SENTINEL HOLDING
INSTITUT

SHI-PRODUKTPASS

Produkte finden - Gebäude zertifizieren

SHI-Produktpass-Nr.:

12018-10-1015

ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

Warengruppe: Lehmbau - Putze / Mörtel

ClayTec®
Lehm in Bestform.

CLAYTEC GmbH & Co. KG
Nettetaler Str. 113
41751 Viersen

Produktqualitäten:

- SHI-Produkt bewertung 2024 ✓
- QNG Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude ✓
- DGNB NEUBAU 2023.2 ✓
- DGNB NEUBAU 2023 ✓
- DGNB NEUBAU 2018 ✓
- BNB-BN NEUBAU V2015 ✓
- EU-TAXONOMIE ✓
- BREEAM DE NEUBAU 2018 ✓
- LEED v4.1 (outside US) ✓

GEPRÜFT NACHHALTIGES PRODUKT
SHI PRODUKT PASS
SENTINEL HOLDING INSTITUT
www.sentinel-holding.eu/pruefkriterien

Köttner
Helmut Köttner
Wissenschaftlicher Leiter
Freiburg, den 02.09.2026

ClayTec
Lehm in Bestform.

Inhalt

SHI-Produktbewertung 2024	1
QNG - Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude	2
DGNB Neubau 2023.2	3
DGNB Neubau 2023	4
DGNB Neubau 2018	5
BNB-BN Neubau V2015	6
EU-Taxonomie	7
BREEAM DE Neubau 2018	8
LEED v4.1	9
Produktsiegel	10
Rechtliche Hinweise	11
Technisches Datenblatt/Anhänge	12

Wir sind stolz darauf, dass die SHI-Datenbank, die erste und einzige Datenbank für Bauprodukte ist, die ihre umfassenden Prozesse sowie die Aktualität regelmäßig von dem unabhängigen Prüfunternehmen SGS-TÜV Saar überprüfen lässt.

SGS

SGS TÜV SAAR

SENTINEL HOLDING
INSTITUT

Produkt:
ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

SHI Produktpass-Nr.:
12018-10-1015

ClayTec
Lehm in Bestform.

SHI-Produktbewertung 2024

Seit 2008 etabliert die Sentinel Holding Institut GmbH (SHI) einen einzigartigen Standard für schadstoffgeprüfte Produkte. Experten führen unabhängige Produktprüfungen nach klaren und transparenten Kriterien durch. Zusätzlich überprüft das unabhängige Prüfunternehmen SGS-TÜV Saar regelmäßig die Prozesse und Aktualität.

Kriterium	Produktkategorie	Schadstoffgrenzwert	Bewertung
SHI-Produktbewertung	Anstrich- und Beschichtungsstoffe	TVOC ≤ 300 µg/m^3 Formaldehyd ≤ 24 µg/m^3	Schadstoffgeprüft
Gültig bis: 31.01.2027			

SENTINEL HOLDING
INSTITUT

Produkt:
ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

SHI Produktpass-Nr.:
12018-10-1015

ClayTec
Lehm in Bestform.

QNG - Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude

Das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude, entwickelt durch das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB), legt Anforderungen an die ökologische, soziokulturelle und ökonomische Qualität von Gebäuden fest. Das Sentinel Holding Institut prüft Bauprodukte gemäß den QNG-Anforderungen für eine Zertifizierung und vergibt das QNG-ready Siegel. Das Einhalten des QNG-Standards ist Voraussetzung für den KfW-Förderkredit. Für bestimmte Produktgruppen hat das QNG derzeit keine spezifischen Anforderungen definiert. Diese Produkte sind als nicht bewertungsrelevant eingestuft, können jedoch in QNG-Projekten genutzt werden.

Kriterium	Pos. / Bauproduktgruppe	Betrachtete Stoffe	QNG Freigabe
3.1.3 Schadstoffvermeidung in Baumaterialien			QNG-ready nicht bewertungsrelevant

Produkt:
ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

SHI Produktpass-Nr.:
12018-10-1015

ClayTec
Lehm in Bestform.

DGNB Neubau 2023.2

Kriterium	Pos. / Relevante Bauteile / Bau-Materialien / Flächen	Betrachtete Stoffe / Aspekte	Qualitätsstufe
ENV 1.2 Risiken für die lokale Umwelt			nicht bewertungsrelevant

SENTINEL HOLDING
INSTITUT

Produkt:
ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

SHI Produktpass-Nr.:
12018-10-1015

ClayTec
Lehm in Bestform.

DGNB Neubau 2023

Das DGNB-System (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) bewertet die Nachhaltigkeit von Gebäuden verschiedener Art. Das System ist sowohl anwendbar für private und gewerbliche Großprojekte als auch für kleinere Wohngebäude. Die Version 2023 setzt hohe Standards für ökologische, ökonomische, soziokulturelle und funktionale Aspekte während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes.

Kriterium	Pos. / Relevante Bauteile / Bau-Materialien / Flächen	Betrachtete Stoffe / Aspekte	Qualitätsstufe
ENV 1.2 Risiken für die lokale Umwelt, 03.05.2024 (3. Auflage)			nicht bewertungsrelevant

Kriterium	Pos. / Relevante Bauteile / Bau-Materialien / Flächen	Betrachtete Stoffe / Aspekte	Qualitätsstufe
ENV 1.2 Risiken für die lokale Umwelt, 29.05.2025 (4. Auflage)			nicht bewertungsrelevant

SENTINEL HOLDING
INSTITUT

Produkt:
ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

SHI Produktpass-Nr.:
12018-10-1015

ClayTec
Lehm in Bestform.

DGNB Neubau 2018

Das DGNB-System (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) bewertet die Nachhaltigkeit von Gebäuden verschiedener Art. Das System ist sowohl anwendbar für private und gewerbliche Großprojekte als auch für kleinere Wohngebäude.

Kriterium	Pos. / Relevante Bauteile / Bau-Materialien / Flächen	Betrachtete Stoffe / Aspekte	Qualitätsstufe
ENV 1.2 Risiken für die lokale Umwelt			nicht bewertungsrelevant

SENTINEL HOLDING
INSTITUT

Produkt:
ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

SHI Produktpass-Nr.:
12018-10-1015

ClayTec
Lehm in Bestform.

BNB-BN Neubau V2015

Das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen ist ein Instrument zur Bewertung von Büro- und Verwaltungsgebäuden, Unterrichtsgebäuden, Laborgebäuden sowie Außenanlagen in Deutschland. Das BNB wurde vom damaligen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) entwickelt und unterliegt heute dem Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen.

Kriterium	Pos. / Bauprodukttyp	Betrachtete Schadstoffgruppe	Qualitätsniveau
1.1.6 Risiken für die lokale Umwelt			nicht bewertungsrelevant

SENTINEL HOLDING
INSTITUT

Produkt:
ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

SHI Produktpass-Nr.:
12018-10-1015

ClayTec
Lehm in Bestform.

EU-Taxonomie

Die EU-Taxonomie klassifiziert wirtschaftliche Aktivitäten und Produkte nach ihren Umweltauswirkungen. Auf der Produktebene gibt es gemäß der EU-Verordnung klare Anforderungen zu Formaldehyd und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Die Sentinel Holding Institut GmbH kennzeichnet qualifizierte Produkte, die diesen Standard erfüllen.

Kriterium	Produkttyp	Betrachtete Stoffe	Bewertung
DNSH - Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung	Sonstige	Stoffe nach Anlage C	Erfüllt
Nachweis: eco-Institut Zertifikat Nr. 0117-11340-002 vom 04.09.2025			

SENTINEL HOLDING
INSTITUT

Produkt:
ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

SHI Produktpass-Nr.:
12018-10-1015

ClayTec
Lehm in Bestform.

BREEAM DE Neubau 2018

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) ist ein britisches Gebäudebewertungssystem, welches die Nachhaltigkeit von Neubauten, Sanierungsprojekten und Umbauten einstuft. Das Bewertungssystem wurde vom Building Research Establishment (BRE) entwickelt und zielt darauf ab, ökologische, ökonomische und soziale Auswirkungen von Gebäuden zu bewerten und zu verbessern.

Kriterium	Produktkategorie	Betrachtete Stoffe	Qualitätsstufe
Hea 02 Qualität der Innenraumluft			nicht bewertungsrelevant

Produkt:
ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

SHI Produktpass-Nr.:
12018-10-1015

ClayTec
Lehm in Bestform.

LEED v4.1

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ist ein international anerkanntes Gebäudezertifizierungssystem des U.S. Green Building Council. Es zählt zu den weltweit am weitesten verbreiteten Nachhaltigkeitsstandards für Gebäude und wird insbesondere bei international ausgerichteten Projekten eingesetzt. LEED bewertet Gebäude ganzheitlich in Kategorien wie Energieeffizienz, Ressourcenschonung, Materialauswahl, Innenraumqualität und Standortqualität. Je nach erreichter Punktzahl werden die Zertifizierungsstufen LEED Certified, Silver, Gold oder Platinum vergeben.

Kriterium	Produktkategorie	Betrachtete Stoffe	Bewertung
EQ Credit: Low-Emitting Materials	Farben und Lacke	Emissionen: Formaldehyd, VOC, Krebserregende Stoffe, VOC-Gehalt	Erfüllt
Nachweis: Gutachten des eco-INSTITUTs vom 01.09.2025 (Nr. 59942-A001-A007-eIL-G)			

SENTINEL HOLDING
INSTITUT

Produkt:
ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

SHI Produktpass-Nr.:
12018-10-1015

ClayTec
Lehm in Bestform.

Produktsiegel

In der Baubranche spielt die Auswahl qualitativ hochwertiger Materialien eine zentrale Rolle für die Gesundheit in Gebäuden und deren Nachhaltigkeit. Produktlabels und Zertifikate bieten Orientierung, um diesen Anforderungen gerecht zu werden. Allerdings besitzt jedes Zertifikat und Label eigene Prüfkriterien, die genau betrachtet werden sollten, um sicherzustellen, dass sie den spezifischen Bedürfnissen eines Bauvorhabens entsprechen.

Dachverband Lehm e.V.

Der Dachverband Lehm e. V. ist die zentrale Fachinstitution für den Lehmbau in Deutschland. Er entwickelt technische Regeln und Bewertungsverfahren für Lehmbaustoffe auf Grundlage international anerkannter Standards wie ISO 14025 und EN 15804. Diese Normen legen die methodischen Anforderungen für die Erstellung von Umweltproduktdeklarationen (EPD) fest und gewährleisten eine einheitliche, nachvollziehbare Bewertung der Umweltwirkungen von Bauprodukten.

eco INSTITUT
TESTED PRODUCT
ID 0808 - 47110 - 001

Das private eco-INSTITUT zeichnet mit hoher Sorgfalt, strengen Prüfkriterien und exakt dokumentierten Zertifizierungsbedingungen emissions-, geruchs- und schadstoffarme Bau- und Reinigungsprodukte, Einrichtungsgegenstände und Möbel aus.

GEPRÜFT SCHADSTOFFARMES PRODUKT
SENTINEL HOLDING INSTITUT

Dieses Produkt ist schadstoffgeprüft und wird vom Sentinel Holding Institut empfohlen. Gesundes Bauen, Modernisieren und Betreiben von Immobilien erfolgt dank des Sentinel Holding Konzepts nach transparenten und nachvollziehbaren Kriterien.

GEPRÜFT NACHHALTIGES PRODUKT
QNG READY
SENTINEL HOLDING INSTITUT

Produkte mit dem QNG-ready Siegel des Sentinel Holding Instituts eignen sich für Projekte, für welche das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) angestrebt wird. QNG-ready Produkte erfüllen die Anforderungen des QNG Anhangdokument 3.1.3 "Schadstoffvermeidung in Baumaterialien". Das KfW-Kreditprogramm Klimafreundlicher Neubau mit QNG kann eine höhere Fördersumme ermöglichen.

Produkt:
ClayTec Lehm-Mauermörtel und Lehm-Mauermörtel leicht

SHI Produktpass-Nr.:
12018-10-1015

ClayTec
Lehm in Bestform.

Rechtliche Hinweise

(*) Die Kriterien dieses Steckbriefs beziehen sich auf das gesamte Bauobjekt. Die Bewertung erfolgt auf der Ebene des Gebäudes. Im Rahmen einer sachgemäßen Planung und fachgerechten Installation können einzelne Produkte einen positiven Beitrag zum Gesamtergebnis der Bewertung leisten. Das Sentinel Holding Institut stützt sich einzig auf die Angaben des Herstellers.

Alle Kriterien finden Sie unter:
https://www.sentinel-holding.eu/de/Themenwelten/Pr%C3%BCfkriterien%20f%C3%BCr%20Produkte

Wir sind stolz darauf, dass die SHI-Datenbank, die erste und einzige Datenbank für Bauprodukte ist, die ihre umfassenden Prozesse sowie die Aktualität regelmäßig von dem unabhängigen Prüfunternehmen SGS-TÜV Saar überprüfen lässt.

SGS

SGS TÜV SAAR

Herausgeber

Sentinel Holding Institut GmbH
Bötzinger Str. 38
79111 Freiburg im Breisgau
Tel.: +49 761 590 481-70
info@sentinel-holding.eu
www.sentinel-holding.eu

Produktblatt

Lehm-Mauermörtel leicht

Art. 05.022, 05.222, 10.122

DIN 18946

- **Mörtel für leichte Lehmsteine**
- **Bauphysikalisch angepasst**
- **Für werkgerechtes Mauern**

ClayTec Lehm-Mauermörtel leicht ist ein Mauermörtel für leichte Lehmsteine bei Fachwerkausfachung und Innenschalen. Durch die Holzspananteile wird die Anpassung an die Materialzusammensetzung der leichten Lehmsteine erreicht, auch die Rohdichte und die bauphysikalischen Eigenschaften werden so angepasst.
Die Sackware (Trockenmörtel) ist unbegrenzt haltbar.

DEUTSCHLAND
© ClayTec GmbH & Co. KG
Nettetaler Straße 113-117
D-41751 Viersen-Boisheim
+49 (0)2153 918-0
service@claytec.com
claytec.de

ÖSTERREICH
© ClayTec Lehmbaustoffe GmbH
Stranach 6
A-9842 Mörtschach
+43 (0) 676 430 45 94
service@claytec.com
claytec.at

Ausgabe 2025/2
Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Aktuelle Version unter **claytec.de**

Produktdaten und Anwendung siehe Rückseite

Produktblatt

ClayTec®
Lehm in Bestform.

Lehm-Mauermörtel leicht

Art. 05.022, 05.222, 10.122

Lehmmauermörtel - DIN 18946 - LMM 0/4 f - M0 - 1,4

Anwendungsgebiet Mauermörtel für Lehmsteine und Leichtlehmsteine der Anwendungsklasse I oder II. Nicht verwendbar als Putzmörtel oder als Grundmaterial für die Herstellung von Putzmörteln.

Zusammensetzung Natur-Baulehm bis 5 mm, Sand 0-2 mm, Holzgranulat (Späne) bis 20 mm. Korngruppe, Überkorngröße nach DIN 0/4, < 8 mm.

Baustoffwerte Trocknungsschwindmaß < 3,0 %. Festigkeitsklasse M0. Rohdichteklasse 1,4. Wärmeleitfähigkeit 0,59 W/m·K. µ-Wert 5/10. Baustoffkl. B2*. Baustoffklasse jeweils B2, bessere Einordnung vorbehaltlich brandschutztechnischer Belegprüfungen möglich (Lehmbau Regeln DVL 2009, S. 97).

Lieferform, Ergiebigkeit
Erdfeucht 05.022 in 1,0 t Big-Bags (ergibt 700 l Mauermörtel)
Erdfeucht 05.222 in 0,5 t Big-Bags (ergibt 350 l Mauermörtel)
Trocken 10.122 in 25 kg-Säcken (ergibt 20,5 l Mauermörtel), 48 Sack/Pal.

Lagerung Trocken lagern. Erdfeuchter Lehm-Mauermötel leicht soll spätestens 3 Monate nach der Herstellung verarbeitet werden, bei trockener Ware ist die Lagerung unbegrenzt möglich. **Erdfeuchte Ware muss im Winter vor Durchfrieren geschützt gelagert werden, da sonst die Verarbeitbarkeit während des Frostes beeinträchtigt ist.**

Materialbedarf Abhängig von Steinformat und Wanddicke ergibt sich folgender Mörtelbedarf Liter/m²:

	Wanddicke in cm	
Steinformat	**11,5 cm**	**24,0 cm**
NF	30	70
2DF	20	55

Mörtelbereitung Unter Wasserzugabe von ca. 10 % (erdfeucht) oder ca. 30-35 % (trocken) mit allen handelsüblichen Freifallmischern, Teller- und Trogzwangsmischern. In kleineren Mengen auch mit dem Motorquirl oder von Hand.

Verarbeitung Der Mörtel wird entsprechend den Regeln des Maurerhandwerks verarbeitet. Bei geplantem Kalkverputz die Mauerwerksfugen eben abziehen, zur Verbesserung der späteren Putzhaftung bis max. 3 mm Rücksprung scharfkantig auskratzen.

Verarbeitungsdauer Da kein chemischer Abbindeprozess stattfindet, ist das Material abgedeckt über mehrere Tage verarbeitungsfähig. Ebenso lange kann es in Mörtelpumpen und Schläuchen bleiben.

Farbe Die Farbe des Mörtels kann von der Farbe der Lehmsteine und Leichtlehmsteine abweichen.

Reklamationsansprüche, die nicht aus werkseitigen Mischfehlern resultieren, sind ausgeschlossen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 2025/2

Produktblatt

Lehm-Mauermörtel

Art. 05.020, 05.220, 10.120

- **Mauermörtel M2,5 nach DIN 18946**
- **Zur Herstellung von tragendem Lehmsteinmauerwerk**
- **Für werkgerechtes Mauern**

Mauermörtel für schwere Lehmsteine. Das Material hat keine organischen Zuschläge und ist für tragendes Mauerwerk zugelassen. Aufgrund seiner guten Rieselfähigkeit wird Lehm-Mauermörtel auch für Deckenschüttungen verwendet.

DEUTSCHLAND
© ClayTec GmbH & Co. KG
Nettetaler Straße 113-117
D-41751 Viersen-Boisheim
+49 (0)2153 918-0
service@claytec.com
claytec.de

ÖSTERREICH
© ClayTec Lehmbaustoffe GmbH
Stranach 6
A-9842 Mörtschach
+43 (0) 676 430 45 94
info@claytec.com
claytec.at

Ausgabe 2026/4
Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Aktuelle Version unter **claytec.de**

Produktdaten und Anwendung siehe Rückseite

Produktblatt

ClayTec®
Lehm in Bestform.

Lehm-Mauermörtel

Art. 05.020, 05.220, 10.120

Lehmmauermörtel - DIN 18946 - LMM 0/4 m - M3 - 2,0 - A1

Anwendungsgebiet Mauermörtel für Lehmsteine und Leichtlehmsteine der Anwendungsklasse I oder II. Für tragendes Lehmsteinmauerwerk nach DIN 18940 und nicht tragendes Lehmsteinmauerwerk. Als wasserlöslicher Mörtel für sortenrein trennbares Mauerwerk aus Ziegeln, KS-Steinen und anderen. Nicht verwendbar als Putzmörtel oder als Grundmaterial für die Herstellung von Putzmörteln. Lehm-Mauermörtel schwer ist als rieselfähige Schüttung ebenfalls als Verfüllmasse für Decken und ähnliche Bauteile geeignet.

Zusammensetzung Natur-Baulehm bis 5 mm, Sand 0-2 mm. Korngruppe, Überkorngröße nach DIN 0/4, < 5 mm.

Baustoffwerte Trocknungsschwindmaß < 2,5 %. Festigkeitsklasse M2,5. Druckfestigkeit 3,0 N/mm². Haftscherfestigkeit 0,04 N/mm². Rohdichteklasse 2,0. Wärmeleitfähigkeit 1,1 W/m·K. µ-Wert 5/10. Baustoffkl. A1.

Lieferform, Ergiebigkeit
Erdfeucht 05.020 in 1,0 t Big-Bags (ergibt 500 l Mauermörtel)
Erdfeucht 05.220 in 0,5 t Big-Bags (ergibt 250 l Mauermörtel)
Trocken 10.120 in 25 kg Sack (ergibt 12,5 l Mauermörtel), 48/EUR-Pal

Lagerung Sachgemäße trockene Lagerung unbegrenzt möglich. Verklumpung durch Austrocknung kann erhöhten Aufbereitungsaufwand zur Folge haben, Reklamationen aus diesem Grund sind ausgeschlossen. **Erdfeuchte Ware muss im Winter vor Durchfrieren geschützt gelagert werden, da sonst die Verarbeitbarkeit während des Frostes beeinträchtigt ist.**

Materialbedarf Abhängig von Steinformat und Wanddicke ergibt sich folgender Mörtelbedarf Liter/m²

	Wanddicke in cm		
Steinformat	11,5 cm	17,5 cm	24,0 cm
NF	30	-	70
2DF	20	-	55
3DF	-	30	50

Bei Verwendung von als Schüttung ist bei der Ermittlung des Materialbedarfes zu berücksichtigen, dass das Material beim Einbau um ca. 15 % verdichtet wird.

Mörtelbereitung Unter Wasserzugabe von ca. 10 % (erdfeucht) oder ca. 30-35 % (trocken) mit allen handelsüblichen Freifallmischern, Teller- und Trogzwangsmischern. In kleineren Mengen auch mit dem Rührwerk oder von Hand.

Verarbeitung Der Mörtel wird entsprechend den Regeln des Mauerhandwerks verarbeitet. Bei geplantem Kalkverputz sollen die Fugen ca. 3 mm tief scharfkantig ausgekratzt werden.

Verarbeitungsdauer Da kein chemischer Abbindeprozess stattfindet, ist das Material abgedeckt über mehrere Tage verarbeitungsfähig. Ebenso lange kann es in Mörtelpumpen und Schläuchen bleiben.

Farbe Die Farbe des Mörtels kann von der Farbe der Lehmsteine und Leichtlehmsteine abweichen.

Einbau Deckenschüttungen Das Material wird zwischen Lagerhölzer oder Deckenbalken geschüttet und in der Regel lediglich schwach verdichtet. Die Trockenrohdichte und somit das Flächengewicht der Deckenfüllung hängen vom Maß der Verdichtung ab. Bei üblichem Einbau liegt die Trockenroh-dichte bei ca. 1.600 kg/m³. Die Feuchtebelastung von Holz-Einschüben oder anderer angrenzender Bauteile ist zu berücksichtigen. Nach dem Einbau muss durch ausreichende Querlüftung (d.h. 24 Stunden pro Tag alle Fenster und Türen geöffnet) oder maschinell für rasche Trocknung gesorgt werden. **Zum nachfolgenden Einbau von Holzböden o.ä. muss die Schüttung völlig ausgetrocknet sein.**

Reklamationsansprüche, die nicht aus werkseitigen Mischfehlern resultieren, sind ausgeschlossen.
Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 2025/2.

ZERTIFIKAT / CERTIFICATE

Zertifizierte Produkte Certified products	**ClayTec Lehmputz-und Lehmmauermörtel für den Innenbereich Lehmklebe- und Armierungsmörtel, Lehmfüll- und Flächenspachtel, Lehm-Fugenfüller**
Produktart Product type	**Putz- und Mauermörtel**
Hersteller / Vertrieb Manufacturer / Distributor	**CLAYTEC GmbH & Co. KG Nettetaler Str. 113-117 41751 Viersen**
Zertifizierungsnummer Certification number	**0117-11340-002**
Prüfberichtsnummer Number of test report	**59942-A001-A007-eIL-G 59942-A001-A007-L**
Prüfumfang Test program	Laborprüfung auf gesundheitlich bedenkliche Emissionen und Inhaltsstoffe. Tested on hazardous emissions and components.
Prüfergebnis Test result	Die untersuchten Produkte erfüllen die Anforderungen des eco-INSTITUT-Label-Programms sowie der Prüfkriterien eIL 05.02 (03/2025) Mineralische Bauprodukte. Einzelheiten siehe zugehöriges Gutachten. The products tested meet the requirements of the eco-INSTITUT-Label programme and the test criteria eIL 05.02 (03/2025) Mineral building products. For further details see the respective report.
Gültigkeit / Überwachung bis Validity / Monitoring until	**01/2027**

Köln, 04.09.2025

eco-INSTITUT Germany GmbH
Schanzenstr. 6-20
Carlswerk 1.19
D-51063 Köln

Dr. Frank Kuebart

Nora Rasch

eco INSTITUT
TESTED PRODUCT
ID 0117 - 11340 - 002

eco-institut.de
eco-institut-label.de

ANHANG / APPENDIX

Anhang zum Zertifikat / Appendix to the Certificate

ID 0117-11340-002

gültig bis / valid until
01/2027

Zertifizierte Produkte / Certified products

Lehm-Unterputz mit Stroh
Lehm-Oberputz grob mit Stroh
Lehmputz Mineral 20
Lehm-Dämmputz leicht
Lehmputz SanReMo
Lehm-Oberputz fein 06
Lehm-Mauermörtel
Lehm-Mauermörtel leicht
Lehm-Oberputz grob HELL

Lehmklebe- und Armierungsmörtel
Lehmfüll- und Flächenspachtel
Lehm-Fugenfüller
Lehm-Dünnbettmörtel

INFORMATION ZUM ZERTIFIKAT

Die wichtigsten Fakten zum eco-INSTITUT-Label

- **Anerkanntes Qualitätssiegel** für Bau- und Einrichtungsprodukte, Möbel, Reinigungsmittel, Matratzen und Bettwaren
- **Empfohlen** von führenden unabhängigen Verbrauchermedien (z. B. WDR Haushalts-Check, Magazin ÖKO-TEST, label-online.de)
- Kennzeichnet Produkte, die **besonders schadstoff- und emissionsarm** sind
- Prüfumfang: **1. Dokumentenprüfung** (Volldeklaration), **2. Laborprüfung** (umfangreiche Untersuchungen auf Emissionen, Inhaltsstoffe und Geruch)
- **Gültigkeit: 2 Jahre**; jährliche Konformitätsprüfung; zur Verlängerung nach 2 Jahren komplette Neuprüfung erforderlich
- **Transparenz** beim Prüfablauf, bei den Prüfkriterien und den Kosten (weiterführende Informationen unter **www.eco-institut-label.de**)

Was deckt das Label ab bzw. wo wird es anerkannt?

Das Hauptmerkmal der eco-INSTITUT-Label-Kriterien ist die **ausführliche Liste von VOC-Emissionsanforderungen** für kritische Substanzgruppen und Einzelsubstanzen. Diese basiert unter anderem auf der jeweils aktuellen NIK-Wert-Liste des AgBB, umfasst aber auch die deutschen Innenraumrichtwerte RW I.

Die Emissionsprüfungen erfolgen gemäß EN 16516 i. d. R. nach 3 und 28 Tagen. Durch die strengen eco-INSTITUT-Label-Kriterien werden die Emissionsanforderungen an Produkte bei anderen **nationalen und internationalen Bewertungsprogrammen** abgedeckt bzw. anerkannt, wie z. B. ...

- ✓ **AgBB Schema Deutschland** (Ausschuss für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten)
- ✓ **Landesbauordnungen/MVV TB Deutschland:** Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG)
- ✓ **Belgische VOC-Verordnung**
- ✓ **Französische VOC-Verordnung** Klasse A sowie **französische KMR-Verordnung**
- ✓ **Breeam** und **HQM International** (außer „paints & varnishes“): Hea 02 Indoor air quality
- ✓ **BVB Schweden** (Byggvarube dömningen): VOC emissions
- ✓ **Danish Indoor Climate Labelling**
- ✓ **DGNB International** (ENV1.2 – Risiken für die lokale Umwelt; 2018): Emissionsnachweis der Zeilen 6, 7, 8, 9, 11, 13, 20, 23, 47a, 48 – Neubau Gebäude und Innenraum Kriterienmatrix (Anlage 1) und der Zeilen 1 und 2 – Innenraum Kriterienmatrix (Anlage 2)
- ✓ **eco-bau Schweiz** (Kriterium Lösemittel)
- ✓ **EGGbi Europäische Gesellschaft für gesundes Bauen und Innenraumhygiene** (Zitat: „[...] umfangreichsten und völlig transparenten Kriterienkatalog aller Gütezeichen [...]“
- ✓ **EU Taxonomieverordnung (EU) 2023/2486** 7.1 Neubau, 7.2 Gebäuderenovierung, 5) Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, Formaldehyd und krebserzeugende VOC
- ✓ **GOLS Global Organic Latex Standard**
- ✓ **Italienisches Green Public Procurement** (I Criteri ambientali minimi – CAM)
- ✓ **LEED v4.1** Option 2 und **LEED v4** for projects outside the U.S.; EQ credit low-emitting materials: VOC emissions requirements (bei Formaldehyd-emissionen nach 28 Tagen < 10 µg/m³)
- ✓ **QNG Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude** (3.1.3 Schadstoffvermeidung in Baumaterialien): Teil- oder Komplettanforderungen an SVHC, VOC-Emissionen und Inhaltsstoffe Pos. 1, 2, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 5.7, 5.8, 5.9, 6, 7.5, 9, 12.4
- ✓ **WELL International** (International WELL Building Institute)

Die Liste ist nicht abschließend.
Stand: November 2024

INFORMATION ON THE CERTIFICATE

The most important facts about the eco-INSTITUT label

- **Recognised quality seal** for construction and furnishing products, furniture, cleaning products, mattresses and bedding
- **Recommended** by leading independent consumer media (e.g. WDR Haushalts-Check, ÖKO-TEST Magazine, label-online.de)
- Identifies products that are particularly **low in pollutants and emissions**
- Test scope: **1. Document inspection** (full declaration), **2. Laboratory testing** (extensive tests for emissions, substances and odour)
- **Validity: 2 years**; annual conformity test; complete reassessment required for renewal after 2 years
- **Transparency** in the test sequence, the test criteria and the costs (further information at **www.eco-institut-label.de**)

What does the label cover and where is it recognised?

The main feature of the eco-INSTITUT label criteria is the **detailed list of VOC emission requirements** for critical substance groups and individual substances. This is based, among other things, on the current list of NIK values from the AgBB, but also includes the German Indoor Guide Values RW I.

Emission tests are usually carried out after 3 and 28 days in accordance with EN 16516. Due to the strict eco-INSTITUT label criteria, emission requirements for products are covered or recognised in other **national and international evaluation programmes**, such as ...

- ✓ **AgBB scheme Germany** (Committee for Health-related Evaluation of Building Products)
- ✓ **State Building Codes/MVV TB Germany:** Requirements for structural installations regarding health protection (ABG)
- ✓ **Belgian VOC regulation**
- ✓ **French VOC regulation** Class A and **French CMR regulation**
- ✓ **Breeam** and **HQM International** (except „paints & varnishes“): Hea 02 Indoor air quality
- ✓ **BVB Sweden** (Byggvarube dömningen): VOC emissions
- ✓ **Danish Indoor Climate Labelling**
- ✓ **DGNB International** (ENV1.2 – Local environmental impact; 2018): Emission evidence from rows 6, 7, 8, 9, 11, 13, 20, 23, 47a, 48 – New buildings and interior criteria matrix (Appendix 1) and rows 1 and 2 – Interior criteria matrix (Appendix 2)
- ✓ **eco-bau Switzerland** (solvent criterion)
- ✓ **EGGbi European Society for Healthy Building and Indoor Hygiene** (quote: „[...] most comprehensive and completely transparent catalogue of criteria of all quality labels [...]“)
- ✓ **EU Taxonomy Regulation (EU) Standard 2023/2486** 7.1 New construction, 7.2 Building renovation, 5) Pollution prevention and control, formaldehyde and carcinogenic VOCs
- ✓ **GOLS Global Organic Latex Standard**
- ✓ **Italian Green Public Procurement** (I Criteri ambientali minimi – CAM)
- ✓ **LEED v4.1** Option 2 and **LEED v4** for projects outside the U.S.; EQ credit low-emitting materials: VOC emissions requirements (formaldehyde emissions after 28 days < 10 µg/m³)
- ✓ **QNG German Quality label Sustainable Building** (3.1.3 Prevention of pollutants in building materials): Partial or complete requirements for SVHC, VOC emissions and contents Pos. 1, 2, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 5.7, 5.8, 5.9, 6, 7.5, 9, 12.4
- ✓ **WELL International** (International WELL Building Institute)

The list is not exhaustive.
Last updated: November 2024

ClayTec
Lehm in Bestform.

Dachverband Lehm e.V.

Umweltproduktdeklaration

nach DIN EN ISO 14025 und DIN EN 15804

CLAYTEC

Lehmmauermörtel nach DIN 18946

Deklarationsinhaber	Claytec GmbH & Co. KG, Nettetaler Strasse 113, 41751 Viersen
Herausgeber	Dachverband Lehm e. V., Postfach 1172, 99409 Weimar
Programmbetreiber	Dachverband Lehm e. V., Postfach 1172, 99409 Weimar
Deklarationsnummer	UPD_LMM_CLAY 2023007_PKRÜ5-DE
Ausstellungsdatum	06.12.2023
Gültig bis	05.12.2028

upd.dachverband-lehm.de • claytec.de

Programmbetreiber

Dachverband Lehm e.V.
Postfach 1172, 99409 Weimar
www.dachverband-lehm.de

Deklarationsnummer

UPD_LMM_CLAY 2023007_PKRÜ5-DE

Deklarationsbasis

Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen Grundregeln für die Baustoffkategorie Lehmmauermörtel (PKR LMM Version Ü5_2022_04)

Ersteller der Ökobilanz

Dipl-Ök. Manfred Lemke
Westerstrasse 40
26506 Norden
Deutschland

Ausstellungsdatum

06.12.2023

Gültigkeitsdauer

05.12.2028

Verifizierung

Die Europäische Norm DIN EN 15804:2022-03 dient als Kern-PKR. Unabhängige Verifizierung der Deklaration nach DIN EN ISO 14025:2010 in Verbindung mit CEN ISO/TS 14071:2016

☐ intern ☒ extern

Deklarationsinhaber

Claytec GmbH & Co. KG
Nettetaler Strasse 113
41751 Viersen
www.claytec.de

Deklariertes Bauprodukt / Deklarierte Einheit

Die Umweltproduktdeklaration (UPD) für Lehmmauermörtel nach DIN 18946 mit den Bezeichnungen:

- Lehmmauermörtel schwer (Erdfeuchtverfahren)
- Lehmmauermörtel leicht (Erdfeuchtverfahren)
- Lehmmauermörtel leicht (Nachtrocknungsverfahren)

wurde nach der Muster UPD des Dachverbandes Lehm e.V. UPD_LMM_DVL2023002_PKRÜ5-DE erstellt. Als funktionale Einheit wurde ein Kilogramm Lehmmauermörtel (1 kg) analog zu DIN 18946 Anhang A.3 festgelegt.

Gültigkeitsbereich

Die vorliegende UPD bildet die Ökobilanz zur Herstellung der deklarierten Lehmmauermörtel nach DIN EN 15804 ab. Die Ökobilanz beruht auf Daten zu Energie- und Stoffströmen der Werke in Viersen. Bezugsjahr der Herstellerangaben ist das Jahr 2022.

Eine Haftung des Dachverbandes Lehm e.V. in Bezug auf dieser UPD zugrunde liegende Herstellerinformationen ist ausgeschlossen.

Dipl.-Ing. Stephan Jörchel
Dachverband Lehm e.V. (Programmbetrieb)

Prof. Dr. Klaus Pistol
Prüfgremium

Dr.-Ing. Horst Schroeder
Verifizierer

Dachverband Lehm e.V.

ClayTec
Lehm in Bestform

Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaustoffe

Umweltproduktdeklaration für die Baustoffkategorie Lehmmauermörtel (UPD LMM) nach DIN EN 15804

Stand: Dezember 2023

INHALT

1 Allgemeines ... 5
1.1 Normative Grundlagen ... 5
1.2 Nachverfolgung der Versionen ... 5
1.3 Begriffe / Abkürzungen ... 6
2 Produktdefinition ... 7
2.1 Geltungsbereich ... 7
2.2 Produktbeschreibung ... 7
2.3 Einsatzzweck ... 7
2.4 Produktnorm / Zulassung / Inverkehrbringen / Anwendungsregeln ... 7
2.5 Gütesicherung ... 8
2.6 Lieferzustand ... 8
2.7 Bautechnische Eigenschaften ... 8
2.8 Brandschutz ... 8
2.9 Sonstige Eigenschaften ... 9
3 Ausgangsstoffe ... 9
3.1 Auswahl / Eignung ... 9
3.2 Stofferläuterung ... 9
3.3 Bereitstellung ... 10
3.4 Verfügbarkeit ... 10
4 Produktherstellung ... 11
4.1 Erdfeuchtverfahren ... 11
4.2 Nachtrocknungsverfahren ... 12
4.3 Gesundheits- und Arbeitsschutz Herstellung ... 12
4.4 Umweltschutz Herstellung ... 12
4.4.1 Abfall ... 12
4.4.2 Wasser / Boden ... 12
4.4.3 Lärm ... 12
4.4.4 Luft ... 13
5 Produktverarbeitung ... 13
5.1 Verarbeitungshinweise ... 13
5.2 Arbeitsschutz / Umweltschutz ... 13
5.3 Restmaterial ... 13
5.4 Verpackung ... 14

6 Nutzungszustand ... 14
6.1 Ausgangsstoffe ... 14
6.2 Wirkungsbeziehungen Umwelt / Gesundheit ... 14
6.3 Beständigkeit / Nutzungsdauer ... 14
7 Aussergewöhnliche Einwirkungen ... 14
7.1 Brand ... 14
7.2 Hochwasser ... 15
7.3 Havarie Wasserleitungen ... 15
8 Hinweise zur Nutzungsphase ... 15
9 Nachnutzungsphase ... 15
9.1 Recycling von LMM ... 15
9.2 Verwertung von Abfällen und Verpackungen ... 15
9.3 Entsorgung ... 16
10 Nachweise ... 16
10.1 Produkterstprüfung nach DIN 18942-100 ... 16
10.2 VOC, TVOC ... 16
10.3 Radioaktivität ... 16
TEIL A SACHBILANZ ... 17
A.1 Funktionale Einheit ... 17
A.2 Betrachtungszeitraum ... 17
A.3 Ergebnisse der Sachbilanz ... 17
Teil B ÖKOBILANZ ... 19
B.1 Ziele der Analyse ... 19
B.2 Zielgruppen der Analyse ... 19
B.3 Referenznutzungsdauer ... 19
B.4 Abschneidekriterium ... 19
B.5 Annahmen und Abschätzungen ... 19
B.6 Datenqualität ... 21
B.7 Allokation ... 22
B.8 Ergebnisse der Ökobilanzierung (LCA) ... 22
TEIL C INTERPRETATION DER ÖKOBILANZ ... 23
C.1 Primärenergieeinsatz (PEI) ... 23
C.2 Treibhausgaspotenzial GWP ... 24
C.3 Abriss und Aufbereitung ... 25

C.4 Rückgewinnungsszenarien ... 27
C.4.1 Szenario D1 Erdfeuchtverfahren ... 28
C.4.2 Szenario D2 Nachtrocknungsverfahren ... 28
C.4.3 Szenario D3 Trockendosierverfahren ... 29
Teil D TABELLENANHANG ... 31
D.1 Erdfeuchtverfahren LMM 01 – 02 ... 31
D.1.1 Inputfaktoren ... 31
D.1.2 Wirkungsfaktoren ... 33
D.1.3 Outputfaktoren ... 35
D.2 Nachtrocknungsverfahren LPM 03 ... 37
D.2.1 Inputfaktoren ... 37
D.2.2 Wirkungsfaktoren ... 38
D.2.3 Outputfaktoren ... 39
ZITIERTE STANDARDS ... 40
LITERATURQUELLEN ... 40

1 ALLGEMEINES

1.1 Normative Grundlagen

Dieses Dokument wurde auf der Grundlage folgender Normen sowie der in *Abs. 2.4* genannten Normen und Regeln erstellt:

- DIN EN 15804:2022-03*, Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte,*
- DIN EN 15942: 2022-04*, Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Kommunikationsformate zwischen Unternehmen,*
- DIN EN ISO 14025:2011-10*, Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen, Grundsätze und Verfahren,*
- DIN EN ISO 14040:2021-02*, Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen,*
- DIN EN ISO 14044:2021-02*, Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen.*

1.2 Nachverfolgung der Versionen

Version	***Kommentar***	***Stand***
Ü1	*Entwurf I nach Datenerhebung*	*Mai 2023*
Ü2	*Entwurf II nach Bilanzberechnung*	*Juli 2023*
Ü3	*Entwurf III, Hintergrundbericht*	*Aug 2023*
Ü4	*Entwurf IV nach vor Ort Besichtigung*	*Aug 2023*
Ü5	*Mit Hersteller abgestimmte Version*	*Okt 2023*
Ü6	*Verifizierte Version*	*Dez 2023*

Version Ü6

Norden/Viersen, Dezember 2023

Kontakt Deklarationsinhaber:

Claytec GmbH & Co. KG
Nettetaler Strasse 113
41751 Viersen
www.claytec.com

Kontakt Programmbetreiber:

Dachverband Lehm e. V., Postfach 1172; 99409 Weimar, Deutschland
dvl@dachverband-lehm.de · upd.dachverband-lehm.de

1.3 Begriffe / Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten in Verbindung mit den Allgemeinen Regeln für die Erstellung von Typ III UPD für Lehmbaustoffe (Teil 2) [1] die nachfolgenden Begriffe und Abkürzungen:

Produktkategorieregeln (PKR) nach DIN EN 14025 enthalten eine Zusammenstellung spezifischer Regeln, Anforderungen oder Leitlinien, um Typ III Umweltproduktdeklarationen für eine oder mehrere Produktkategorien zu erstellen.

Typ III Umweltproduktdeklarationen (UPD) nach DIN EN 14025 sind freiwillig und stellen auf der Grundlage festgelegter Parameter quantitative, umweltbezogene Daten und ggf. umweltbezogene Informationen bereit, die den Lebensweg des Bauprodukts vollständig oder in Teilen abbilden.

Ökobilanz (LCA): für Baustoffe nach DIN EN 15804 Zusammenstellung und *Beurteilung* der In- und Outputflüsse und der potenziellen Umweltwirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebenszyklus

Sachbilanz (LCI): Bestandteil der Ökobilanz, der die Zusammenstellung und *Quantifizierung* von In- und Outputs eines Produktsystems im Verlauf seines Lebenszyklus umfasst.

Werk(trocken)mörtel werden aus ihren Ausgangsstoffen nach festen Rezepturen (trocken) im Herstellerwerk vorgemischt und in Gebinden (Sackware) / lose (Silo) an die Baustelle geliefert.

Lehmmauermörtel (LMM) besteht aus Baulehm sowie Zusatzstoffen und wird gemäß DIN 18946 nach steigenden Festigkeitsklassen M1 – M4 sowie den Rohdichteklassen 0,9 bis 2,2 klassifiziert. LMM der Rohdichteklassen 0,9 – 1,4 können als *Leichtlehmmauermörtel* (LLMM) bezeichnet werden.

Lehmsteine (LS) nach DIN 18945 sind ungebrannte, i. a. quaderförmige Baustoffe. Sie bestehen aus Baulehm, Sand und ggf. organischen Faserstoffen.

Lehmsteinmauerwerk (LSM) nach DIN 18940 besteht aus Lehmsteinen (LS) nach DIN 18945, Lehmmauermörtel (LMM) nach DIN 18946 und ggf. Lehmputzmörtel (LPM) nach DIN 18947.

Lehm-Rezyklat: nach Abbruch von Lehmsteinmauerwerk LSM rückgewonnenes Gemisch aus LS-Bruch mit anhaftenden Lehmmörtelresten.

Trockenlehm ist getrockneter, ggf. gemahlener Grubenlehm.

LS Lehmstein

LSM Lehmsteinmauerwerk

LMM Lehmmauermörtel

LR Lehmbauregeln des Dachverbandes Lehm e. V. (DVL) [2]

AVV Europäische Abfallverzeichnis-Verordnung [3]

2 PRODUKTDEFINITION

2.1 Geltungsbereich

Diese Umweltproduktdeklaration (UPD) ist eine individuelle UPD des Herstellers, basierend auf der-UPD Musterdeklaration des Dachverbandes Lehm e. V. (UPD_LMM_DVL2023002_PKRÜ5-DE) für Lehmmauermörtel nach DIN 18946 [5]. Die vorliegende UPD bezieht sich auf erhobene Daten beim Deklarationsinhaber im Werk Viersen-Süchteln und umfasst die in *Tab. 2.1* deklarierten Produkte, gegliedert nach Verfahrensarten.

Die in *Tab. 2.1* deklarierten LMM des Herstellers CLAYTEC entsprechen dem Geltungsbereich der Muster-UPD für LMM des DVL:

Tab. 2.1 Hersteller, Verfahrensart und Produktbezeichnung

Nr.	***Hersteller***	***Werksanschrift***	***Verfahrensart***	***Produktbezeichnung***
LMM 01	*Claytec GmbH & Co. KG*	*Süchtelner Str. 188, 41747 Viersen*	*Erdfeucht*	*Lehmmauermörtel schwer*
LMM 02	*Claytec GmbH & Co. KG*	*Süchtelner Str. 188, 41747 Viersen*	*Erdfeucht*	*Lehmmauermörtel leicht*
LMM 03	*Claytec GmbH & Co. KG*	*Süchtelner Str. 188, 41747 Viersen*	*Nachtrocknung*	*Lehmmauermörtel leicht*

2.2 Produktbeschreibung

Die Ausgangsmischungen für LMM nach DIN 18946 bestehen aus Baulehm, mineralischen und pflanzlichen Zusatzstoffen. Die Erhärtung des LMM im Mauerwerk erfolgt durch Verdunstung des Anmachwassers. Erhärteter LMM kann durch Wasserzugabe replastifiziert werden.

Die vorliegende Deklaration unterscheidet zwei produktspezifische Verfahren zur werksmäßigen Herstellung von LMM:

- *ungetrocknete* LMM (leicht und schwer), die im erdfeuchten Zustand hergestellt werden (*Erdfeuchtverfahren*),
- *nachgetrocknete* LMM (leicht), die erdfeucht vorgefertigt wurden und anschließend eine Trocknungsanlage durchlaufen (*Nachtrocknungsverfahren*);

2.3 Einsatzzweck

LMM nach DIN 18946 dienen als Baustoff zur Herstellung von tragendem und nichttragendem Mauerwerk (Wände, Trennwände, Ausfachungen) aus Lehmsteinen (LS) nach DIN 18945 und LR DVL [2]. Für tragendes Lehmsteinmauerwerk (LSM) gilt DIN 18940.

Leichtlehmmauermörtel LLMM ($\rho_d \leq 1.200$ kg/m^3) werden zur Ausführung von nicht tragendem Mauerwerk aus wärmedämmenden Leichtlehmsteinen angewendet.

2.4 Produktnorm / Zulassung / Inverkehrbringen / Anwendungsregeln

Für die Zulassung / das Inverkehrbringen von LMM gelten folgende Normen und Anwendungsregeln:

- DIN 18940:2023-03*, Tragendes Lehmsteinmauerwerk – Bemessung, Konstruktion u. Ausführung,*
- DIN 18942-1:2018-12*, Lehmbaustoffe und Lehmbauprodukte – Teil 1: Begriffe,*

– DIN 18942-100:2018-12*, Lehmbaustoffe und Lehmbauprodukte – Teil 100: Konformitätsnachweis,*

– DIN 18946:2018-12*, Lehmmauermörtel – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung,*

– Lehmbau Regeln des Dachverbandes Lehm e. V. *(LR DVL) [2],*

Weiterhin gelten die PKR LMM [5] und damit im Zusammenhang das Dokument „Teil 2“ mit den entsprechenden Begriffsbestimmungen und Abkürzungen [1], das Technische Merkblatt TM 05 des DVL [6] sowie die entsprechenden Arbeitsblätter der Hersteller. Darüber hinaus müssen die Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung AVV) [3] sowie die Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) [7] beachtet werden.

2.5 Gütesicherung

Die Gütesicherung des Herstellungsprozesses von LMM nach DIN 18946 erfolgt gem. DIN 18942-100.

2.6 Lieferzustand

Erdfeucht hergestellte LMM werden in nicht luftdicht verschlossene, wasserfeste Gewebesäcke verpackt, transportiert, gelagert und zu den Baustellen geliefert (LMM 01, 02).

Nachgetrocknete LMM (Werk-Trockenmörtel) werden in geschlossenen Papiersäcken verpackt, transportiert, gelagert und zu den Baustellen geliefert. Getrocknete LMM sind unbegrenzt lagerfähig (LMM 03).

2.7 Bautechnische Eigenschaften

Die deklarierten LMM erfüllen die Vorgaben nach DIN 18946.

Der „schwere“ LMM nach dem Erdfeuchtverfahren der Rohdichteklasse 2,0 / Festigkeitsklasse M3 erfüllt die Anforderungen für tragendes Lehmsteinmauerwerk (LSM) nach DIN 18940. Der „leichte“ LMM der Rohdichteklasse 1,4 enthält Holzspäne als organischen Zusatzstoff.

Tab. 2.2 Bautechnische Eigenschaften der deklarierten LMM

Eigenschaft / Prüfung n. DIN 18946	***LMM 01 schwer, feucht***	***LMM 02 leicht, feucht***	***LMM 03 leicht, nachgetrocknet***	***Einheit/ Klasse/ Erläuterungen***
Rohdichteklasse	*2,0*	*1,4*	*1,4*	*Tab. 2.1*
Festigkeitsklasse Druckfestigkeit Haftscherfestigkeit	*M 3 3,0 0,08*	*M 0 < 3,0*	*M 0 < 3,0*	 *N/mm² N/mm²*
Wärmeleitfähigkeit	*1,1*	*0,59*	*0,59*	*W/mK*
lineares Trocknungsschwindmaß	*< 2,5*	*< 3,0*	*< 3,0*	*%*
Korngruppe, Überkorngröße	*0/4, < 8*	*0/4, < 8*	*0/4, < 8*	*mm*
Aktivitätskonzentrationsindex natürlicher Radionuklide I_A	*<1*	*<1*	*<1*	*–*

Eine Untersuchung auf natürliche Radionuklide erfolgte gem. DIN18946, A.2. Es gelten die Stoffverbote und -beschränkungen nach DIN18946 und natureplus RL 0803 [8].

2.8 Brandschutz

Die Baustoffklasse von Lehmwerkmörteln wird durch Prüfung nach DIN 4102-1 bzw. DIN EN 13501-1 bestimmt. LMM schwer *(Nr. 1 Tab. 2.1)* sind der Baustoffklasse A1 (nicht brennbar),

LMM leicht *(Nr. 2, 3 Tab. 2.1)* der Baustoffklasse B2 zugeordnet. Vorbehaltlich brandschutztechnischer Belegprüfungen ist eine bessere Einordnung möglich.

2.9 Sonstige Eigenschaften

LMM nach DIN 18946 können nach Erhärtung durch Wässerung vom Mauerwerk separiert, replastifiziert oder trocken zu Lehm-Rezyklat zermahlen werden. Sie können dann als LMM oder Ausgangsstoff für neue Lehmbaustoffe wieder- bzw. für Anwendungen außerhalb des Lehmbaus weiterverwertet werden (*Abs. 8.1*).

3 AUSGANGSSTOFFE

3.1 Auswahl / Eignung

Für die Auswahl der Ausgangsstoffe / Vorprodukte gelten die PKR LMM [5]. *Tab. 3.1* zeigt die Zusammensetzung der Ausgangsstoffe der deklarierten LMM.

Tab. 3.1 Ausgangsstoffe der deklarierten LMM

Nr.	***Ausgangsstoffe***	***Anteile in der Ausgangsmischung [M.-%]***		
		LMM 01	***LMM 02***	***LMM 03***
1	*Primärgrubenlehm*			
2	*Sekundärgrubenlehm*	X	X	X
3	*Primärrecyclinglehm*			
4	*Trockenlehm*			
5	*Sand 0/2, ungetrocknet*	X	X	X
6	*Sand 0/4, getrocknet*			
7	*Sand 0/4, ungetrocknet*			
8	*Pflanzenteile / -fasern*			
9	*Unbehandelte Holzteile / -späne*		X	X

3.2 Stofferläuterung

Baulehm gemäß LR DVL [2] ist zur Herstellung von Lehmbauprodukten geeigneter Lehm, bestehend aus einem Gemisch aus schluffigen, sandigen bis kiesigen Gesteinskörnungen und bindekräftigen Tonmineralien. Der Abbau geschieht oberflächennah frei von Wurzeln und Humusanteilen mittels Schürfkübelraupe /Radlader nach DIN 18300. Beim Abbau von Grubenlehm und Sand werden Belange des Naturschutzes beachtet.

Baulehm wird unterschieden nach Grubenlehm, Trockenlehm und Recyclinglehm.

Grubenlehm wird erdfeucht dem geologisch „gewachsenen“ Boden entnommen und ist natürlicher Primärrohstoff [2] mit unterschiedlicher granulometrischer sowie schwankender mineralogischer Zusammensetzung (SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, $CaCO_3$). Dadurch können sich je nach Lehmvorkommen unterschiedliche plastische Eigenschaften während der Aufbereitung und Verarbeitung (mager / fett) sowie Farben des Endprodukts ausbilden. Je nach Verwertung wird unterschieden:

- *Primärgrubenlehm* wird zielgerichtet für die Herstellung von Lehmbauprodukten abgebaut und verwendet.
- *Sekundärgrubenlehm* fällt beim Ton-, Sand-, Kies- und Kalkabbau oder anderen Erdarbeiten für Baumaßnahmen als *Boden- / Lehmaushub* [1] an und kann als Sekundärrohstoff weiterverwertet werden. Er verliert dann seine Abfalleigenschaft (*Abs. 8.1*).

Trockenlehm ist getrockneter, ggf. gemahlener Grubenlehm. *Tonmehl* ist natürlicher, getrockneter, ggf. gemahlener Ton, der zur Erhöhung der Bindekraft magerer Grubenlehme verwendet werden kann. Trockenlehm sowie getrocknete Gesteinskörnungen enthalten „graue“ Wärmeenergie aus Vorprozessen, die nach Art und Menge im Rahmen der Ökobilanz erfasst werden (*Abs. 8.1*).

Recyclinglehm ist aus Abbruchbauteilen rückgewonnener Lehmbaustoff [2]. Er liegt i. d. R. als Bestandteil von LSM oder Baumischabfall (Bauschutt / Baustellenabfälle) vor und muss durch geeignete Trennverfahren von anderen Abfällen separiert werden. Er kann trocken zu Lehm-Rezyklat zerkleinert oder durch Zugabe von Wasser separiert, replastifiziert und als Baulehm im Produktionsprozess weiterverwertet werden. Je nach Verwertung wird unterschieden nach:

- Primärrecyclinglehm / Lehm-Rezyklat wird zielgerichtet als Lehmbaustoff wiederverwertet.
- Sekundärrecyclinglehm wird für Anwendungen außerhalb des Lehmbaus weiterverwertet (z. B. Abtrennung der Sandkornfraktion für Betonherstellung, Erdbau).

Mineralische Zusatzstoffe / natürlich: natürliche Sandkörnungen (DIN EN 12620 / DIN EN 13139) mit dem Hauptmineral Quarz sowie natürlichen Neben- und Spurenmineralien. Sie beeinflussen die bauphysikalischen (Trockenrohdichte, Wärmeleitung, Trocknungsschwindmaß) und die baumechanischen (Festigkeits-) Eigenschaften des Endprodukts, vor allem aber die plastischen Eigenschaften des Baulehms. Natürliche Gesteinskörnungen sind Bestandteile geologisch „gewachsener“ Strukturen und können problemlos in geogene Kreisläufe zurückgeführt werden.

Organische Zusatzstoffe / natürlich: zerkleinertes, chemisch unbehandeltes Holz / -späne (keine Holzwerkstoffe). Durch organische Zusatzstoffe können die bauphysikalischen Eigenschaften des Endprodukts beeinflusst werden. Faserartige Zusatzstoffe wirken einer Rissbildung des LMM bei Austrocknung / Erhärtung entgegen.

Wasser ist „Anmachwasser“ und zum Erreichen der geeigneten Verarbeitungskonsistenz des LMM grundsätzlich notwendig. Durch Verdunstung des Anmachwassers erhärtet der LMM und erreicht seine vorgesehenen Produkteigenschaften. Erhärteter LMM kann durch Wasserzugabe replastifiziert und für neuen LMM oder in anderen Prozessen baustofflich verwertet werden.

3.3 Bereitstellung

Alle deklarierten LMM basieren auf Sekundärgrubenlehm, der als Bodenabfall bei der Kiesgewinnung, dem Kalkabbau oder anderen Erdarbeiten anfällt und mit der Wiederverwertung als Ausgangsstoff für die Herstellung von LMM seine Abfalleigenschaft verliert.

3.4 Verfügbarkeit

Alle mineralischen Rohstoffe sind in ihrer Verfügbarkeit als „geologisch gewachsene“ Naturstoffe generell begrenzt. Bei Erdarbeiten (z. B. Kies-, Sandgewinnung, Kalkabbau, Tiefbau) anfallender, geeigneter lehmhaltiger Bodenaushub [1] wird als Sekundärrohstoff für die in dieser Deklaration erfassten LMM verarbeitet. Die Weiterverwertung von lehmhaltigem Bodenaushub als *Sekundärgrubenlehm* für die Herstellung von Lehmbaustoffen spart Deponieraum, ersetzt

Primärrohstoffe und verlängert da-durch deren Verfügbarkeit. Der Bodenaushub verliert dadurch seine Abfalleigenschaft.

Ein bisher kaum erschlossenes Rohstoffpotenzial für die Herstellung von Lehmbaustoffen ist die Rückgewinnung von LMM oder von mineralischen Komponenten in LMM aus Abbruchbauteilen / Baumischabfall als Primär- bzw. Sekundärrecyclinglehm (*Abs. 8.1*) [1, Bild 3.3]. Aufgrund der besonderen hydraulischen Eigenschaften des Bindemittels Lehm ist eine Replastifizierung und Wiederverwertung von Lehmsteinbruch mit LMM-Anhaftungen jederzeit möglich. Eine Rohstoffknappheit besteht nicht.

Alle Pflanzenteile und -fasern sind nachwachsende Rohstoffe.

4 PRODUKTHERSTELLUNG

Die Verfahrensarten zur Herstellung der deklarierten LMM (*Tab. 2.1*) unterscheiden sich hinsichtlich der Energiebilanzen und Umweltwirkungen. Analysiert werden LMM nach dem Erdfeuchtverfahren und dem Nachtrocknungsverfahren.

4.1 Erdfeuchtverfahren

Alle deklarierten LMM können aufgrund ihrer hydraulischen Eigenschaften im erdfeuchten Zustand gemischt, verpackt, gelagert, transportiert und verarbeitet sowie nach Erhärtung replastifiziert werden. Das ermöglicht ein Verfahren zur Dosierung, Mischung und gravimetrischen Absackung, das keine thermische Behandlung der Komponenten und keine Wasserzugabe erfordert *(Erdfeuchtverfahren)*.

Das Erdfeuchtverfahren umfasst folgende Prozessschritte mit ggf. dazwischen liegenden Transporten:

1. Bereitstellung von erdfeuchtem Baulehm / Lehmaushub und Ausgangsstoffen,
2. mechanische Zerkleinerung des Baulehms im Kollergang / Walzwerk / Siebung. Der fertig aufbereitete Baulehm / Lehmaushub ist erdfeucht, besitzt eine krümelige Struktur und ist gut rieselfähig.
3. Aussiebung von groben Gesteinskörnungen (Überkorn nach DIN 18946) im Baulehm und im Zusatzstoff Sand,
4. Förderung des aufbereiteten Lehms und des ungetrockneten, gesiebten Sandes gemäß Rezeptur aus Vorratsbehältern in den Mischer,
5. nur für LMM 2 und 3 „leicht“: Zufuhr von unbehandelten Holzspänen gemäß Rezeptur in den Mischer,
6. Mischvorgang (ohne Wasserzugabe),
7. Absackung des Fertigproduktes in feuchtestabile Transportverpackungen (PP-Big Bags) zum Transport auf Mehrweg-Holzpaletten.

Bild 4.1 zeigt ein Produktionsschema für LMM nach dem Erdfeuchtverfahren:

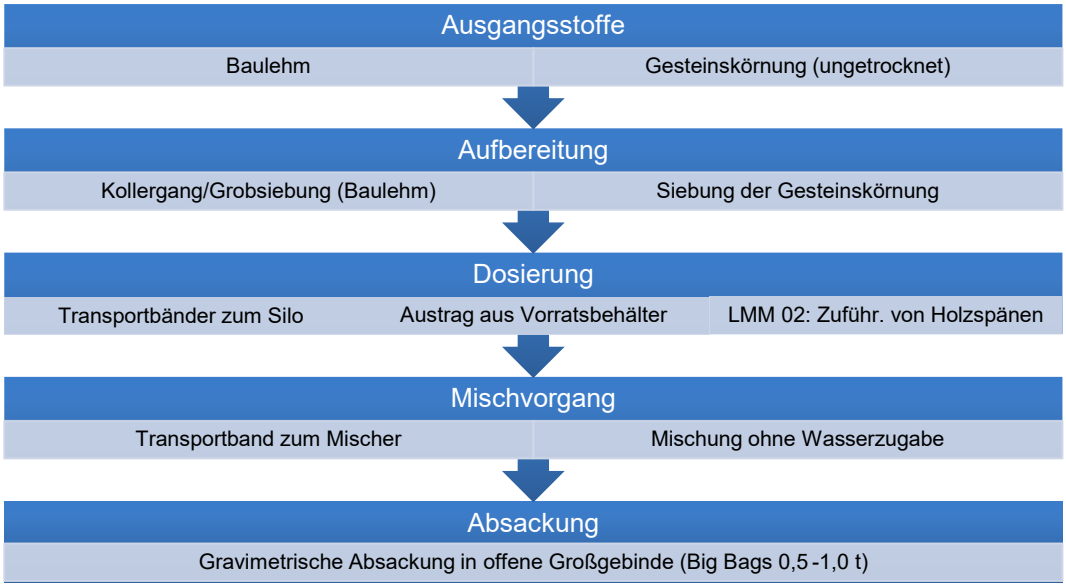

Bild 4.1 Produktionsschema für LMM 01 „schwer“ und LMM 02 „leicht“, Erdfeuchtverfahren

4.2 Nachtrocknungsverfahren

Erdfeuchte LMM, die als Fertigmischung nach dem Erdfeuchtverfahren *(Bild 4.1)* vorbehandelt wurden, können in einem unmittelbar anschließenden Prozess technisch getrocknet werden *(Nachtrocknungsverfahren)*. Die Trocknung erfolgt in Trommeltrocknern für Schüttgüter, befeuert mit Flüssiggas. Das Nachtrocknungsverfahren findet nur Anwendung für LMM 03 mit Holzspänen.

Nach Trocknung werden die LMM als feinkörnige, rieselfähige Massen in 25 kg Kraftpapiersäcke ohne Folieneinlage abgepackt und auf Holzpaletten ausgeliefert.

Die Nachtrocknung schließt unmittelbar an den Mischvorgang an (*Abs. 4.1.1, Pkt. 6*):

7. direkte Zuführung in den Trommeltrockner (z. B. offene Transportbänder),
8. Trocknung, z. B. nach dem Drehofenprinzip, in einem speziell angepassten Trommeltrockner,
9. Reduktion des Feuchtegehaltes von „erdfeucht“ (ca. 8-12 M.%) auf „getrocknet“ (ca. 2-4 M.%)
10. Absackung in Kraftpapiersäcke ohne Folieneinlagen.

4.3 Gesundheits- und Arbeitsschutz Herstellung

Die Grenzwerte der TA Luft [9] werden eingehalten.

4.4 Umweltschutz Herstellung

4.4.1 Abfall

Die anfallenden mineralischen Abfälle, z. B. abgesiebtes Überkorn, gehen zurück in den Produktionsprozess auf derselben Anlage.

4.4.2 Wasser / Boden

Belastungen von Wasser / Boden entstehen nicht. Die Restfeuchte des ungetrockneten LMM *(Erdfeuchtverfahren)* wird zusammen mit dem Anmachwassser während des Trocknungsprozesses im / am Bauteil in Form von Wasserdampf wieder freigesetzt.

4.4.3 Lärm

Die Grenzwerte werden eingehalten.

4.4.4 Luft

Die Grenzwerte der TA Luft [9] werden eingehalten.

Staubemissionen von pflanzlichen oder mineralischen Zusatzstoffen während des Produktionsprozesses werden durch Filter begrenzt. Ausgefilterte Zusatzstoffe werden wieder verwendet. Luftemissionen durch den Betrieb von Dieselfahrzeugen im Werk Viersen werden im Rahmen der Ökobilanz als Output des spezifischen Einsatzes von Diesel erfasst und bewertet.

5 PRODUKTVERARBEITUNG

5.1 Verarbeitungshinweise

Die deklarierten LMM sind erdfeucht (LMM 01 u. 02) oder trocken (LMM 03) ausgelieferte Lehmwerkmörtel für die Herstellung von Mauerwerk. Sie sind verarbeitungsfertig und werden auf der Baustelle mit Wasser angemacht. LMM werden nach DIN 18946 bzw. LR DVL [2] aufbereitet und verarbeitet.

LMM werden i. d. R. mit üblicher Mischtechnik (Freifall- oder Zwangsmischer) aufbereitet. Kleinere Mengen werden mit einem Rührgerät oder manuell gemischt.

Die Verarbeitung von LMM zu Lehmsteinmauerwerk (LSM) nach LR DVL [2] und DIN 18940 erfolgt i. d. R. manuell. In Mörtelkästen erhärteter LMM kann durch Wasserzugabe wieder in die erforderliche Verarbeitungskonsistenz überführt werden.

LMM werden abfallfrei verarbeitet, indem frischer oder erhärteter Mörtel der Wiederverwendung zugeführt wird.

5.2 Arbeitsschutz / Umweltschutz

Es gelten die Regelwerke der Berufsgenossenschaften und die jeweiligen Sicherheitsdatenblätter der Hersteller.

Während der Verarbeitung von LMM sind keine besonderen Maßnahmen zum Schutz der Umwelt zu treffen. LMM nach DIN 18946 erzeugen bei Hautkontakt während der Verarbeitung keine Reizungen oder Schäden. Der Kontakt von LMM mit den Augen ist zu vermeiden.

Die Reinigung der für die Verarbeitung verwendeten Maschinen von erhärtetem LMM ist problemlos mit Wasser möglich. LMM, die bei der Verarbeitung oder Reinigung in den Boden gelangen, stellen keine Gefährdung der Umwelt dar.

5.3 Restmaterial

Während der Verarbeitung herabgefallener, erhärteter LMM wird von einem Mörtelfangbrett sauber aufgenommen und zusammen mit Frischmörtel in den Verarbeitungsprozess zurückgeführt. Nicht verarbeiteter Lehmfestmörtel kann jederzeit durch Wasserzugabe ohne zusätzlichen Energieaufwand wieder in die entsprechende Verarbeitungskonsistenz überführt und weiterverarbeitet werden.

Reste von LMM dürfen nicht über die Kanalisation entsorgt werden (Verstopfung).

5.4 Verpackung

Mörtelsäcke aus ungebleichtem Kraftpapier und Großgebinde aus Kunststoffgewebe (PP) werden sortenrein als Transportverpackungen durch die dualen Entsorgungssysteme RePack bzw. Interzero einem stofflichen Recyclingprozess zugeführt.

Holzpaletten werden vom Hersteller oder durch den Baustoffhandel zurückgenommen (EURO-Pfandsystem) und mehrfach verwendet.

6 NUTZUNGSZUSTAND

6.1 Ausgangsstoffe

Bei der Produktion von LMM werden ausschließlich die Ausgangsstoffe nach *Abs. 3* verwendet. Diese Ausgangsstoffe sind im Nutzungszustand durch die Tonmineralien des Baulehms als feste Stoffe im Bauteil gebunden. Dieser Verbund bleibt nach Erhärtung an der Luft wasserlöslich.

6.2 Wirkungsbeziehungen Umwelt / Gesundheit

Die deklarierten LMM enthalten keine schädlichen Stoffe in gesundheitsschädigenden Konzentrationen, wie z. B. flüchtige organische Komponenten (VOC), Formaldehyd, Isocyanate usw. Der Nachweis erfolgt nach DIN EN ISO 16000-9. Entsprechende schädigende Emissionen sind deshalb auch nicht zu erwarten. LMM sind im verarbeiteten Zustand geruchsneutral.

Die natürliche ionisierende Strahlung der LMM ist gering und gesundheitlich unbedenklich. Die deklarierten LMM weisen einen Aktivitätskonzentrationsindex I < 1 gemäß DIN 18946 auf.

6.3 Beständigkeit / Nutzungsdauer

Tonminerale sind nicht hydraulische Bindemittel, d. h. sie erhärten nur an der Luft und werden bei Wiederbefeuchtung erneut plastisch (Replastifizierung). Die Anwendung von LMM ist deshalb auf den Innen- und witterungsgeschützten Außenbereich begrenzt. Sie sind konstruktiv im Bauteil vor stehendem und fließendem Wasser oder dauerhafter Durchfeuchtung zu schützen.

Die Lebensdauer von LMM ist abhängig von der jeweiligen Konstruktion, der Nutzungssituation, dem Nutzer selbst sowie von Unterhalt und Wartung. Die Nutzungsphase kann deshalb nur in Form von Szenarien beschrieben werden.

7 AUSSERGEWÖHNLICHE EINWIRKUNGEN

7.1 Brand

Im Brandfall können sich keine toxischen Gase / Dämpfe entwickeln. Bei LMM mit organischen Zusatzstoffen können geringe Mengen CO entstehen.

Zur Brandbekämpfung eingesetztes Löschwasser kann Schäden an LMM erzeugen. LMM im Löschwasser erzeugt keine Umweltrisiken.

7.2 Hochwasser

Unter Wassereinwirkung (z. B. Hochwasser) können LMM nach DIN 18946 replastifiziert und ausgewaschen werden. Dabei werden keine wassergefährdenden Stoffe freigesetzt. Aufgeweichte Bereiche des mit LMM aufgeführten Mauerwerks müssen ggf. auf ihre Stabilität untersucht werden.

7.3 Havarie Wasserleitungen

Infolge von Schäden an Wasserleitungen kann im Gebäude Wasser austreten und im Mauerwerk verarbeiteten LMM aufweichen. Dadurch können in betroffenen Bereichen partielle Tragfähigkeitsverluste eintreten, die ggf. fachlich zu begutachten sind.

8 HINWEISE ZUR NUTZUNGSPHASE

LMM emittieren keine umwelt- oder gesundheitsgefährdenden flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, TVOC). Der Nachweis erfolgt nach DIN EN ISO 16000-9.

9 NACHNUTZUNGSPHASE

9.1 Recycling von LMM

Ergebnisse von Rückbauversuchen von Lehmsteinmauerwerk LSM zeigen, dass eine auf sortenreine Produktkategorien bezogene Rückgewinnung von LMM unter praktischen / betriebswirtschaftlichen Bedingungen ausgeschlossen werden kann [10]. Praktikabel ist eine Rückgewinnung von Lehmsteinbruch mit anhaftenden LMM-Resten durch Einsumpfen und Mauken oder trocken in geeigneten Brecheranlagen. Das aufbereitete Lehm-Rezyklat kann danach als *Primärrecyclinglehm* für LMM oder andere Lehmbaustoffe wiederverwertet werden unabhängig von der ursprünglichen Anwendung. Bei einer Wiederverwertung als LMM für *tragendes* LSM muss vom Hersteller eine Druckfestigkeitsklasse ≥ M 2,5 nachgewiesen werden [10].

Das zurückgewonnene Lehm-Rezyklat und die enthaltenen Komponenten lassen sich alternativ als Ausgangsstoff für andere Baustoffe *(Sekundärrecyclinglehm)* wiederverwerten.

Dabei darf das rückgebaute LSM keine lehmfreien Reststoffe (Zement-, Gips- und Kalkmörtel) sowie keine relevanten Spuren aus chemischen und biologischen Einwirkungen aus zurückliegenden Nutzungen enthalten (bauschädigende Salze, Moose / Algen, Hausschwamm, Schimmelpilze usw.). Gleiches gilt für die Weiterverwertung von separierten mineralischen Komponenten (z. B. Sand).

Sofern die o. g. Möglichkeiten der Wiederverwertung nicht praktikabel sind, können rückgewonnene LMM aus Gebäudeabriss mit natürlichen mineralischen Zusatzstoffen und einem homogen verteilten Gehalt an natürlichen organischen Zusatzstoffen ≤ 1 M.-% wie Bodenaushub weiterverwertet werden, z. B. im Landschaftsbau, zur Rekultivierung, zur Trassierung von Verkehrswegen oder in der Land- und Forstwirtschaft entsprechend der Ersatzbaustoffverordnung EBV für Einbauklassen für Böden und mineralische Reststoffe [11]. Im *Tabellenanhang E, IM C4* werden Komponenten zur Weiterverwertung deklariert.

9.2 Verwertung von Abfällen und Verpackungen

Die Verwertung von Holz, Papier- und Kunststoffverpackungen erfolgt gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) [12]. Bei der Herstellung von LMM entstehen keine Produktionsabfälle.

9.3 Entsorgung

Bei Gebäudeabriss zurückgebaute, nicht rückgewinnbare LMM, die für eine Wieder- oder Weiterverwertung ungeeignet sind, können auf Grund ihres chemisch neutralen, inerten Verhaltens auf Deponien der Deponieklasse DK 0 eingelagert werden (AVV Abfallschlüssel 01 04 09 Abfälle aus Sand und Ton [3]). Sie stellen keine außergewöhnlichen Belastungen für die Umwelt dar und können als Bauabfall deklariert werden *(Tabellenanhang E, IM C4)*.

10 NACHWEISE

10.1 Produkterstprüfung nach DIN 18942-100

Liegt dem Programmbetreiber vor.

10.2 VOC, TVOC

LMM wurden nach DIN EN 16516 und Prüfkammerbedingungen nach DIN EN ISO 16000 geprüft. Der Prüfbericht liegt dem Programmbetreiber vor.

Mineralische Bauprodukte		
Prüfparameter	**Anforderung**	**Prüfmethode**
Emissionsanalysen		
TVOC (Summe flüchtige organische Verbindungen)	≤ 3.000 µg/m³ (3 Tage nach Prüfkammerbeladung) ≤ 300 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
VOC (inkl. VVOC und SVOC) mit folgenden Einstufungen: Verordnung (EG) Nr. 1272/2008, Kategorien Carc. 1A u. 1B, Muta. 1A u. 1B, Repr. 1A u. 1B, TRGS 905, K1A, K1B, M1A, M1B, R1A, R1B, IARC Group 1 u. 2A, DFG (MAK-Liste), Kategorie 1B, 1A2	≤ 1 µg/m³ (3 und 28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
VOC (Summe) ohne NIK	≤ 100 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
VOC (Einzelbumen):		
Summe bicyclische Terpene	≤ 200 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Summe sensibilisierender Stoffe mit folgenden Einstufungen: DFG (MAK-Liste), Kategorie 1A, 1B, H1, H2	≤ 100 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Summe VOC (inkl. VVOC und SVOC) mit folgenden Einstufungen: Verordnung (EG) Nr. 1272/2008, Kategorien Carc. 2, Muta. 2, Repr. 2, TRGS 905, R2, M2, K2, IARC Group 2B, DFG (MAK-Liste), Kategorie 1B2	≤ 50 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	DIN EN 16516 DIN ISO 16000-3 DIN ISO 16000-6 DIN EN ISO 16000-9
Summe C9 - C14 Alkane / Isoalkane	≤ 200 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Summe C4 - C11 Aldehyde, acyclisch, aliphatisch	≤ 100 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	Prüfkammerbedingungen: siehe Prüfhandbuch
Summe C9 - C15 Alkylbenzole	≤ 100 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung	
Summe Kresole	≤ 5 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Summe Xylole	≤ 100 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung	
Summe Naphthalin und naphthalinähnliche Verb.	≤ 10 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
VOC (Einzelsubstanzen):		
Methylisothiazolinon (MIT)	≤ 1 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Octylisothiazolinon (OIT)	≤ 1 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Benzaldehyd	≤ 20 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
2-Ethyl-1-Hexanol, Ethylenglykolmono-butylether, 2-Hexoxyethanol (Anforderung je Einzelsubstanz)	≤ 100 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
2-Butoxyethylacetat	≤ 200 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Glykolether mit unzureichender Datenlage[5] (Anforderung je Einzelsubstanz):	0,005 ppm (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Propan-1,2-diol	≤ 60 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
2-Phenoxyethanol	≤ 20 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Phenol	≤ 20 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Benzolhaltig*	≤ 15 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Ethylacetat (VVOC)	≤ 600 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
Acetophenon	≤ 66 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	
TSVOC (Summe schwerflüchtige organische Verbindungen)	≤ 100 µg/m³ (28 Tage nach Prüfkammerbeladung)	

5 vgl. Bekanntmachung des Bundesumweltamtes: Richtwerte für Glykolether und Glykolester in der Innenraumluft, Bundesgesundheitsblatt, März 2013, Volume 56, Issue 2, pp 286-328

* vorläufig, eine Überschreitung führt derzeit noch nicht zur Abwertung

Tab. 10.1 Übersicht der Messwerte für VOC u. TVOC von LMM

10.3 Radioaktivität

Die Messung des Radionuklidgehaltes [Bq/kg] für Ra-226, Th-232 und K-40 von LMM nach DIN 18948, A.4 ergibt einen Aktivitätskonzentrationsindex von I < 1.

TEIL A SACHBILANZ

A.1 Funktionale Einheit

Die funktionale Einheit für die Herstellung von LMM ist in DIN 18946, A.3 sowie in der entsprechenden PKR geregelt und wird massebezogen mit einem Kilogramm (1 kg) festgelegt.

A.2 Betrachtungszeitraum

Die eingesetzten Mengen an Ausgangsstoffen, Energie sowie Verpackungen sind als Mittelwert von 12 Monaten in dem betrachteten Werk *(Tab. 2.1)* berücksichtigt.

A.3 Ergebnisse der Sachbilanz

Die Sachbilanz nach DIN EN ISO 14040, DIN EN ISO 14044 bzw. DIN EN 15804 dient der Quantifizierung der Input- und Outputströme des Produktsystems auf Basis der Datenerhebung beim Hersteller und als Grundlage eines Berechnungsverfahrens.

Tab. A.1 bildet die Sachbilanz für die drei deklarierten LMM ab. Der Hauptausgangsstoff ist Sekundärgrubenlehm mit unterschiedlichen mineralischen und natürlichen Zusatzstoffen. Hauptinputfaktoren sind Strom aus Wasserkraft, Flüssiggas für die Nachtrocknung und Diesel für Baufahrzeuge im Werk. Weitere Inputfaktoren sind Verpackungsmaterialien. Die Herstellung aller LMM erfolgt ohne Wasserzugabe, abwasser- und abfallfrei. Der Frischwasserverbrauch und die Outputfaktoren ergeben sich indirekt als Eintrag aus den Produktionsketten der Vorprodukte und Energieträger.

Tab. A.1 Sachbilanz der deklarierten Lehmmauermörtel (LMM 01 – LMM 03)

Lehmmauermörtel LMM *(Trockenrohdichte ρ_d)*	***Produkte***			***Einheit***	***Erläuterungen***
	LMM 01 *(1.800kg/ m³) schwer, feucht*	***LMM 02*** *(1.400kg/m³) leicht, feucht*	***LMM 03*** *(1.400kg/m³) leicht, nachgetr.*		
Input					
Ausgangsstoffe					
Grubenlehm					
-Primärgrubenlehm	*–*	*–*	*–*		
-Sekundärgrubenlehm	*0,43*	*0,7*	*0,7*	*kg/kg LMM*	
Gesteinskörnung 0/2	*0,57*	*0,2*	*0,2*	*kg/kg LMM*	
Holzspäne, unbehandelt	*–*	*0,1*	*0,1*	*kg/kg LMM*	
Energie					
Elektrische Energie	*0,026*	*0,026*	*0,026*	*MJ/kg LMM*	*Strom aus Wasserkraft*
Thermische Energie			*0,013*	*kg/kg LMM*	*Flüssiggas*
Diesel (Baufahrzeuge)	*0,0006*	*0,0006*	*–*		*Im Werk*
Frischwasser	*0,000079*	*0,000055*	*0,000054*	*m³/kg LMM*	*aus Vorprodukten, z.B. Sand*
Verpackungen					
PP Großgebinde	*0,014*	*0,014*	*–*	*kg/kg LMM*	*für 1 t LMM*

Kraftpapiersäcke			*0,0036*	*kg/kg LMM*	*90 g für 25 kg Sackware*
Output					
LMM	*1*	*1*	*1*	*kg*	*Endprodukt*
Abfälle	*0,0144*	*0,0051*	*0,0052*	*kg/kg LMM*	*aus Vorketten*
Abwasser	*–*	*–*	*–*	*m³/kg LMM*	*abwasserfreie Produktion*

Der Baulehm der deklarierten LMM besteht zu 100 % aus Sekundärgrubenlehm, der als Abfall aus der Kiesgewinnung stammt.

Die in *Tab. A.1* aufgelisteten mineralischen und pflanzlichen Zusätze entsprechen DIN 18946. Ungetrockneter Sand (0/2) ist der einzige mineralische Zusatzstoff. LMM 02 und LMM 03 enthalten unbehandelte Holzspäne als organischen, pflanzlichen Zusatz (7,1 M.-%).

Die Herkunfts- und Verbrauchsangaben zu Strom und Flüssiggas basieren auf Rechnungsangaben der Energielieferanten für den Produktionsstandort Viersen *(Tab. 2.1)*. Es wurde der durchschnittliche Energieeinsatz (MJ / kg LMM) für die Jahresproduktion der LMM bezogen auf die produzierte Gesamtmasse auf derselben Produktions- bzw. Trocknungsanlage angesetzt (massenbezogene Allokation).

Bei allen drei deklarierten LMM handelt es sich um wasser- und abwasserfreie Produktionsverfahren. Der Frischwasserinput entsteht aus den Prozessketten der Vorprodukte, z. B. Sandanteile, Flüssiggas, Verpackungen. Die Produktion der LMM ist abfallfrei, die in der Sachbilanz einberechneten Abfälle entstehen in der Vorkette bis zur Bereitstellung von Ausgangsstoffen und Energieträgern.

TEIL B ÖKOBILANZ

Die Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040 / DIN EN ISO 14044 / DIN EN15804 zur Erstellung einer Typ III UPD beruht auf einer Lebenszyklusanalyse (LCA) von LMM nach Herstellerdaten 2022 für das Werk in Viersen (LMM 01 – 03).

B.1 Ziele der Analyse

Ein erstes Ziel der Analyse ist die Erstellung einer Typ III UPD nach DIN EN ISO 14025 als Umweltinformation für die Planung und Ausführung von Bauteilen mit LMM. Ein weiteres Ziel bezieht sich auf die Optimierung von Produktionsprozessen und Verfahrenstechniken durch das Aufzeigen ökologischer Schwachstellen, einschließlich Ansätzen zu deren Beseitigung.

Ein drittes Ziel ist die Beantwortung der Frage, wie sich aus Gebäudeabbruch oder Demontage Baulehm und mineralische Ausgangsstoffe zurückgewinnen und mit „ökologischem Gewinn“ wieder- bzw. weiterverwerten lassen.

B.2 Zielgruppen der Analyse

Zielgruppen der Analyse sind neben Herstellern auch Anwender von LMM, Planer und Entscheidungsträger, die die Ergebnisse zur ökologischen Bewertung eines Bauteils oder Bauwerks verwenden können.

B.3 Referenznutzungsdauer

Die Referenznutzungsdauer (RSL – Reference Service Life) ist die Nutzungsdauer, die unter der Annahme bestimmter Nutzungsbedingungen (z. B. Standardnutzungsbedingungen) für ein Bauprodukt zu erwarten ist. Mit Bezug auf den Nutzungsdauerkatalog der Bau-EPD GmbH, Version 2014 [13] wird eine RSL für LMM von 100 Jahren zugrunde gelegt.

B.4 Abschneidekriterium

Entsprechend DIN 18946, A.3 werden alle Stoffflüsse berücksichtigt, die in das Produktionssystem fließen (Inputs) und mehr als 1 % der Gesamtmasse der Stoffflüsse oder mehr als 1 % des Primärenergieverbrauchs betragen. Das trifft auf die Holzpaletten zu.

Abweichend davon werden auch alle Stoffflüsse erfasst, die das System verlassen (Outputs) und deren Umweltauswirkungen > 1 % der gesamten Auswirkungen einer in der Bilanz berücksichtigten Wirkungskategorie darstellen. Das trifft auf Holzspäne in der Rezeptur für „leichte“ LMM *(Nr. 2, 3 Tab 2.1),* die Großgebinde und die Absackung in Kraftpapiersäcke zu.

Die Stoffflüsse zur Herstellung der LMM benötigten Maschinen, Anlagen und Infrastruktur wurden nicht einbezogen.

B.5 Annahmen und Abschätzungen

Annahmen und Abschätzungen betreffen Grubenlehm als Primär- bzw. Sekundärrohstoff, Verpackungen, Pflanzenanteile, die Abfallaufbereitung (IM C1 u. C3) und das Rückgewinnungspotenzial (IM D).

<u>*Grubenlehm*</u>: Alle deklarierten LPM basieren auf *Sekundärgrubenlehm*. Der Ressourceneinsatz und die Umweltwirkungen entfallen auf die Endprodukte des Betriebes zur Kiesgewinnung. Sekundärgrubenlehm kann als Sekundärrohstoff weiterverwertet werden und reduziert das

Aufkommen an Bauabfällen (AVV Nr. 17 05 04 [3]). Er verliert damit seine Abfalleigenschaft, tritt in ein neues Produktsystem über und erfährt dort eine Aufwertung (Upcycling).

Verpackungen: *Holzpaletten* lassen sich nicht vollständig den LMM zuordnen, da solche Universalpaletten in einem Pfand-Mehrwegsystem für verschiedene Produkte verwendet werden. Die im Holz der Paletten gebundenen biogenen Kohlenstoffe und Gutschriften aus der möglichen energetischen Verwertung werden nicht berücksichtigt. Das Abschneidekriterium gem. *Abs. B.4* findet hier Anwendung.

Großgebinde (Big bags): erdfeucht produzierte und transportierte LMM werden in offene Großgebinde mit einer Kapazität von 1,0 – 1,2 t abgesackt. Mangels originärer UPD für alle anderen Wirkungskategorien der Big bags erfolgte die Bilanzierung durch generische Daten für PP-Gewebebahnen nach ÖKOBAUDAT, Z. 6.6.04 [14] als annähernd vergleichbares Verfahren (worst case Annahme). Auf Gutschriften durch die stoffliche / thermische Verwertung der Big bags über das Entsorgungssystem wurde verzichtet.

Ungebleichte Kraftpapiersäcke ohne Kunststoffeinlage dienen der Verpackung und dem Feuchteschutz für nachgetrocknete „leichte“ LMM 03 mit 25 kg Verpackungseinheit. Ein Kraftpapiersack wiegt 90 g. Gutschriften durch die stoffliche oder thermische Verwertung der Kraftpapiersäcke über ein Entsorgungssystem werden nicht berücksichtigt.

PE-Folie schützt die palettierten, in Kraftpapiersäcke abgefüllten, nachgetrockneten „leichten“ LMM 03. Die 150 cm breite Folie umschließt eine Palette mit 48 Sack LMM und einem Gesamtgewicht von 1,2 t. Für PE-Folie findet das Abschneidekriterium nach *Abs. B.4* Anwendung.

Holzspäne: Die Umrechnung der Holzmasse in CO_2. erfolgt über die im Holz enthaltene Kohlenstoffmenge im Verhältnis der Molmassen von CO_2 zu C (44/12) nach DIN EN 16449. Der Kohlenstoffgehalt im Holz wird für alle Holzarten mit 50 % der absolut trockenen Holzmasse angenommen. Somit entspricht 1 kg absolut trockene Holzmasse etwa 1,832 kg CO_2. [15][16]. Die verwendeten Holzspäne sind nicht absolut trocken. Sie entstehen bei der Verarbeitung von unterschiedlichen Hölzern mit nicht definierten Restfeuchten. Die angelieferten Holzspäne werden im Werk nicht weiter getrocknet, zumal sie zusammen mit Baulehm und Wasser vermischt werden. Angenommen wird ein Sicherheitsabschlag auf die CO_2-Speicherung einer absolut trockenen Holzmasse von 10 % auf die in den Holzspänen enthaltene Restfeuchte w = 30 % (fasergesättigt).

Während der Wachstumsphase eines Baumes wird der Atmosphäre durch die Photosynthese CO_2 entzogen und in Form von Kohlenstoff C in das Holz einlagert, welches am Lebensende nur bei energetischer Verwertung wieder in die Atmosphäre entlassen wird. „Leichte“ LMM werden am Lebensende ausschließlich stofflich verwertet, und das gebundene CO_2 verbleibt im System.

Abbruch/Abriss (C1): LMM bilden im Lehmsteinmauerwerk LSM einen festen Verbund mit den Lehmsteinen LS (DIN 18940). Durch Abriss von LSM kann LMM nicht auf die Produktkategorie bezogen sortenrein, sondern nur als LS-Bruch mit anhaftenden Lehmmörtelresten rückgewonnen werden.

Für die nachfolgende Modellrechnung wird auf die Leistungsdaten eines branchentypischen Abrissbaggers für LSM mit einem Dieselverbrauch von 0,16 l / Betriebsstunde bei einer Abrissleistung von 50 m³ / h zurückgegriffen.

Abfallaufbereitung (C3): Die Annahmen im IM C3 basieren auf experimentellen Untersuchungen der FH Potsdam [10] zur Aufbereitung von LSM mit anhaftenden Mörtelresten durch Auflösung in Wasser (Einsumpfen) oder trockenes Zermahlen in entsprechenden Mühlen zu Lehm-Rezyklat. Für die nachfolgende Modellrechnung werden die Verbrauchs- und Leistungsdaten einer

branchentypischen Prallbrecheranlage für mineralische Baustoffe unterstellt. Die Anlage benötigt 0,23 l Diesel / t Abbruchmaterial, einschließlich des Betriebs eines integrierten Stromgenerators.

Rückgewinnungspotenzial (D): LMM können nur als Bestandteil von Abbruchmaterial, bestehend aus LS mit anhaftenden Lehmmörtelresten, rückgewonnen, zu Lehm-Rezyklat aufbereitet und wiederverwertet werden. *Sortenreine (Lehm-)Baustoffe* besitzen gleiche Werkstoffeigenschaften, auch wenn sie sich als Mischform homogen verteilter Ausgangsstoffe darstellen [17]. Dieser Ansatz erlaubt den universellen Ersatz von primären Grubenlehmen / Lehmaushub durch Lehm-Rezyklat unabhängig von der „neu“ herzustellenden Lehmbaustoff-Produktkategorie.

In den Modellrechnungen werden drei unterschiedliche Szenarien D1 bis D3 angenommen:

IM D1 unterstellt eine Wiederverwertung des trocken rückgewonnen Abbruchmaterials aus LSM als Sekundärstoff für *neuen LMM 01 „schwer“ und LMM 02 „leicht“* im *Erdfeuchtverfahren*. Die Einsparung bei der Bereitstellung von primären Ausgangsstoffen bilden das Rückgewinnungspotenzial dieses Szenarios.

IM D2 unterstellt eine Wiederverwertung des trocken rückgewonnenen Abbruchmaterials aus LSM als Sekundärstoff für *neuen LMM 03 „leicht“* im *Nachtrocknungsverfahren.* Im Szenario D2 ersetzen die trocken rückgewonnenen Sekundärstoffe nicht nur die primären Ausgangsstoffe, sondern auch die Energie für die Nachtrocknung erdfeuchter LMM 02.

IM D3 unterstellt eine Wiederverwertung des trocken rückgewonnenen Abbruchmaterials aus LSM mit LMM-Anhaftungen als Sekundärstoff für *andere Lehmbaustoffe*, die im *Trockendosierverfahren* hergestellt werden, z. B. für „neue“ LPM. Bei diesem Verwertungsszenario ersetzen die Bestandteile des LSM und der LMM ansonsten vorgetrockneten *Trockenlehm* und *Trockensand*.

B.6 Datenqualität

Die verwendeten Daten beziehen sich auf das Geschäftsjahr 2022. Die Ökobilanzen wurden für den Bezugsraum Deutschland erstellt.

Die Datenerfassung für die untersuchten Produkte und Verfahren erfolgte durch Nachweis der Energieeinsätze und Ermittlung weiterer Daten mittels eines strukturierten Erfassungsbogens. Die in dieser UPD deklarierten, nach den beschriebenen Verfahren hergestellten drei LMM entsprechen den in der Muster-UPD des DVL untersuchten LMM [4].

Zur Modellierung der Umweltwirkungen wurden die in *Tab. B.1* aufgeführten Hintergrunddatensätze, Studien und weitere Fachliteratur herangezogen.

Tab. B.1 Übersicht Datengrundlagen

Nr.	***Daten***	***Hintergrunddatensätze/Vergleichsdaten***
1	*Gesteinskörnung*	*GaBi 2021 in: ÖKOBAUDAT 1.2.01 (2023-08) [14]*
2	*Holzspäne*	*Forschungszentrum Karlsruhe/ BFH [16]*
3	*Elt. Energie aus Wasserkraft*	*GaBi 2020 in: ÖKOBAUDAT 9.2.05 (2021-06) [14]; Verifiziert nach: GEMIS 5.0*
4	*Flüssiggas*	*GaBi 2020 in: ÖKOBAUDAT 9.2.02 (2021-06) [14]*
5	*Transport zum Werk (35-40 t, EURO 5, 27 t Nutzlast, 85 % Auslastung)*	*GaBi 2020 in: ÖKOBAUDAT 9.3.01 (2021-06) [14]*
6	*Abbruch/Abriss*	*Herstellerdaten; Abrissbagger*

7	*Abfallaufbereitung*	*FH Potsdam [10]; Herstellerdaten Prallbrecher*
8	*Wiederverwendungspotenzial*	*FH Potsdam [10]; Muster UPD LMM [4]*

B.7 Allokation

Als Allokation wird die Zuordnung der Input- und Outputströme eines Ökobilanzmoduls auf das untersuchte Produktsystem und weitere Produktsysteme definiert (DIN EN ISO 14040).

Grubenlehm als *Sekundärgrubenlehm* wird als Bodenaushub bereitgestellt und in anderen Prozessen stofflich ohne Veränderung der Produkteigenschaften wiederverwertet. Der Hauptanteil der Belastungen wird entsprechend der *physikalischen Allokation* nach DIN EN ISO 14044, Abs. 4.3.2 der Kiesgewinnung als Hauptprodukt zugewiesen.

Der gemessene *Energieinput* wird nach der auf derselben Produktions- bzw. Trocknungsanlage hergestellten Masse aller Lehmbaustoffe proportional auf die Masseanteile der deklarierten Produkte aufgeteilt *(massebezogene Allokation)*.

B.8 Ergebnisse der Ökobilanzierung (LCA)

Für das Produkt „Gebäude“ sind alle IM A – D nach *Tab. B.3.1 – B.5.2* zu berücksichtigen. In der Produktebene „Baustoff“ entstehen in der Errichtungs- und Nutzungsphase i. d. R. keine Ressourcenverbräuche mit entsprechenden Umweltauswirkungen. Nach DIN EN 15804 ist die Deklaration der IM A1 – A3, C1 – C4 und D für alle zu untersuchenden Bauprodukte verpflichtend. Diese Auswahl entspricht der UPD-Art „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Sie wird für die nachfolgende Bilanzierung zugrunde gelegt. Die Daten basieren auf nachgewiesenen Werten für erdfeuchte *(E1 Tabellenanhang)* und nachgetrocknete „leichte“ LMM *(E2 Tabellenanhang)*. Die Rückgewinnungspotenziale IM D1 – D3 werden im *Teil C* in Form von Tabellen zusammenfassend dargestellt und interpretiert *(Abb. C.4.3– C.4.5)*.

Zu folgenden erweiterten Umweltindikatoren in *Tab. B.2* liegen keine Daten vor:

Tab. B.2: Erweiterte Umweltindikatoren

Nr.	***Indikator***	***Symbol***	***Einheit***	***Umweltwirkung /Wirkungskategorie***
1	*Feinstaubemission*	*PM*	*Krankheitsfälle*	*Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund v. Feinstaubemissionen (PM: Particulate Matter)*
2	*Ionisierende Strahlung, menschliche Gesundheit[2]*	*IRP*	*kBq U235-Äq.*	*Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235 (IRP: Ionizing Radiation Potential)*
3	*Ökotoxizität (Süßwasser)[1]*	*ETP-fw*	*CTUe*	*Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme (CTUe: Comparative Toxic Unit for ecosystems; ETP: Ecological Toxic Potential)*
4	*Humantoxizität kanzerogene Wirkungen[1]*	*HTP-c*	*CTUh*	*Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (CTUh: Comparative Toxic Unit for humans; HTP-c: Human Toxic Potential-carcinogenic)*
5	*Humantoxizität nicht kanzerogene Wirkungen[1]*	*HTP-nc*	*CTUh*	*Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (HTP-nc: Human Toxic Potential-non carcinogenic*
6	*Mit der Landnutzung verbundene Wirkungen / Bodenqualität[1]*	*SQP*	*–*	*Potenzieller Bodenqualitätsindex (SQP: Soil Quality Index)*

TEIL C INTERPRETATION DER ÖKOBILANZ

Im *Teil C* werden ausgewählte Ergebnisse der Ökobilanz *(E Tabellenanhang)* für die Parameter PEI und GWP (*Abb. C.1* bzw. *C.2*), den Gebäudeabriss (*Abb. C.3.1, jeweils PEI u. GWP*) und die Aufbereitung (*Abb. C.3.2, jeweils PEI u. GWP*) grafisch dargestellt und interpretiert.

C.1 Primärenergieeinsatz (PEI)

Abb. C.1 zeigt den gesamten Primärenergieeinsatz PEI für die Herstellung der LMM im Werk Viersen, basierend auf den Jahresabrechnungen 2022 der Energielieferanten. Der PEI umfasst die Bereitstellung der Ausgangsstoffe (IM A1), die Transporte ins Werk (IM A2) und den Herstellungsprozess (IM A3). Vom Ausgangsstoff zum Werkstor benötigt LMM 01 „schwer“ ungetrocknet 5,17E-01 MJ / kg LMM 01, LMM 02 „leicht“ ungetrocknet 5,83E-01 MJ / kg LMM 02, und LMM 03 „leicht“ mit Trocknung verbraucht 1,31E+00 MJ/kg LMM 03. Strom aus Wasserkraft ist der Hauptenergieträger für alle deklarierten LMM. LLM 03 benötigt für die Trocknung im Trommeltrockner zusätzlich 7,00E-01 MJ/kg LMM 03 für Flüssiggas, das entspricht knapp 60 % des gesamten PEI für LMM 03.

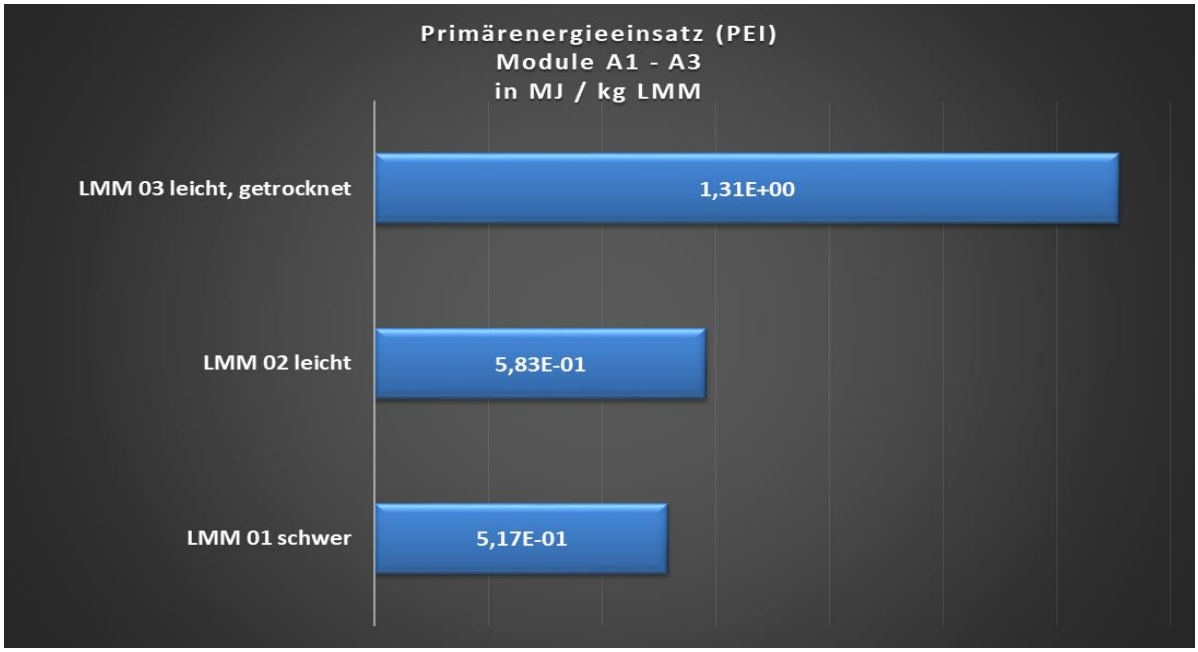

Abb. C.1: Primärenergieeinsatz PEI für LMM

Die Transporte zum Werk berücksichtigen die Anlieferung des Sekundärgrubenlehms, der Gesteinskörnung, anderer Zusätze und der Verpackungen. Diese Transporte tragen zwischen 3,50E-02 MJ/kg LMM 01 und 6,61E-02 MJ/kg LMM 02 zum PEI bei. Das sind 8 % bzw. 6 % des gesamten PEI.

Die Großgebinde (PP Big Bag) verursachen einen „grauen Energieeintrag“ in einer geschätzten Höhe von 1,05E-01 MJ/kg LMM 01 und LMM 02, entsprechend 18 % bzw. 20 % des gesamten PEI für LMM 02 und LMM 01. Es handelt sich dabei um eine worst case-Betrachtung mit Annahmen zur Ökobilanz solcher Großgebinde, abgeleitet aus Werten für ähnliche Kunststoffgewebe, die in der ÖKOBAUDAT [14] als generische Daten verfügbar sind *(Abs. B.6)*.

Ungebleichte Kraftpapiersäcke ohne Kunststoffinlet zur Absackung von LMM 03 „leicht“ getrocknet wiegen 90 g / 25 kg LMM 03 und tragen 1,32E-01 MJ / kg LMM 03 mit rund 10 % zum PEI bei.

C.2 Treibhausgaspotenzial GWP

Die Treibhausgaspotenziale $CO_{2equiv.}$ werden als GWP 100 in ihrer Klimawirkung über 100 Jahre betrachtet. In *Abb. C.2* werden die Treibhausgaspotenziale von der Bereitstellung der Ausgangsstoffe inkl. Verpackungen in IM A1, über die Transporte ins Werk (IM A2) bis zum Herstellungsprozess (IM A3) zusammenfassend dargestellt. Die für die Rezeptur von getrockneten LMM „leicht“ verwendeten unbehandelten Holzspäne enthalten gebundenes CO_2, das in die Berechnung nach DIN EN 16449 einbezogen wurde.

Die im Erdfeuchtverfahren hergestellten LMM 01 verursachen, aufsummiert über die IM A1 – A3 („von der Wiege bis zum Werkstor“) 7,98E-03 kg $CO_{2equiv.}$ / kg LMM 01.

Die ebenfalls im Erdfeuchtverfahren hergestellten LMM 02 „leicht“ enthalten 7,1 M.-% Holzspäne. Die darin enthaltene CO_2-Gutschrift von 1,06E+00 kg $CO_{2equiv.}$ / kg Holzspäne *(Abs. B.5)* führt insgesamt zu einem Klimaentlastungseffekt mit negativem Vorzeichen in Höhe von -6,02E-0,2 kg $CO_{2equiv.}$ / kg LMM 02. Dieser Effekt setzt sich fort, wenn LMM 02 zusätzlich getrocknet werden *(Nachtrocknungsverfahren)*. Nach technischer Trocknung im Trommeltrockner mit Flüssiggas ergibt sich ein Klimaentlastungseffekt in Höhe von -5,69E-02 kg $CO_{2equiv.}$ / kg LMM 03.

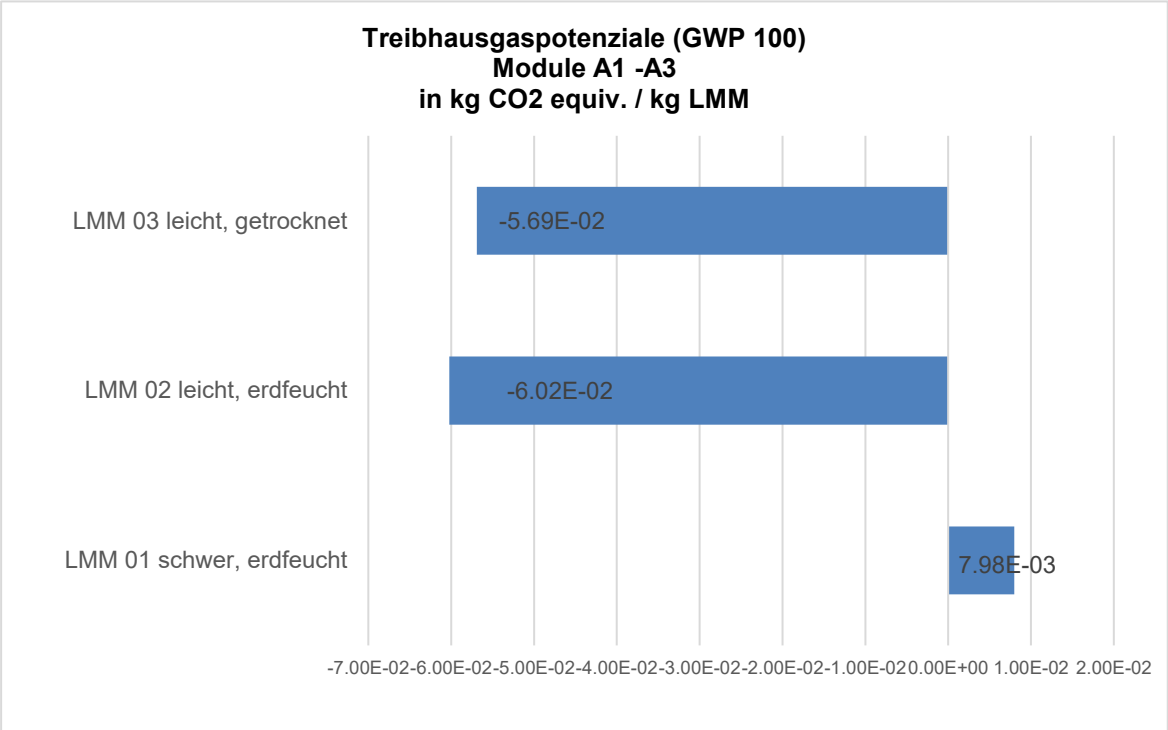

Abb. C.2: Treibhausgaspotentiale (GWP 100) LMM 01 – LMM 03

Der Dosier- und Mischprozess für alle drei deklarierten LMM erfolgt mit 100 % Strom aus Wasserkraft aus Flusskraftwerken auf derselben Produktionsanlage. Dieselverbräuche entstehen durch Baufahrzeuge (Radlader, Stapler) im Werk Viersen. Dieser Herstellungsprozess hat ein Treibhausgaspotenzial in Höhe von 3,06E-04 kg $CO_{2equiv.}$ / kg LMM 01 – 03. Für LMM 03 kommt die Treibhausgasemission des anschließenden Trocknungsprozesses mit 1,05E-02 kg $CO_{2equiv.}$ / kg LMM 03 hinzu. Der relativ geringe Effekt geht auf zwei Faktoren zurück. Die Ausgangsfeuchte im erdfeuchten Zustand beträgt maximal 18 M.-%, die Endfeuchte ca. 5 M.-%. Nur diese Differenz ist zu

trocknen. Der Trommeltrockner ist im Innern durch spezielle Schaufelanordnung zur Materialführung optimiert.

Transporte zum Werk berücksichtigen neben anderen Rohstofflieferungen auch den Weg des Sekundärgrubenlehms von der Kiesgewinnung ins Werk Viersen. Die Transporte mit LKW (EURO 5) mit 34 – 40 t zulässigem Gesamtgewicht und 27 t Nutzlast bei 85 % Auslastung verursachen je nach Rezeptur und Verpackungsart zwischen 2,44E-03 kg $CO_{2equiv.}$ / kg LMM 01 und 4,60E-03 kg $CO_{2equiv.}$ / kg LMM 02 bzw. LMM 03.

Die Absackung der LMM 01 und LMM 02 in offene Großgebinde aus PP (Big Bags) mit 1 t Fassungsvermögen trägt mit 3,74E-03 kg $CO_{2equiv.}$ / kg LMM zum Treibhauseffekt bei. Wie beim PEI *(Abb. C.1)* stellen diese Gebinde mit 47 % der Treibhausgasemissionen den größten Emissionsfaktor für LMM 01 dar. Die Größenordnung der positiven GWP-Gesamtemissionen für LMM 01 mit einem Faktor E-03 begünstigt diesen relativ hohen Anteil der Großgebinde. Eine Gutschrift für stoffliche oder energetische Verwertung der Großgebinde ist in der Umweltbilanz nicht enthalten.

Kraftpapiersäcke für LMM 03 „leicht“ nachgetrocknet enthalten eine CO_2-Gutschrift, die den Gesamtwert für das Treibhausgaspotenzial der LMM 03 auf -3,45E-03 kg $CO_{2equiv.}$ / kg LMM 03 mindert. Ohne diese Gutschrift würde sich die CO_2-Gesamtbilanz (IM A1 – A3) für LMM 03 auf -5,53E-02 kg $CO_{2equiv.}$ / kg LMM 03 etwas vermindern. Eine Gutschrift für eine stoffliche oder energetische Verwertung der Papiersäcke ist in dieser Umweltbilanz nicht enthalten.

Rezeptur und Herstellungsverfahren für LMM 02 „leicht“ und nachgetrocknete LMM 03 „leicht“ sind identisch. Hinzu kommt nur der Treibhausgaseffekt der Trocknung mit Flüssiggas für LMM 03. Die Rezeptur enthält 7,1 M.-% Holzspäne. Der in den Holzspänen enthaltene Kohlenstoff wird im Verhältnis der Molmassen von CO_2 zu C (44/12) umgerechnet. Der Kohlenstoffgehalt im Holz wird für alle Holzarten mit 50 % der absolut trockenen Holzmasse angenommen. Somit entspricht 1 kg absolut trockene Holzmasse etwa 1,832 kg CO_2 [15]. Da die Holzspäne nicht absolut trocken sind, reduziert sich das hier berechnete gebundene CO_2 von 1,83 kg CO_2 auf angenommene 1,06E+00 kg CO_2 / kg fasergesättigte Holzspäne (worst case Ansatz). Bezogen auf den Anteil der Holzspäne in der Rezeptur (7,1 M.-%) und unter Einberechnung des Aufwandes zur Herstellung von Holzspänen [15] ergibt das eine Gutschrift in Höhe von 6,94E-02 kg $CO_{2equiv.}$ / kg LMM 03.

C.3 Abriss und Aufbereitung

Für die Quantifizierung des *IM C1* wurden die Leistungsdaten eines branchentypischen Abrissbaggers angenommen und auf LSM mit Anhaftungen von LMM bezogen: Nach Herstellerangaben verbraucht ein Abbruchbagger 7,65 kg Diesel / h bei einer geschätzten Abrissleistung von 50 m³ LSM / h [. Diese Angaben wurden in der Umweltbilanz des *IM C.1* „Abbruch / Abriss“ unterstellt. *Abb. C.3.1* veranschaulicht die Kerngrößen der Umweltwirkungen in *IM C.1*.

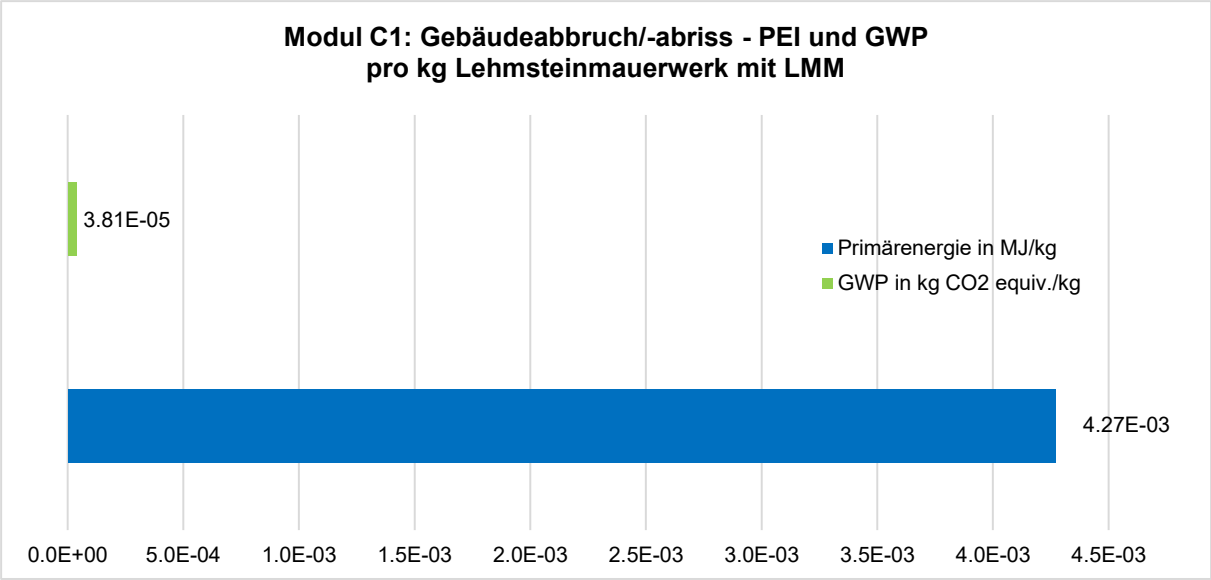

Abb. C.3.1 IM C1: PEI u. GWP für Gebäudeabriss / kg Lehmsteinmauerwerk LSM

Der Energieaufwand (MJ / kg LMM) und die resultierenden Treibhausgasemissionen ($CO_{2equiv.}$ / kg LMM) der *IM C1* und *C3* werden in Beziehung zu den Rückgewinnungspotenzialen gesetzt und geben Auskunft über den Netto-Effekt der Rückgewinnung.

In *IM C3* wird das Trockenverfahren zur Aufbereitung des Verbundes von LSM mit LMM-Anhaftungen zu Lehm-Rezyklat bewertet. Alternativ kann die Aufbereitung von Lehmsteinbruch im *Nassverfahren* durch Wässern und Mauken als Teil des Prozesses zur Wiederverwertung im Werk [10] erfolgen. Das Nassverfahren wird hier nicht weiter bewertet.

Zur Bewertung der *„trockenen“* Aufbereitung des Verbundes LSM mit LMM-Anhaftungen zu Lehm-Rezyklat wurde ein für das Baustoffrecycling typischer Prallbrecher mit geschätzten 0,23 l / t Dieselverbrauch einschließlich Stromgenerator ausgewählt. Solche Prallmühlen zerkleinern i. d. R. härtere Materialien als Lehm (Beton, Ziegel) mit einem Durchsatz von 250 t / h. Deshalb dürfte der hier zur Bilanzierung angenommene Verbrauch für Lehmsteinbruch tendenziell zu hoch angesetzt sein, wird aber als worst case-Annahme beibehalten. *Abb. C.3.2* zeigt die Umweltkennzahlen zum PEI und zur Wirkung auf das Treibhausgaspotenzial GWP der beschriebenen Aufbereitungstechnik in *IM C3*. Der betrachtete Prallbrecher mit integriertem Stromgenerator erfordert ca. 0,001 MJ / kg Lehmsteinbruch. Die Treibhausgasemissionen ergeben sich daraus mit 8,8E-05 kg $CO_{2equiv.}$ / kg Lehmsteinbruch.

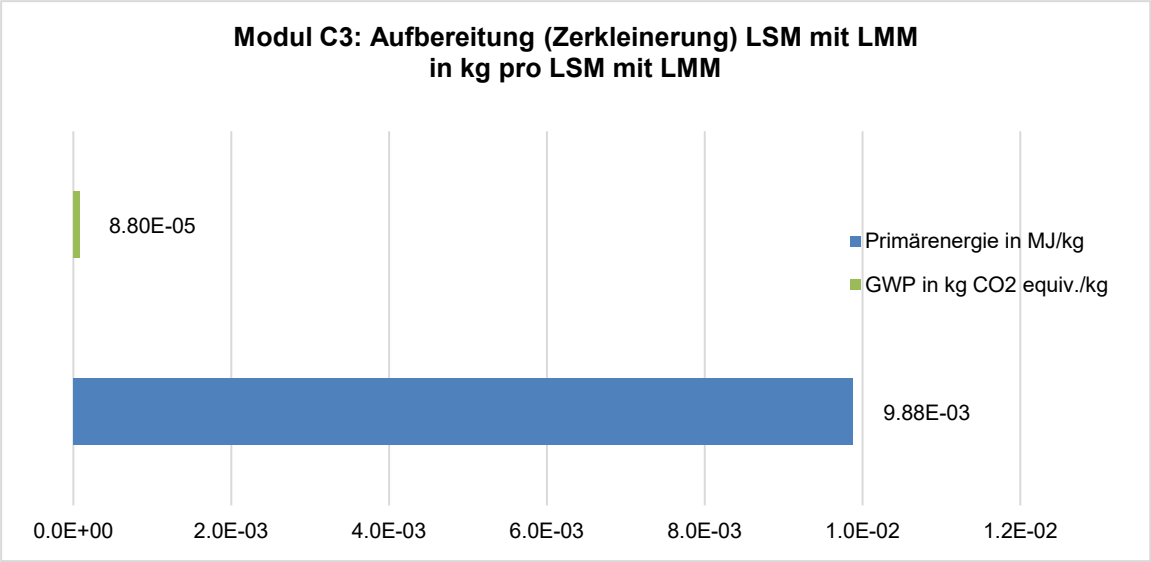

Abb. C.3.2 IM C3: PEI u. GWP für Aufbereitung von Lehmsteinbruch mit LMM.

C.4 Rückgewinnungsszenarien

Die Rückgewinnung von verarbeiteten LMM erfolgt aus teilweisem / vollständigem Gebäudeabriss. Dabei lassen sich LMM i. d. R. nur als Anhaftungen im Verbund mit LS als Lehmsteinmauerwerk (LSM) zurückgewinnen. Die originäre homogene Zusammensetzung *(Tab.C.1)*von LS und LMM ermöglicht eine Wiederverwertung als sortenreines Lehm-Rezyklat unter Zusatz von Sandkörnung 0/2 für neue LMM oder andere Lehmbaustoffe.

Tab. C.1 Originäre Stoffzusammensetzung LMM und Lehmsteine LS

LMM / LS, Zusammensetzung	*LMM 01, 02, erdfeucht (1.800 kg / m³)*	*LMM 03, nachgetrocknet (1.400 kg / m³)*	*LS (1.800 kg / m³)*	*LS (1.600 kg / m³)*
Ausgangsstoffe	*kg / kg LMM*	*kg / kg LMM*	*kg / kg LS*	*kg / kg LS*
Sekundärgrubenlehm	*0,43*	*0,7*	*1,0*	*0,9*
Gesteinskörnung 0/2, (Zusatzstoff)	*0,57*	*0,2*	*0*	*0*
Holzspäne, unbehandelt / Strohhäcksel	*0*	*0,1*	*0*	*0,1*

Die mineralische Zusammensetzung des Lehmsteinbruchs aus LSM nach *Tab. D.1,* die Rückbauversuche an der FH Potsdam [10] und Herstellerangaben zum Mörtelanteil (55 l / m² LSM) zeigen, dass trockenes Lehm-Rezyklat zu mindestens 70 M.-% aus Körnungen im Ton- und Schluffbereich und zu ca. 30 M.-% Sandanteil besteht. Das trocken rückgewonnene, zu Lehm-Rezyklat aufbereitete Abbruchmaterial eröffnet drei Szenarien der Wiederverwertung in *IM D1 – D3*:

- Szenario D1: für neue *LMM 01* und *LMM 02* im *Erdfeuchtverfahren*,
- Szenario D2: für neue getrocknete *LMM 03* im *Nachtrocknungsverfahren*,
- Szenario D3: für andere Lehmprodukte, die im *Trockendosierverfahren* hergestellt werden.

Insgesamt vermeiden alle Rückgewinnungsszenarien die Energie- und Umwelteffekte einer Deponierung. Die Bilanzdaten zur Rückgewinnung (D1 – D3), der Aufbereitung (C1 und C3) und Deponierung (C4) sind im *Tabellenanhang E* enthalten. Nachfolgend werden die Szenarien D1 – D3 interpretiert.

C.4.1 Szenario D1 Erdfeuchtverfahren

Für die Wiederverwertung von Lehmsteinbruch mit LMM-Anhaftungen für neue „schwere“ LMM 01 oder „leichte“ LMM 02 *(Tab. C.2)* wird für die Berechnung der Rückgewinnungspotenziale der Baulehmanteil von 70 M.-% und ein Sandanteil von 30 M.-% aus dem Abbruchmaterial übernommen. In einem neuen Prozess außerhalb des hier bilanzierten Systems müsste fehlender Sandanteil (27 M.-%) für LMM 01 ggf. ergänzt werden.

Tab. C.2 Modul D1: Wiederverwertung von Lehmsteinbruch mit LMM-Anhaftungen im Erdfeuchtverfahren

Modul D1: Wiederverwertung als LMM im Erdfeuchtverfahren						
Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA						
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM						
Funktionale Einheit kg		**Parameter**	PERT	PENRT	**PEI = PERT + PENRT**	**GWP (Gesamt)**
		IM/Einheit	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	kg $CO_{2\ äquiv.}$
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	**C1**	2,18E-05	3,32E-03	**3,34E-03**	**3,24E-05**
	Nassaufbereitung, einsumpfen/mauken	**C3**	0,00E+00	0,00E+00	**0,00E+00**	**0,00E+00**
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung als LMM 01 erdfeucht	**D1**	-8,58E-03	-2,93E-01	**-3,02E-01**	**-2,62E-03**
	Wiederverwertung als LMM 02, erdfeucht	**D1**	-3,20E-03	-1,32E-01	**-1,36E-01**	**-2,53E-03**

Die Substitution der Ausgangsstoffe erspart bei Wiederverwertung von LSM-Bruch zur Herstellung „neuer“ LMM 01 und LMM 02 nach Erdfeuchtverfahren einen Energieaufwand in Höhe von 1,36E-01 MJ / kg LMM 02 bis 3,02E-01 MJ / kg LMM 01. Dabei wird LSM-Bruch eingesumpft und nicht zu Lehm-Rezyklat aufbereitet. Die Umweltparameter für den primären Abbau von Grubenlehm (erdfeucht) und den Prozess der Sandbereitstellung (ungetrocknet) unterstellt [20], vermeidet Szenario D1 Treibhausgasemissionen in Höhe von 2,53E-03 bis 2,62E-03 kg $CO_{2equiv.}$. / kg LMM. Die Unterschiede ergeben sich aus den unterschiedlichen Anteilen der mineralischen Bestandteile. Pflanzliche Bestandteile wurden nicht einbezogen, dementsprechend entfallen CO_2 Gutschriften.

Nach Szenario D1 lassen sich durchschnittlich 58 % der Primärenergie einsparen und 33 % der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu primär im Erdfeuchtfahren hergestellten LMM 01 vermeiden. Aufgrund der unterschiedlichen Rezepturen ergibt sich für LMM 02 ein Energiespareffekt von 23 % und eine Klimaentlastung in Höhe von rund 20 % der $CO_{2\ equiv.}$im Vergleich zu primär im Erdfeuchtfahren hergestellten LMM 02.

C.4.2 Szenario D2 Nachtrocknungsverfahren

Bei der Wiederverwertung von LSM-Bruch für neue, getrocknete LMM 03 „leicht“ ergibt sich ein anderer Substitutionseffekt *(Tab. C.3)*: Das trockene, zu Lehm-Rezyklat aufbereitete Abbruchmaterial

ersetzt nicht nur primäre Ausgangsstoffe, sondern auch die Trocknungsenergie für neue „leichte“ LMM 03 und die damit verbundenen Energieeinträge und Treibhausgasemissionen.

Tab.C.3 Modul D2: Wiederverwertung von Lehmsteinbruch mit LMM-Anhaftungen für LMM 03 im Nachtrocknungsverfahren

Modul D2 Rückgewinnungspotenziale als LMM 03 leicht im Nachtrocknungsverfahren						
Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA						
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM						
Funktionale Einheit kg		**Parameter**	PERT	PENRT	**PEI = PERT + PENRT**	**GWP (Gesamt)**
		IM/Einheit	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	kg CO_2 equiv
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	**C1**	2,18E-05	3,32E-03	**3,34E-03**	**3,24E-05**
	Trockenaufbereitung	**C3**	6,41E-05	9,76E-03	**9,82E-03**	**9,52E-05**
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung als LPM 03 Nachtrocknungsverfahren	**D2**	-8,17E-03	-7,92E-01	**-8,00E-01**	**-1,25E-02**

Anders als bei LMM 01 „schwer“ und LMM 02 „leicht“ substituiert das Abbruchmaterial entsprechend der Rezeptur 70 M.-% Baulehm und 20 M.-% Sand im Recycling für LMM 03.

Der Primärenergieeintrag vermindert sich um 8,00E-01 MJ/ kg LMM 03 durch die wiederverwerteten, trockenen Sekundärstoffe. Die Treibhausgasemissionen sinken um 1,25E-02 kg $CO_{2\ equiv.}$ / kg verwendetes Lehm-Rezyklat. Das ist um einen Faktor mehr als bei der Wiederverwertung der Sekundärstoffe aus Lehmsteinbruch für LMM 01 und LMM 02. Ursächlich dafür ist der mögliche Verzicht auf eine Nachtrocknung mit Flüssiggas als Energieträger.

Wird der Aufwand für den Abbruch von LSM *(Abb. C.3.1)* und die Aufbereitung durch Zerkleinerungsmühlen zu Lehm-Rezyklat *(Abb. C.3.2)* gegengerechnet, reduzieren sich die in *Tab.C.3* betrachteten Nettoeffekte der Substitution in IM D2, bleiben aber höher als der Aufbereitungsaufwand.

Nach Szenario D2 lassen sich durchschnittlich 61 % der Primärenergie einsparen und 67 % der Treibhausgasemissionen (berechnet ohne CO_2-Gutschriften) im Vergleich zu primär im Erdfeuchtfahren hergestellten LMM 03 vermeiden.

C.4.3 Szenario D3 Trockendosierverfahren

Tab. C.4 zeigt die Umweltkennzahlen PEI und GWP bei einer Wiederverwertung von LSM mit LMM-Anhaftungen als Alternative zur Trocknung erdfeuchter Ausgangsstoffe für andere Lehmbaustoffe außer LMM. Die trockene Aufbereitung des Abbruchmaterials zu rieselfähigem Lehm-Rezyklat ermöglicht die Wiederverwertung im gravimetrischen *Trockendosierverfahren*. Vorgelagerte Herstellungsprozesse für Trockenlehm benötigen einen Energieinput mit Erdgas und Strom in Höhe von insgesamt 1,13E+00 MJ/kg Trockenlehm. Das verursacht Treibhausgasemissionen in Höhe von

6,63E-02 kg $CO_{2equiv.}$/kg Trockenlehm. Für Trockensand sind es 5,58E-01MJ/kg bzw. 2,62E-03 kg $CO_{2equiv.}$ /kg Trockensand.
In IM D3 ersetzen die Bestandteile des Lehm-Rezyklats 70 M.-% Trockenlehm und 30 M.-% Trockensand [10], hier für andere Lehmbaustoffe im Trockendosierverfahren.

Tab.C.4 Modul D3 Weiterverwertung von Lehm-Rezyklat im Trockendosierverfahren für andere Lehmbaustoffe

Modul D3 Rückgewinnungspotenziale im Trockendosierverfahren						
Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA						
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM						
Funktionale Einheit kg		**Parameter**	PERT	PENRT	**PEI = PERT + PENRT**	**GWP (Gesamt)**
		IM/Einheit	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	kg CO_2 äquiv
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	**C1**	2,18E-05	3,32E-03	**3,34E-03**	**3,24E-05**
	Trockenaufbereitung	**C3**	6,41E-05	9,76E-03	**9,82E-03**	**9,52E-05**
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung für Lehmprodukte im Trockendosierverfahren	**D3**	-1,94E-02	-8,92E-01	**-9,12E-01**	**-2,79E-02**

Im Szenario D 3 reduziert sich der Primärenergieeinsatz für Trockenlehm und getrockneten Sand um 9,12E-01 MJ / kg Lehm-Rezyklat durch Wiederverwertung als Sekundärstoff für trocken dosierte, neue Lehmbaustoffe, z. B. LPM. Die Treibhausgasemissionen (GWP) sinken um 2,79E-02 kg $CO_{2\ equiv.}$ / kg Lehm-Rezyklat.

Wird der Aufwand für den Abbruch von LSM mit LMM-Anhaftungen *(Abb. C.3.1)* und die Aufbereitung durch Zerkleinerungsmühlen zu Lehm-Rezyklat *(Abb. C.3.2)* gegengerechnet, reduziert sich der Nettoeffekt der Substitution in IM D3 für den Energieinput um <1,0 % und für die GWP um <0,1 %.

Ein Vergleich zu neuen Lehmprodukten mit diesen Sekundärstoffen hängt ab von der spezifischen Zusammensetzung der Produkte und kann hier nicht quantifiziert werden.

TEIL D TABELLENANHANG

Im *Teil D Tabellenanhang* werden für die deklarierten LMM 01 – 03 die ermittelten Input-, Wirkungs- und Outputfaktoren nach Verfahrensart tabellarisch gem. DIN EN 15942 zusammengestellt.

D.1 Erdfeuchtverfahren LMM 01 – 02

Im *Abs. E.1* werden die Input-, Wirkungs- und Outputfaktoren für die erdfeucht hergestellten LPM 01 – 02 tabellarisch dargestellt.

D.1.1 Inputfaktoren

Im *Abs.D.1.1* werden in den *Tab. D.1.1.1 – D.1.1.2* die Inputfaktoren für die erdfeucht hergestellten LMM 01 – 02 tabellarisch dargestellt.

Tab.D.1.1.1 Lehmmauermörtel schwer LMM 01, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LMM 01: Lehmmauermörtel schwer nach DIN 18946 - Erdfeuchtverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	kg	MJ H_u	MJ H_u	m^3
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	9,05E-03	0,00E+00	9,05E-03	3,10E-01	0,00E+00	3,10E-01	4,30E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,02E-05
	Transport	A2	2,20E-03	0,00E+00	2,20E-03	3,28E-02	0,00E+00	3,28E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,95E-06
	Herstellung	A3	3,81E-02	0,00E+00	3,81E-02	8,63E-02	3,88E-02	1,25E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,50E-05
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	4,94E-02	0,00E+00	4,94E-02	4,29E-01	3,88E-02	4,67E-01	4,30E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,07E-04
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	C1	2,18E-05	0,00E+00	2,18E-05	3,32E-03	0,00E+00	3,32E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,56E-08
	Transport	C2	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	6,41E-05	0,00E+00	6,41E-05	9,76E-03	0,00E+00	9,76E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,79E-06
	Deponierung	C4	3,27E-02	0,00E+00	3,27E-02	2,00E-01	0,00E+00	2,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,05E-05
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LMM 01, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,58E-03	0,00E+00	-8,58E-03	-2,93E-01	0,00E+00	-2,93E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,81E-05
	Wiederverwertung LMM 03, Nachtrocknung	D2	-8,17E-03	0,00E+00	-8,17E-03	-7,92E-01	0,00E+00	-7,92E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-2,24E-05
	Wiederverwertung LSM/LMM, Trockendosierverfahren	D3	-1,94E-02	0,00E+00	-1,94E-02	-8,92E-01	0,00E+00	-8,92E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,12E-05

PERE = Erneuerbare Primärenergie (PE)
PERM = Erneuerbare PE zur stofflichen Nutzung
PERT = Summe erneuerbarer PE
PENRE = Nicht-erneuerbare PE als Energieträger
PENRM = Nicht-erneuerbare PE zur stofflichen Nutzung
PENRT = Summe nicht-erneuerbarer PE
SM = Einsatz von Sekundärstoffen
RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe
NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe
FW = Einsatz von Süßwasserressourcen
MB = Modul beschrieben
MNR = Modul nicht relevant

Tab. D.1.1.2 Lehmmauermörtel leicht LMM 02, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LMM 02: Lehmmauermörtel leicht nach DIN 18946 - Erdfeuchtverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	kg	MJ H_u	MJ H_u	m^3
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	6,49E-03	0,00E+00	6,49E-03	3,48E-01	0,00E+00	3,48E-01	7,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,42E-05
	Transport	A2	4,14E-03	0,00E+00	4,14E-03	6,19E-02	0,00E+00	6,19E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,69E-06
	Herstellung	A3	3,81E-02	0,00E+00	3,81E-02	8,63E-02	3,88E-02	1,25E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,50E-05
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	4,87E-02	0,00E+00	4,87E-02	4,96E-01	3,88E-02	5,35E-01	7,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	8,29E-05
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	C1	2,18E-05	0,00E+00	2,18E-05	3,32E-03	0,00E+00	3,32E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,56E-08
	Transport	C2	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	6,41E-05	0,00E+00	6,41E-05	9,76E-03	0,00E+00	9,76E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,79E-06
	Deponierung	C4	3,27E-02	0,00E+00	3,27E-02	2,00E-01	0,00E+00	2,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,05E-05
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LMM 02, Erdfeuchtverfahren	D1	-3,20E-03	0,00E+00	-3,20E-03	-1,32E-01	0,00E+00	-1,32E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,85E-05
	Wiederverwertung LMM 03, Nachtrocknung	D2	-8,17E-03	0,00E+00	-8,17E-03	-7,92E-01	0,00E+00	-7,92E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-2,24E-05
	Wiederverwertung LSM/LMM, Trockendosier-verfahren	D3	-1,94E-02	0,00E+00	-1,94E-02	-8,92E-01	0,00E+00	-8,92E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,12E-05

PERE = Erneuerbare Primärenergie (PE)

PERM = Erneuerbare PE zur stofflichen Nutzung

PERT = Summe erneuerbarer PE

PENRE = Nicht-erneuerbare PE als Energieträger

PENRM = Nicht-erneuerbare PE zur stofflichen Nutzung

PENRT = Summe nicht-erneuerbarer PE

SM = Einsatz von Sekundärstoffen

RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe

NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe

FW = Einsatz von Süßwasserressourcen

MB = Modul beschrieben

MNR = Modul nicht relevant

D.1.2 Wirkungsfaktoren

Im *Abs. D.1.2* werden in den *Tab. D.1.2.1 – D.1.2.2* die Wirkungsfaktoren für die erdfeucht hergestellten LMM 01 – 02 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.1.2.1 Lehmmauermörtel schwer LMM 01, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LMM 01: Lehmmauermörtel nach DIN 18946 - Erdfeuchtverfahren															
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-fresh-water	EP-marine	WDP	ADPE	ADPF
		IM/Einheit	kg CO2 eq.	kg CO2 eq.	kg CO2 eq.	kg CO2 eq.	kg CFC-11 eq.	kg NMVOC eq.	Mole of H+ eq.	Mole of N eq.	kg P eq.	kg N eq.	m^3 world eq.	kg Sb eq.	MJ H_u eq.
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	1,50E-03	-1,61E-06	5,75E-06	1,49E-03	2,64E-06	1,05E-08	1,77E-02	2,76E-05	5,01E-06	2,51E-06	3,91E-05	1,49E-07	2,05E-02
	Transport	A2	2,44E-03	-8,00E-06	1,44E-05	2,43E-03	3,02E-13	1,01E-06	8,17E-06	4,28E-05	5,67E-06	3,82E-06	1,26E-05	1,73E-07	3,27E-02
	Herstellung	A3	4,05E-03	-3,81E-05	2,45E-06	4,08E-03	1,09E-11	9,34E-06	9,06E-06	2,75E-05	4,56E-07	2,27E-06	4,87E-05	2,04E-07	3,21E-02
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	7,98E-03	-4,77E-05	2,26E-05	8,01E-03	2,64E-06	1,04E-05	1,78E-02	9,79E-05	1,11E-05	8,60E-06	1,00E-04	5,26E-07	8,53E-02
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	C1	3,24E-05	3,85E-07	5,22E-09	3,20E-05	4,03E-14	8,19E-08	9,24E-08	1,87E-07	5,00E-08	1,71E-08	2,55E-07	2,64E-09	3,32E-03
	Transport	C2	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	9,52E-05	1,13E-06	1,54E-08	9,40E-05	1,18E-13	2,41E-07	2,72E-07	5,49E-07	1,47E-07	5,01E-08	7,49E-07	7,76E-09	9,75E-03
	Deponierung	C4	1,46E-02	-4,98E-04	4,67E-05	1,50E-02	8,31E-05	3,86E-11	1,07E-04	3,03E-04	3,04E-05	2,75E-05	1,65E-03	6,95E-07	2,00E-01
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LMM 01, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,62E-03	1,52E-06	-5,45E-06	-2,61E-03	-2,51E-06	-1,58E-06	-1,68E-02	-2,62E-05	-7,02E-06	-2,38E-06	-3,71E-05	-1,42E-07	-3,67E-02
	Wiederverwertung LMM 03, Nachtrocknung	D2	-1,25E-02	-7,70E-05	-2,98E-06	-1,24E-02	-8,86E-07	-2,23E-05	-5,98E-03	-1,12E-05	-5,55E-06	-5,15E-06	-8,76E-05	-5,11E-08	-6,96E-01
	Wiederverwertung LSM/LMM, Trockendosierverfahren	D3	-2,79E-02	-5,82E-05	-6,57E-06	-2,78E-02	-2,55E-06	-2,05E-05	-1,71E-02	-1,07E-04	-7,25E-06	-9,65E-06	-1,62E-04	-4,34E-07	-4,63E-01

GWP total = Globales Erwärmungspotenzial
GWP-biogenic = Globales Erwärmungspotenzial - biogen
GWP-luluc = Globales Erwärmungspotenzial - luluc
GWP-fossil = Globales Erwärmungspotenzial - fossil
ODP = Abbaupotenzial der stratosphär. Ozonschicht
POCP = Bildungspotenzial für troposphär. Ozon
AP = Versauerungspotenzial, kumulierte Überschreitung
EP-terrestrial = Eutrophierungspotenzial - Land
EP-freshwater = Eutrophierungspotenzial - Süßwasser
EP-marine = Eutrophierungspotenzial - Salzwasser
WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)
MNR = Modul nicht relevant
MB = Modul beschrieben

Tab. D.1.2.2 Lehmmauermörtel leicht LMM 02, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LMM 02: Lehmmauermörtel leicht nach DIN 18946 - Erdfeuchtverfahren															
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-fresh-water	EP-marine	WDP	ADPE	ADPF
		IM/Einheit	kg CO2 eq.	kg CO2 eq.	kg CO2 eq.	kg CO2 eq.	kg CFC-11 eq.	kg NMVOC eq.	Mole of H+ eq.	Mole of N eq.	kg P eq.	kg N eq.	m³ world eq.	kg Sb eq.	MJ H_u eq.
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	-6,89E-02	-7,55E-02	2,03E-06	6,61E-03	9,33E-07	1,58E-06	6,26E-03	9,73E-06	3,57E-06	8,84E-07	1,38E-05	5,25E-08	7,23E-03
	Transport	A2	4,60E-03	-1,51E-05	2,72E-05	4,59E-03	5,70E-13	1,90E-06	1,54E-05	8,08E-05	1,07E-05	7,20E-06	2,39E-05	3,27E-07	6,18E-02
	Herstellung	A3	4,05E-03	-3,81E-05	2,45E-06	4,08E-03	1,09E-11	9,34E-06	9,06E-06	2,75E-05	4,56E-07	2,27E-06	4,87E-05	2,04E-07	3,21E-02
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	-6,02E-02	-7,55E-02	3,17E-05	1,53E-02	9,33E-07	1,28E-05	6,29E-03	1,18E-04	1,47E-05	1,04E-05	8,64E-05	5,84E-07	1,01E-01
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	C1	3,24E-05	3,85E-07	5,22E-09	3,20E-05	4,03E-14	8,19E-08	9,24E-08	1,87E-07	5,00E-08	1,71E-08	2,55E-07	2,64E-09	3,32E-03
	Transport	C2	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	9,52E-05	1,13E-06	1,54E-08	9,40E-05	1,18E-13	2,41E-07	2,72E-07	5,49E-07	1,47E-07	5,01E-08	7,49E-07	7,76E-09	9,75E-03
	Deponierung	C4	9,01E-02	7,50E-02	4,67E-05	1,50E-02	8,31E-05	3,86E-11	1,07E-04	3,03E-04	3,04E-05	2,75E-05	1,65E-03	6,95E-07	2,00E-01
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LMM 02, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,53E-03	5,38E-07	-1,92E-06	-2,52E-03	-8,86E-07	-2,67E-06	-5,95E-03	-9,24E-06	-5,53E-06	-8,40E-07	-1,31E-05	-5,06E-08	-3,61E-02
	Wiederverwertung LMM 03, Nachtrocknung	D2	-1,25E-02	-7,70E-05	-2,98E-06	-1,24E-02	-8,86E-07	-2,23E-05	-5,98E-03	-1,12E-05	-5,55E-06	-5,15E-06	-8,76E-05	-5,11E-08	-6,96E-01
	Wiederverwertung LSM/LMM, Trockendosierverfahren	D3	-2,79E-02	-5,82E-05	-6,57E-06	-2,78E-02	-2,55E-06	-2,05E-05	-1,71E-02	-1,07E-04	-7,25E-06	-9,65E-06	-1,62E-04	-4,34E-07	-4,63E-01

GWP total = Globales Erwärmungspotenzial
GWP-biogenic = Globales Erwärmungspotenzial - biogen
GWP-luluc = Globales Erwärmungspotenzial - luluc
GWP-fossil = Globales Erwärmungspotenzial - fossil
ODP = Abbaupotenzial der stratosphär. Ozonschicht
POCP = Bildungspotenzial für troposphär. Ozon
AP = Versauerungspotenzial, kumulierte Überschreitung
EP-terrestrial = Eutrophierungspotenzial - Land
EP-freshwater = Eutrophierungspotenzial - Süßwasser
EP-marine = Eutrophierungspotenzial - Salzwasser
WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)
MNR = Modul nicht relevant
MB = Modul beschrieben

D.1.3 Outputfaktoren

Im *Abs. D.1.3* werden in den *Tab. D.1.3.1 – D.1.3.2* die Outputfaktoren für die erdfeucht hergestellten LMM 01 – 02 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.1.3.1 Lehmmauermörtel schwer LMM 01, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LMM 01: Lehmmauermörtel schwer nach DIN 18946 - Erdfeuchtverfahren										
Funktionale Einheit kg		Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
		IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ	MJ
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	6,58E-08	1,44E-02	8,07E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	1,84E-09	1,64E-04	1,44E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Herstellung	A3	8,58E-07	1,67E-04	5,52E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	9,25E-07	1,47E-02	7,76E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	C1	5,54E-12	3,79E-09	3,05E-09	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	C2	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	6,37E-10	4,16E-05	3,51E-07	0,00E+00	9,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Deponierung	C4	4.31E-12	1,00E+00	2,25E-06	9,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LMM 01, Erdfeuchtverfahren	D1	-1,09E-07	-2,39E-02	-1,34E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LMM 03, Nachtrocknung	D2	-1,06E-07	-2,23E-02	-1,91E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LSM/LMM, Trockendosierverfahren	D3	-6,92E-08	-1,40E-02	-1,17E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie
NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall
RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall
CRU = Komponenten f. die Wiederverwendung
MFR = Stoffe zum Recycling
MER = Stoffe für die Energierückgewinnung
EEE = Exportierte elektr. Energie
EET = Exportierte thermische Energie
MNR = Modul nicht relevant
MB = Modul beschrieben

Tab. D.1.3.2 Lehmmauermörtel leicht LMM 02, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LMM 02: Lehmmauermörtel leicht nach DIN 18946 - Erdfeuchtverfahren										
Funktionale Einheit kg		Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
		IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ	MJ
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	2,32E-08	5,07E-03	2,85E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	1,04E-10	9,27E-06	8,15E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Herstellung	A3	8,89E-09	6,29E-05	5,13E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	3,22E-08	5,14E-03	5,49E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	C1	5,54E-12	3,79E-09	3,05E-09	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	C2	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	6,37E-10	4,16E-05	3,51E-07	0,00E+00	9,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Deponierung	C4	4.31E-12	1,00E+00	2,25E-06	9,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LMM 02, Erdfeuchtverfahren	D1	-1,02E-07	-2,22E-02	-1,25E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LMM 03, Nachtrocknung	D2	-1,06E-07	-2,23E-02	-1,91E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LSM/LMM, Trockendosierverfahren	D3	-6,92E-08	-1,40E-02	-1,17E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie

NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall

RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall

CRU = Komponenten f. die Wiederverwendung

MFR = Stoffe zum Recycling

MER = Stoffe für die Energierückgewinnung

EEE = Exportierte elektr. Energie

EET = Exportierte thermische Energie

MNR = Modul nicht relevant

MB = Modul beschrieben

D.2 Nachtrocknungsverfahren LPM 03

Im *Abs. D.2* werden die Input-, Wirkungs- und Outputfaktoren für den nachgetrockneten LPM 03 tabellarisch dargestellt.

E.2.1 Inputfaktoren

Im *Abs. D.2.1* werden in *Tab. D.2.1* die Inputfaktoren für den LMM 03 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.2.1 Lehmmauermörtel leicht LMM 03, nachgetrocknet

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LMM 03: Lehmmauermörtel leicht nach DIN 18946 - Nachtrocknungsverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	MJ H_u	kg	MJ H_u	MJ H_u	m^3
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	6,49E-03	0,00E+00	6,49E-03	3,48E-01	0,00E+00	3,48E-01	7,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,42E-05
	Transport	A2	4,19E-03	0,00E+00	4,19E-03	6,26E-02	0,00E+00	6,26E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,73E-06
	Herstellung	A3	8,88E-02	5,76E-02	1,46E-01	7,44E-01	0,00E+00	7,44E-01	7,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	6,98E-05
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	9,94E-02	5,76E-02	1,57E-01	1,15E+00	0,00E+00	1,15E+00	1,40E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,19E-05
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	C1	2,18E-05	0,00E+00	2,18E-05	3,32E-03	0,00E+00	3,32E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,56E-08
	Transport	C2	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	6,41E-05	0,00E+00	6,41E-05	9,76E-03	0,00E+00	9,76E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,79E-06
	Deponierung	C4	3,27E-02	0,00E+00	3,27E-02	2,00E-01	0,00E+00	2,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,05E-05
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LMM02, Erdfeuchtverfahren	D1	-3,20E-03	0,00E+00	-3,20E-03	-1,32E-01	0,00E+00	-1,32E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,85E-05
	Wiederverwertung LMM03, Nachtrocknung	D2	-8,17E-03	0,00E+00	-8,17E-03	-7,92E-01	0,00E+00	-7,92E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-2,24E-05
	Wiederverwertung LSM/LMM, Trockendosierverfahren	D3	-1,94E-02	0,00E+00	-1,94E-02	-8,92E-01	0,00E+00	-8,92E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,12E-05

PERE = Erneuerbare Primärenergie (PE)
PERM = Erneuerbare PE zur stofflichen Nutzung
PERT = Summe erneuerbarer PE
PENRE = Nicht-erneuerbare PE als Energieträger
PENRM = Nicht-erneuerbare PE zur stofflichen Nutzung
PENRT = Summe nicht-erneuerbarer PE
SM = Einsatz von Sekundärstoffen
RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe
NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe
FW = Einsatz von Süßwasserressourcen
MB = Modul beschrieben
MNR = Modul nicht relevant

D.2.2 Wirkungsfaktoren

Im *Abs. D.2.2* werden in *Tab. D.2.2* die Wirkungsfaktoren für den nachgetrockneten LMM 03 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.2.2 Lehmmauermörtel leicht LMM 03, nachgetrocknet

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LMM 03: Lehmmauermörtel leicht nach DIN 18946 - Nachtrocknungsverfahren															
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-fresh-water	EP-marine	WDP	ADPE	ADPF
		IM/Einheit	kg CO2 eq.	kg CO2 eq.	kg CO2 eq.	kg CO2 eq.	kg CFC-11 eq.	kg NMVOC eq.	Mole of H+ eq.	Mole of N eq.	kg P eq.	kg N eq.	m^3 world eq.	kg Sb eq.	MJ H_u eq.
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	-6,89E-02	-7,55E-02	2,03E-06	6,61E-03	9,33E-07	1,58E-06	6,26E-03	9,73E-06	3,57E-06	8,84E-07	1,38E-05	5,25E-08	7,23E-03
	Transport	A2	4,60E-03	-1,51E-05	2,72E-05	4,59E-03	5,70E-13	1,90E-06	1,54E-05	8,08E-05	1,07E-05	7,20E-06	2,39E-05	3,27E-07	6,18E-02
	Herstellung	A3	7,34E-03	-4,93E-03	6,86E-06	1,23E-02	1,71E-11	3,19E-05	3,67E-05	4,10E-05	5,26E-07	8,60E-06	4,62E-04	7,24E-07	7,44E-01
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	-5,69E-02	-8,04E-02	3,61E-05	2,35E-02	9,33E-07	3,53E-05	6,32E-03	1,32E-04	1,48E-05	1,67E-05	5,00E-04	1,10E-06	8,13E-01
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	C1	3,24E-05	3,85E-07	5,22E-09	3,20E-05	4,03E-14	8,19E-08	9,24E-08	1,87E-07	5,00E-08	1,71E-08	2,55E-07	2,64E-09	3,32E-03
	Transport	C2	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	9,52E-05	1,13E-06	1,54E-08	9,40E-05	1,18E-13	2,41E-07	2,72E-07	5,49E-07	1,47E-07	5,01E-08	7,49E-07	7,76E-09	9,75E-03
	Deponierung	C4	9,01E-02	7,50E-02	4,67E-05	1,50E-02	8,31E-05	3,86E-11	1,07E-04	3,03E-04	3,04E-05	2,75E-05	1,65E-03	6,95E-07	2,00E-01
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LMM 02, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,53E-03	5,38E-07	-1,92E-06	-2,52E-03	-8,86E-07	-2,67E-06	-5,95E-03	-9,24E-06	-5,53E-06	-8,40E-07	-1,31E-05	-5,06E-08	-3,61E-02
	Wiederverwertung LMM 03, Nachtrocknung	D2	-1,25E-02	-7,70E-05	-2,98E-06	-1,24E-02	-8,86E-07	-2,23E-05	-5,98E-03	-1,12E-05	-5,55E-06	-5,15E-06	-8,76E-05	-5,11E-08	-6,96E-01
	Wiederverwertung LSM/LMM, Trockendosierverfahren	D3	-2,79E-02	-5,82E-05	-6,57E-06	-2,78E-02	-2,55E-06	-2,05E-05	-1,71E-02	-1,07E-04	-7,25E-06	-9,65E-06	-1,62E-04	-4,34E-07	-4,63E-01

GWP total = Globales Erwärmungspotenzial
GWP-biogenic = Globales Erwärmungspotenzial - biogen
GWP-luluc = Globales Erwärmungspotenzial - luluc
GWP-fossil = Globales Erwärmungspotenzial - fossil
ODP = Abbaupotenzial der stratosphär. Ozonschicht
POCP = Bildungspotenzial für troposphär. Ozon
AP = Versauerungspotenzial, kumulierte Überschreitung
EP-terrestrial = Eutrophierungspotenzial - Land
EP-freshwater = Eutrophierungspotenzial - Süßwasser
EP-marine = Eutrophierungspotenzial - Salzwasser
WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)
MNR = Modul nicht relevant
MB = Modul beschrieben

D.2.3 Outputfaktoren

Im *Abs. D.2.3* werden in *Tab. D.2.3* die Outputfaktoren für den nachgetrockneten LMM 03 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.2.3 Lehmmauermörtel leicht LMM 03, nachgetrocknet

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LMM 03: Lehmmauermörtel leicht nach DIN 18946 - Nachtrocknungsverfahren										
Funktionale Einheit kg		Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
		IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ	MJ
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	2,32E-08	5,07E-03	2,85E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	1,04E-10	9,27E-06	8,15E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Herstellung	A3	8,84E-09	6,00E-05	5,10E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	3,21E-08	5,14E-03	5,47E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	C1	5,54E-12	3,79E-09	3,05E-09	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	C2	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	6,37E-10	4,16E-05	3,51E-07	0,00E+00	9,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Deponierung	C4	4.31E-12	1,00E+00	2,25E-06	9,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LMM 01, Erdfeuchtverfahren	D1	-1,02E-07	-2,22E-02	-1,25E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LMM 03, Nachtrocknung	D2	-1,06E-07	-2,23E-02	-1,91E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LSM/LMM, Trockendosierverfahren	D3	-6,92E-08	-1,40E-02	-1,17E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie
NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall
RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall
CRU = Komponenten f. die Wiederverwendung
MFR = Stoffe zum Recycling
MER = Stoffe für die Energierückgewinnung
EEE = Exportierte elektr. Energie
EET = Exportierte thermische Energie
MNR = Modul nicht relevant
MB = Modul beschrieben

ZITIERTE STANDARDS

DIN 4102-1:1998-05: *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen*

DIN 4102-4:2016-05: *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile*

DIN 18300:2016-09: *VOB/C (ATV) – Erdarbeiten*

DIN 18940:2023-03, *Tragendes Lehmsteinmauerwerk – Bemessung, Konstruktion u. Ausführung*,

DIN 18942-1:2018-12: *Lehmbaustoffe und Lehmbauprodukte – Teil 1: Begriffe*

DIN 18942-100:2018-12: *Lehmbaustoffe und Lehmbauprodukte – Teil 100: Konformitätsnachweis*

DIN 18945:2018-12: *Lehmsteine – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*

DIN 18946:2018-12: *Lehmmauermörtel – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*

DIN 18948:2018-12: *Lehmplatten – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*

DIN 20000-412:2019-06: *Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 412: Regeln für die Verwendung von Mauermörtel nach DIN EN 998-2:2017-02*

DIN EN 998-2:2017-02: *Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauermörtel*

DIN EN 12620:2008-07: *Gesteinskörnungen für Beton*

DIN EN 13139 (E):2015-07: *Gesteinskörnungen für Mörtel DIN EN 13501* (zurückgezogen)

DIN EN 13501-1:2010-01: *Klassifizierung von Bauprodukten u. Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*

DIN EN 15804:2022-03: *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte*

DIN EN 15942:2022-04: *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Kommunikationsformate zwischen Unternehmen*

DIN EN ISO 14025:2011-10: *Umweltkennzeichnungen u. -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen; Grundsätze u. Verfahren*

DIN EN ISO 14040:2021-02: *Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze u. Rahmenbedingungen*

DIN EN ISO 14044:2021-02: *Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen*

DIN EN ISO 16000-9:2008-04: *Innenraumluftverunreinigungen – Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionskammer-Prüfverfahren*

DIN EN 16449:2014-06: Holz und Holzprodukte - Berechnung des biogenen Kohlenstoffgehalts im Holz und Umrechnung in Kohlenstoffdioxid

LITERATURQUELLEN

1. Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.), *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Allgemeine Hinweise für die Erstellung von Ökobilanzen und Projektberichten (Teil 2)*, Ausgabe 2022-06
2. Dachverband Lehm e.V. (Hrsg.): *Lehmbau Regeln - Begriffe, Baustoffe, Bauteile*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner | GWV Fachverlage, 3., überarbeitete Aufl., 2009

3. Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung AVV) v. 10.12.2001 (BGbl. I, S. 3379), letzte Fassung v. 30.06.2020 (BGbl. I, S.1533)
4. Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaustoffe – Muster-UPD für die Baustoffkategorie Lehmmauermörtel (UPD LMM) nach DIN EN 15804*. Weimar: 2023-01
5. Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaustoffe – Grundregeln für die Baustoffkategorie Lehmmauermörtel (PKR LMM)*. Weimar 2022-04
6. Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Qualitätsüberwachung von Baulehm als Ausgangsstoff für industriell hergestellte Lehmbaustoffe – Richtlinie*. Technische Merkblätter Lehmbau, TM 05. Weimar:2011-06
7. Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung – GewAbfV) v. 18.04.2017 (BGbl.I, S.896), letzte Fassung v. 09.07.2021 (BGbl. I, S.2598)
8. Natureplus e. V. (Hrsg.): *Vergaberichtlinie 0803 zur Vergabe des Qualitätszeichens. Lehmputzmörtel*. Ausgabe April 2015, Neckargemünd: 2015
9. Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft - v. 24.07.2002 (GMBl. S.511), BM f. Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Berlin:2002, Entwurf Neufassung v. 17.12.2020
10. FH Potsdam: Symposium Baustoffrecycling & Lehmbaustoffe – Perspektiven für eine Kreislaufwirtschaft im Bauwesen, Potsdam August 2022
11. Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV). BGBl. I S.2598 (Nr. 43) v. 09.07.2021, gültig ab 01.08.2023
12. Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG), BGBl. I, 24.02.2012, letzte Fassung BGBl. I, Nr. 56 v. 02.03.2023
13. Bau-EPD (Hrsg.): *Nutzungsdauerkatalog der Bau-EPD für die Erstellung von UPDs*. Bau-EPD GmbH, Wien 2014
14. www.oekobaudat.de (Stand Aug 2023)
15. Diederichs, S.; Rüter, S.: *Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz*. Institut für Holztechnologie und Holzbiologie Nr. 2012/1
16. Forschungszentrum Karlsruhe Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (Hrsg.): Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH), Grunddatensätze für Holz und Holzwerkstoffe im Netzwerk Lebenszyklusdaten - Projektbericht im Rahmen des Forschungsvorhabens FKZ 01 RN 0401 im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Karlsruhe 2007
17. Hebel, D.; Heisel, F.; Webster, K.: *Besser Weniger Anders Bauen. Kreislaufgerechtes Bauen und Kreislaufwirtschaft, Grundlagen, Fallbeispiele, Strategien*. Birkhäuser: Basel 2022