quadratmeter Fassade umzuwandeln.

Faktoren zur Kalkulation von Ergebnissen verschiedener Dicken:

Parameter	1t (entspricht 19,23 m² mit 20mm Dicke)	1t (entspricht 12,82 m² mit 30mm Dicke)	1t (entspricht 9,62 m² mit 40mm Dicke)
GWP	1,29	1,00	0,85
ODP	1,37	1,00	0,81
AP	1,18	1,00	0,90
EP	1,19	1,00	0,90
POCP	1,27	1,00	0,86
ADPE	1,41	1,00	0,78
ADPF	1,31	1,00	0,85
PERT	1,36	1,00	0,79
PENRT	1,31	1,00	0,84

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

Ergebnisse der Ökobilanz – Umweltauswirkungen:

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 t Fassaden- und Wandplatten aus Naturstein (entspricht 12,82 m², Dicke 30 mm)

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	B2	C4
Globales Erwärmungspotenzial	[kg CO_2-Äq.]	59,90	4,73	0,04	16,14
Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht	[kg CFC11-Äq.]	6,33E-11	6,00E-13	2,21E-9	1,52E-11
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	[kg SO_2-Äq.]	1,80E-1	1,96E-2	9,75E-5	9,54E-2
Eutrophierungspotenzial	[kg $(PO_4)^{3-}$-Äq.]	2,72E-2	4,84E-3	6,26E-5	1,30E-2
Bildungspotential für troposphärisches Ozon	[kg Ethen-Äq.]	1,25E-2	-7,24E-3	2,47E-5	7,51E-3
Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen	[kg Sb-Äq.]	8,61E-5	4,92E-7	-6,13E-9	5,79E-6
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe	[MJ]	842,44	64,26	0,59	208,74

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 t Fassaden- und Wandplatten aus Naturstein (entspricht 12,82 m², Dicke 30 mm)

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	B2	C4
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	1188,26	4,25	0,15	25,24
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00
Total erneuerbare Primärenergie	[MJ]	1188,26	4,25	0,15	25,24
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	850,92	64,45	0,61	216,11
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	14,29	0,00	0,00	0,00
Total nicht erneuerbare Primärenergie	[MJ]	865,22	64,45	0,61	216,11
Einsatz von Sekundärstoffen	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00
Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00
Einsatz von Süßwasserressourcen	[m³]	2,02	0,00	0,01	0,04

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 t Fassaden- und Wandplatten aus Naturstein (entspricht 12,82 m², Dicke 30 mm)

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	B2	C4
Gefährlicher Abfall zur Deponie	[kg]	1,32E-5	4,06E-6	1,12E-5	3,42E-6
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	[kg]	1,35E+3	4,70E-3	8,28E-3	1,00E+3
Entsorgter radioaktiver Abfall	[kg]	9,03E-3	7,40E-5	5,89E-6	2,92E-3
Komponenten für die Wiederverwendung	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00
Stoffe zum Recycling	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00
Stoffe für die Energierückgewinnung	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00
Exportierte elektrische Energie	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00
Exportierte thermische Energie	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00

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

3. KONSTRUKTIVE ERWÄGUNGEN

Die Dacheindeckung mit Platten aus Naturstein setzt eine wasserundurchlässige Unterkonstruktion voraus, da die Natursteinplatten nicht vollständig wasserdicht sind und insbesondere über die Fugen Regenwasser unterhalb der Natursteinplatten gelangen kann.

Die Dachbekleidung mit Natursteinplatten ist unabhängig von der vorhandenen Dachkonstruktion, jedoch ist das Eigengewicht der Natursteinplatten und Unterkonstruktion beim statischen Nachweis der Dachkonstruktion und des Gebäudes zu berücksichtigen.
Im Regelfall wird auf der Dachkonstruktion aus Stahlbeton oder Holzbalken mit Brettschalung eine Abdichtungsbahn mit überlappenden Stößen aufgebracht.

Auf der Abdichtung werden Tragprofile zur Abstützung der vertikale Schienenprofile im statisch erforderlichen Abstand angebracht. Bei den Durchbohrungen der Abdichtungsbahn ist darauf zu achten, dass eine wasserdichte Befestigung hergestellt wird (beispielsweise mit Beilagscheiben aus Gummi). Auf den vertikalen Schienenprofilen werden horizontale Schienenprofile im Abstand der Breite der Natursteinplatten verschraubt. Auf den horizontale Schienenprofile werden die Haltewinkel für die Natursteinplatten in Abhängigkeit von den Plattenlängen montiert. Auf diese Unterkonstruktion werden die Natursteinplatten montiert. Bei sehr hohen Windlasten kann eine zusätzlich mechanische Lagesicherung der Natursteinplatten erforderlich sein.
Bei allen metallischen Befestigungselementen ist der erforderliche Korrosionsschutz zu beachten.

Die jeweils erforderlichen Hilfselemente sowie deren Dimensionierung und Anordnung sind auf der Grundlage einer statischen Berechnung zu ermitteln.

Mit dem selbsttragenden Dachkonstruktionssystem erweitern freiliegende Natursteine ihren Anwendungsbereich und können sowohl im Wohn- oder Bürogebäude mit Platten mit kleineren geometrischen Abmessungen als auch im Industrie- oder Gewerbebau mit Platten mit großen Abmessungen verwendet werden.

Neben dem guten statischen Verhalten weist diese Dacheindeckung aus funktionaler Sicht ein hervorragendes hygrothermisches Verhalten auf, da sie eine durchgehende Luftkammer und eine durchgehende Wärmedämmung vor der Konstruktion ermöglicht und somit Wärmebrücken im Dach vermeidet.
Der Wegfall der Kältebrücken 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.

Ebenso ermöglichen selbsttragende Dacheindeckungen mit Naturstein, sofern es die Anforderungen an die Dichtigkeit erforderlich machen, die Belüftung der Luftspalte, wodurch ein optimiertes Dach mit den Vorteilen eines belüfteten Daches (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.).

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)

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

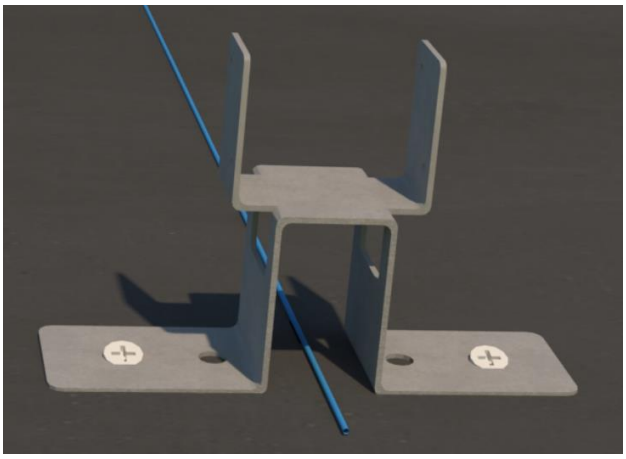
Darüber hinaus ermöglicht dieses Konstruktionssystem eine perfekte Fügung und Ebenheit der Außenhaut der Fassade und Dachfläche, unabhängig von geometrischen Abweichungen der tragenden Struktur, sowie eine Homogenität in der Farbgebung der Bekleidung.

3.1 Hilfselemente

Die Stabilität und Widerstandsfähigkeit des selbsttragenden Daches gegen horizontale und vertikale Einwirkungen wird mit Ankern und Metallhalterungen gewährleistet, die bei selbsttragenden Dacheindeckungen eine tragende Funktion haben.

3.1.1. Metallhalterungen

Die Metallhalterungen werden installiert, um das vertikale Profil auf zwei Seiten zu stützen. Es ist erforderlich, sowohl Festpunkt-Metallhalterungen (am oberen Ende jedes Profils) als auch Halterungen mit Gleitpunkt zu verwenden, um die Profilbewegung zu ermöglichen.

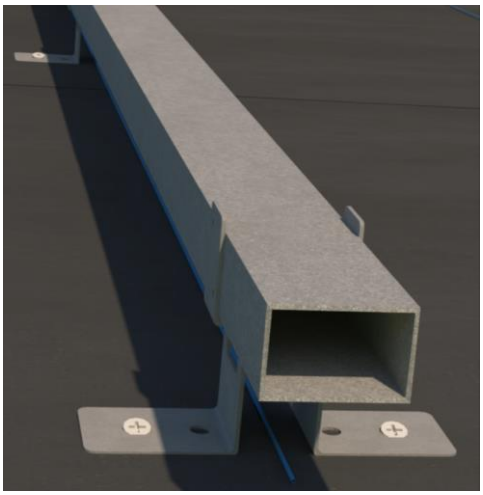


Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

3.1.2. Profile

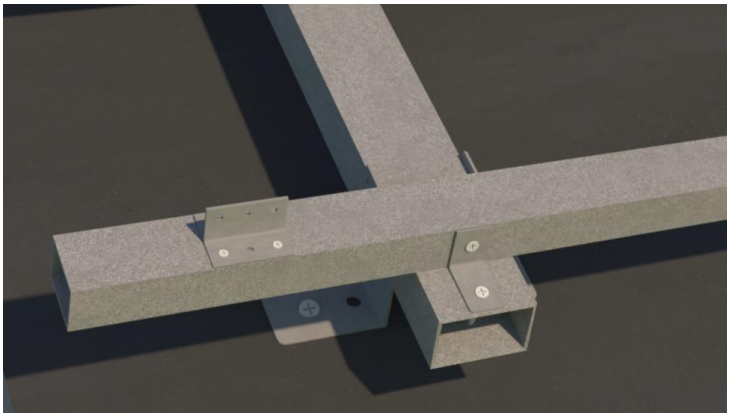
Bei dieser Art von hinterlüfteter Bekleidung mit selbsttragender Struktur sind zwei Arten von Profilen erforderlich:

- Vertikale Profile: Diese Profile müssen einen Luftraum zwischen der Dämmung und dem Bekleidungsmaterial zulassen. Für eine optimale Luftzirkulation muss der Hohlraum in den schmalsten Bereichen mindestens 2 cm Breite sein.



Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

- Horizontalprofile: Diese Profile werden auf den Vertikalprofilen mit einem Abstand befestigt, der von den Abmessungen der Natursteinplatten und der Dicke des Befestigungswinkels und einem Bewegungsspalt von min. 2 mm bestimmt wird. Wenn die Platten beispielsweise 60 x 30 cm groß sind und der Befestigungswinkel 3 mm dick ist, muss das Achsmaß zwischen den Profilen 305 mm (= 300 + 3 + 2) betragen.



Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

3.1.3. Dämmung

Abhängig von den Anforderungen des Projekts und den örtlichen klimatischen Bedingungen des Bauwerks, wird die am besten geeignete Dämmung ausgewählt. Die Wärmedämmung wird unter der Dachschalung und der Abdichtungsbahn eingebaut.

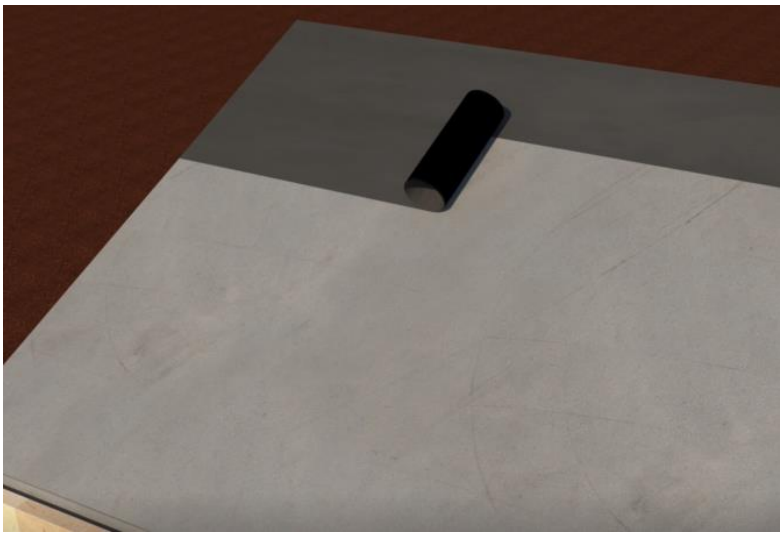
Auf dem Markt gibt es verschiedene Dämmarten, die für hinterlüftete Fassaden geeignet sind. Art und Dicke der Dämmung müssen projektspezifisch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Faktoren (Gebäudeart, Lage und Exposition…) sorgfältig berechnet werden.

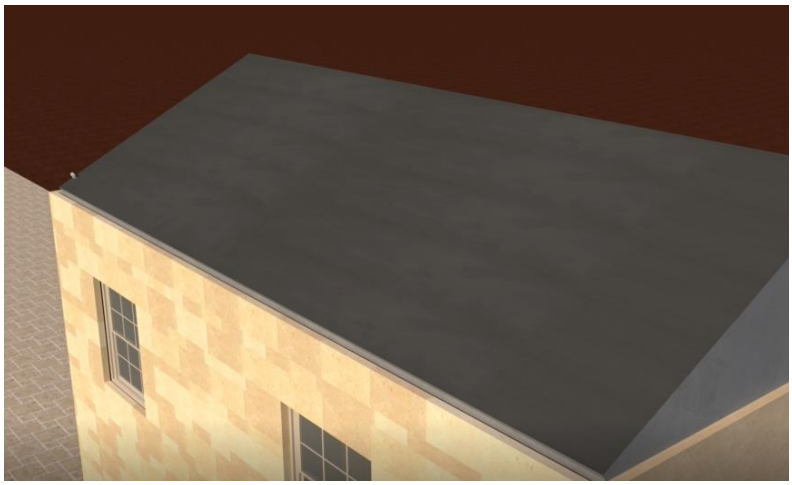
4. BAUVERFAHREN

4.1. Verlegung der Abdichtungsbahnen

Der erste Schritt zu einem wasserdichten Dach besteht darin, die Abdichtungsschicht zu verlegen, um das Eindringen von Wasser oder Feuchtigkeit in das Gebäude (Leckagen) zu verhindern.

Um die Verlegung dieser Abdichtung zu optimieren, wird von oben nach unten und von links nach rechts mit geringen Überlappungen zu den angrenzenden Schichten gearbeitet, um sicherzustellen, dass es keine Lücken in der Abdichtung gibt. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis die gesamte Oberfläche vollständig bedeckt ist.

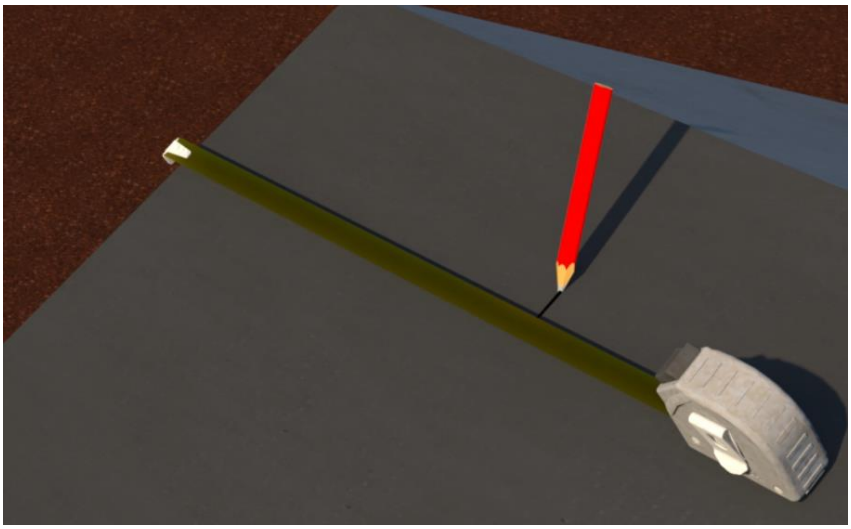
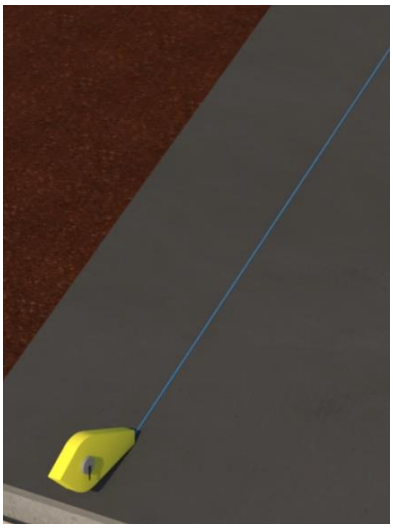




Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

4.2. Anordnung der Metallhalterungen

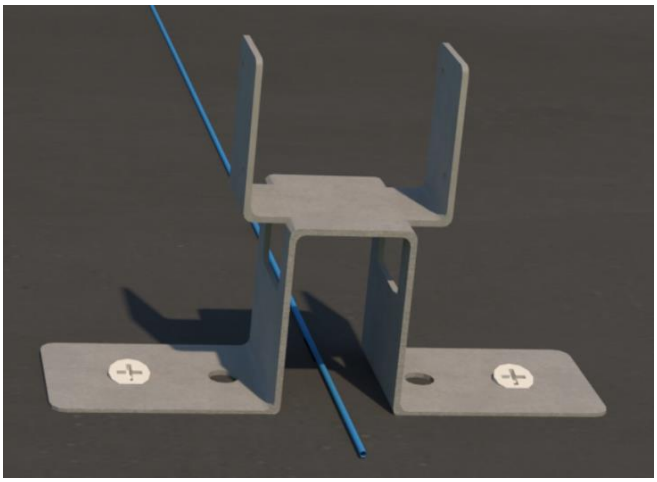
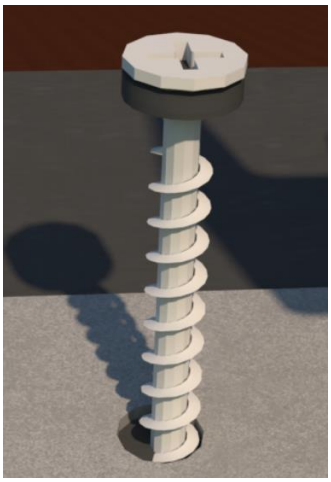
Zu Beginn des Bauprozesses des hinterlüfteten Daches werden die Metallhalterungen auf der wasserdichten Abdichtung ausgerichtet. Dazu wird ein Lineal oder eine Lasernivellierung verwendet und ein Linienstreifen wird verwendet, um Markierungen auf der Unterlage zu hinterlassen, auf der die gesamte Dachtragkonstruktion platziert wird. Bei dieser Anordnung wird die genaue Position der benötigten Profile nach den Plänen festgelegt.

Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

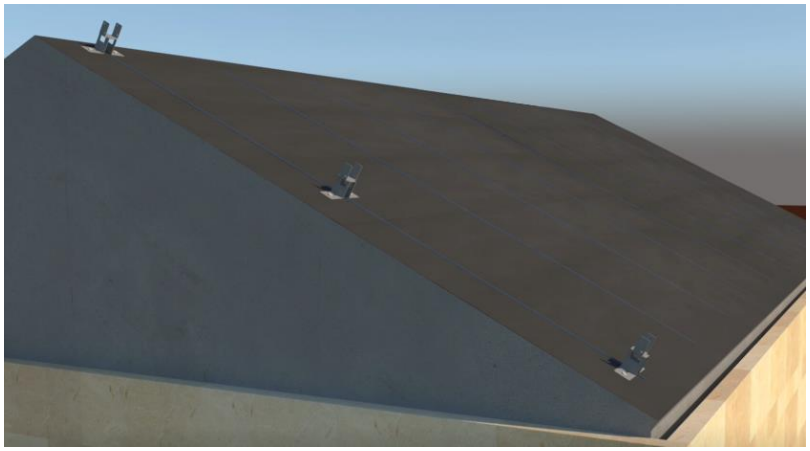
4.3. Fixierung der Metallhalterungen

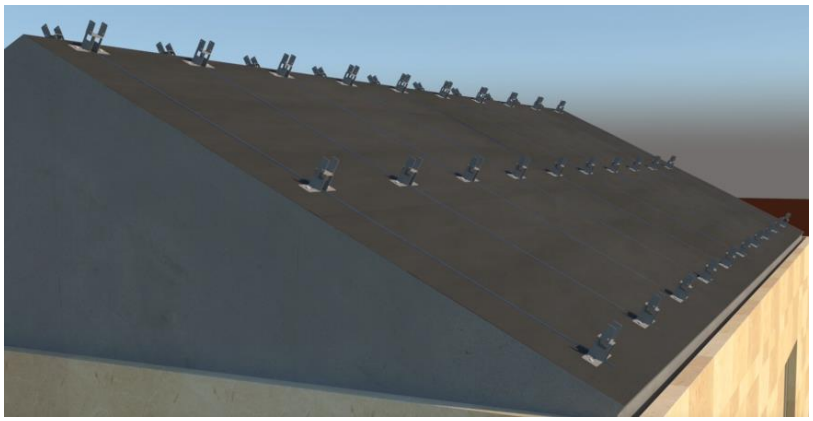
Die Metallhalterungen werden gestaffelt montiert, um das vertikale Profil zu stützen. Die Maße der Metallhalterungen und der Befestigungsabstand sind einer statischen Berechnung zu entnehmen. Zur Befestigung dieser Metallhalterungen sollten Schrauben mit Dichtungen verwendet werden. Die Dichtringe der Schrauben dient als Abdichtung im Bereich des durch die Schraube erzeugten Lochs.

Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

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)



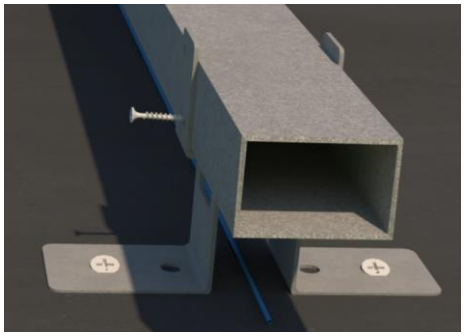


Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

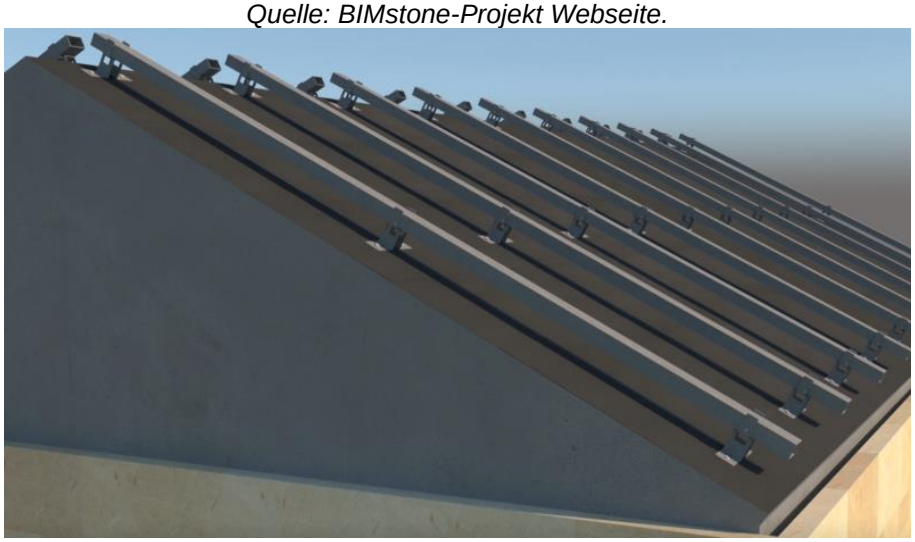
4.4. Fixierung der vertikalen Profile

Die vertikalen Profile werden so an den Metallhalterungen befestigt, dass eine belüftete Luftzone mit einer Mindestdicke von 2 cm gewährleistet ist. Bei der Befestigung (Festpunkt und Gleitpunkt) ist die mögliche Wärmeausdehnung der Profile zu berücksichtigen.

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



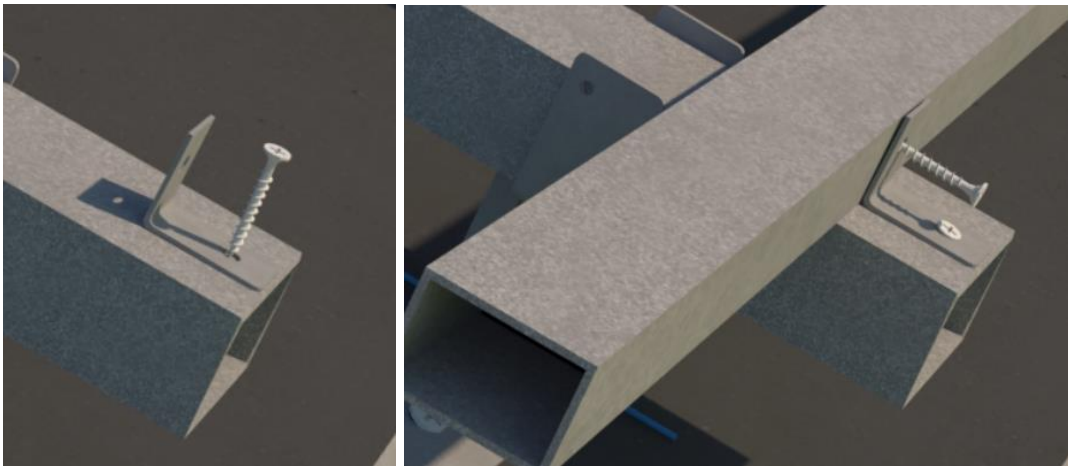
Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.



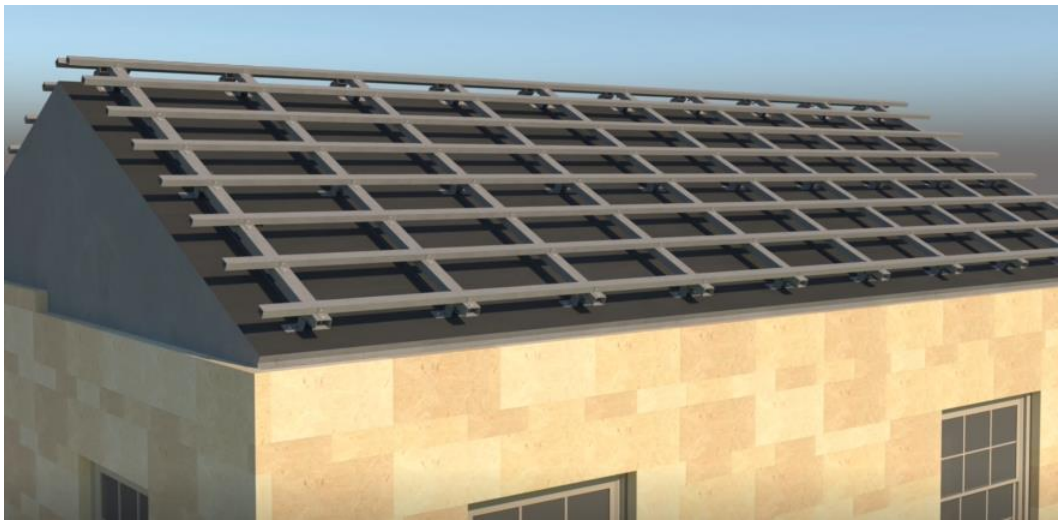
Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

4.5. Fixierung der horizontalen Profile

Sobald die vertikalen Profile angebracht sind, werden die horizontalen Profile installiert und an jeder Kreuzung zu den vertikalen Profilen befestigt. Der Abstand zwischen den horizontalen Profilen beträgt für Natursteinplatten mit Abmessungen von 600 x 300 mm jeweils 305 mm, unter Berücksichtigung der Dicke des Befestigungswinkels (z.B. 3 mm) und einem Bewegungsspalt von min. 2 mm.
Die horizontalen Profile müssen perfekt eben sein, da ihre Position die endgültige Position der Natursteinplatten bestimmt.



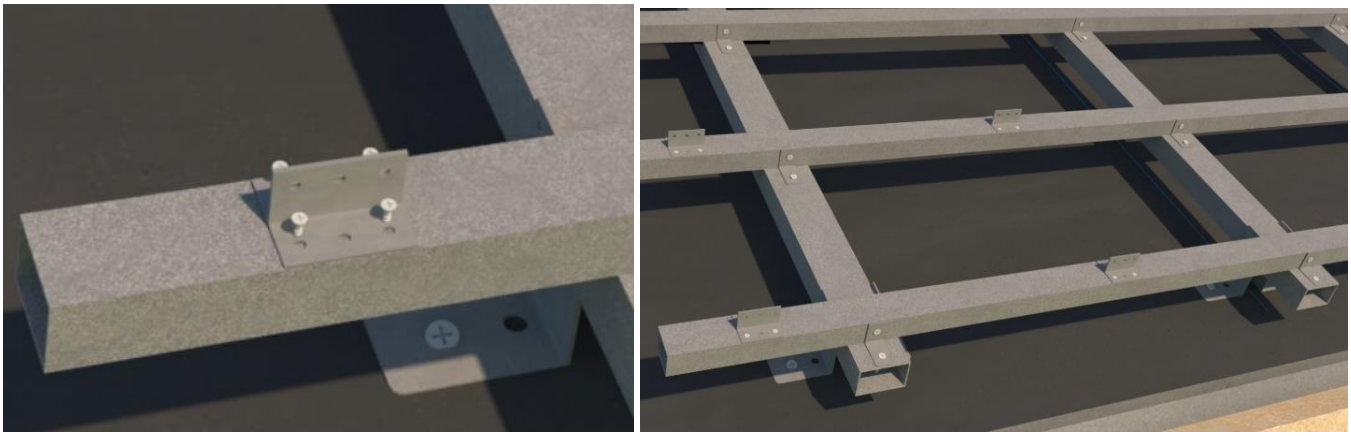
Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.



Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

4.6. Fixierung der Halterungen der Natursteinplatten

Sobald die horizontalen Profile angebracht sind, werden die Befestigungswinkel montiert, um die Natursteinplatten zu halten. Es werden mindestens zwei Befestigungen pro Platte verlangt. Bei sehr langen Platten werden drei oder mehr Befestigungen empfohlen.



Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

4.7. Verlegung der Natursteinplatten auf dem Dach

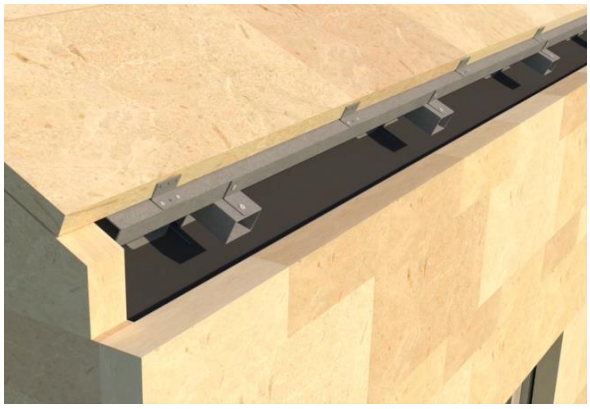
Danach werden die abschließenden Natursteinplatten auf dem Dach montiert. Gegebenenfalls sind die Natursteinplatten gegen Windsog zu sichern.

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)

Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

4.8. Verlegung der Rinnensteine

An der Dachtraufe wird ein spezielles Natursteinformstück angebracht, um die Lücke zwischen Wand und Dach zu schließen. Es wird empfohlen, einen Naturstein mit Rinnenprofil zu verwenden, um das Regenwasser aufzufangen und in ein innenliegendes Fallrohr abzuleiten.



Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

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)

Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

4.9. Fertigstellung der Montage

Wiederholen Sie die in den vorherigen Schritten angegebenen Prozesse, bis die gesamte Oberfläche des Daches und seiner Kanten mit den Spezialbauteilen geschlossen ist. Somit wird die Verlegung des hinterlüfteten Daches mit Natursteinplatten abgeschlossen.

Quelle: BIMstone-Projekt Webseite.

5. ZUSAMMENFASSUNG: EINZELSCHRITTE FÜR DEN KONSTRUKTIONSPROZESS

Nachfolgend ist das Bauverfahren einer selbsttragenden hinterlüfteten Dacheindeckung zusammengefasst:

1. Verlegung der Abdichtung.
2. Anordnung der Metallhalterungen.
3. Fixierung der Metallhalterungen.
4. Fixierung der vertikalen Profile.
5. Fixierung der horizontalen Profile.
6. Fixierung der Konsolen für Natursteinplatten.
7. Verlegen der Natursteinplatten auf dem Dach.
8. Platzieren des Traufsteins.
9. Abschluss der Montage.

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)

6. REFERENZEN

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

2. EPD “Fassaden- und Wandplatten aus Jura Kalkstein”. Franken-Schotter GmbH & Co. KG. Environmental Product Declaration. IBU – Institut Bauen und Umwelt e.V. https://epd-online.com/EmbeddedEpdList/Download/10098

3. Video “02. Marble or granite inclined roofs construction process” von BIMstone Projekt. https://www.youtube.com/watch?v=pQHL5ak0uHw