



SHI-PRODUKTPASS

Produkte finden - Gebäude zertifizieren

SHI-Produktpass-Nr.:

12018-10-1010

ClayTec Lehmputz (Oberputz fein/SanReMo/Mineral 20) Trockendosierung

Warengruppe: Putze - Innenputz - Lehmputze



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



Produktqualitäten:



Köttner

Helmut Köttner
Wissenschaftlicher Leiter
Freiburg, den 27.08.2025



Produkt:

ClayTec Lehmputz (Oberputz fein/SanReMo/Mineral 20) Trockendosierung

SHI Produktpass-Nr.:

12018-10-1010



Inhalt

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

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.





Produkt:

**ClayTec Lehmputz (Oberputz
fein/SanReMo/Mineral 20)
Trockendosierung**

SHI Produktpass-Nr.:

12018-10-1010



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 regelmäßig die Prozesse und Aktualität.

Kriterium	Produktkategorie	Schadstoffgrenzwert	Bewertung
SHI-Produktbewertung	sonstige Produkte	TVOC $\leq 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Formaldehyd $\leq 24 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Schadstoffgeprüft
Gültig bis: 23.09.2027			



Produkt:

ClayTec Lehmputz (Oberputz fein/SanReMo/Mineral 20) Trockendosierung

SHI Produktpass-Nr.:

12018-10-1010



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	nicht zutreffend	nicht zutreffend	QNG-ready nicht bewertungsrelevant



Produkt:

**ClayTec Lehmputz (Oberputz
fein/SanReMo/Mineral 20)
Trockendosierung**

SHI Produktpass-Nr.:

12018-10-1010



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		Stoffe nach Anlage C	EU-Taxonomie konform
Nachweis: eco-Institut Zertifikat Nr. 0117-11340-002 vom 19.09.2024 mit Konformitätserklärung vom 04.08.2025			



Produkt:

ClayTec Lehmputz (Oberputz fein/SanReMo/Mineral 20) Trockendosierung

SHI Produktpass-Nr.:

12018-10-1010



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	Bewertung
ECO 1.1 Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus (*)	Kann Gesamtbewertung positiv beeinflussen
Nachweis: Ideal für Wandflächenheizungen, technisches Datenblatt (Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit)	

Kriterium	Bewertung
ECO 2.6 Klimaresilienz (*)	Kann Gesamtbewertung positiv beeinflussen
Nachweis: Technisches Datenblatt (Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit)	

Kriterium	Bewertung
ENV 1.1 Klimaschutz und Energie (*)	Kann Gesamtbewertung positiv beeinflussen
Nachweis: Ideal für Wandflächenheizungen, technisches Datenblatt (Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit), EPD vorhanden	

Kriterium	Bewertung
SOC 1.1 Thermischer Komfort (*)	Kann Gesamtbewertung positiv beeinflussen
Nachweis: Technisches Datenblatt (Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit, Wärmespeicherkapazität)	



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 zutreffend		nicht bewertungsrelevant



Produkt:

ClayTec Lehmputz (Oberputz fein/SanReMo/Mineral 20) Trockendosierung

SHI Produktpass-Nr.:

12018-10-1010



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 / Baumaterialien / Flächen	Betrachtete Stoffe / Aspekte	Qualitätsstufe
ENV 1.2 Risiken für die lokale Umwelt			nicht bewertungsrelevant



Produkt:

ClayTec Lehmputz (Oberputz fein/SanReMo/Mineral 20) Trockendosierung

SHI Produktpass-Nr.:

12018-10-1010



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



Produkt:

**ClayTec Lehmputz (Oberputz
fein/SanReMo/Mineral 20)
Trockendosierung**

SHI Produktpass-Nr.:

12018-10-1010



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 Lehmputz (Oberputz fein/SanReMo/Mineral 20) Trockendosierung

SHI Produktpass-Nr.:

12018-10-1010



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.



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.



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.



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.



Produkt:

ClayTec Lehmputz (Oberputz fein/SanReMo/Mineral 20) Trockendosierung

SHI Produktpass-Nr.:

12018-10-1010



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%BCfverfahren/kriterien%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.



Herausgeber

Sentinel Holding Institut GmbH
Bötzingen Str. 38
79111 Freiburg im Breisgau
Tel.: +49 761 59048170
info@sentinel-holding.eu
www.sentinel-holding.eu

Lehmputz SanReMo

Art. 05.810, 10.810

DIN 18947



WAKA Thermosystems GmbH
Flächenheizungen & -kühlungen
www.waka-wandheizung.de

- **Einlagig auf allen Untergründen**
- **Grund- und Deckputz, D 6 mm**
- **Auch dünn- und dicklagig möglich**
- **Ideal für Sanierung, Renovierung, Modernisierung**



Beispiel mit ClayFix Lehm-Anstrichsystem



Ein- oder mehrlagiger Grund- und Deckputz im Innenbereich, besonders geeignet für die wechselnden Untergründe bei Sanierung, Renovierung und Modernisierung. Lehmputz SanReMo ist Mörtel für mitteldicke Aufträge. Er kann mit 3 mm sehr dünn und mit 10 mm recht dick verarbeitet werden. Der Mörtel toleriert auch unterschiedlich oder nur gering saugende Putzgründe. Dazu tragen der poröse wasserspeichernde Bimsanteil und die feine Miscanthusfaser bei. Auf der Oberfläche ist die Faser nicht sichtbar. Als Grundputz ist Lehmputz SanReMo für alle feinen ClayTec-Lehmdeckputze geeignet, z.B. YOSIMA. Er kann auch einfach mit dem ClayFix Lehm-Anstrichstoffsystem gestrichen werden.



DEUTSCHLAND
© ClayTec GmbH & Co. KG
Nettetalter 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 Mörttschach
+43 (0) 676 430 45 94
service@claytec.com
claytec.at

Ausgabe 2024/5
Änderungen und Irrtümer
vorbehalten. Aktuelle Version
unter claytec.de

Lehmputz SanReMo

Art. 05.810, 10.810

Lehmputzmörtel - DIN 18947 - LPM 0/2 f - S II - 1,6

Lehmputzmörtelart Lehmputzmörtel als Lehmwerkmörtel. Trocken.

Anwendung Mitteldicker einlagiger Grund- und Deckputz im Innenbereich. Besonders geeignet für ausreichend griffige, aber nur schwach saugende Untergünde wie Beton, hochdämmende Mauerziegel, magnesitgebundene Holzwoleplatten (z.B. WAKA Flächen- Heiz- & Kühlsysteme), Foamglas-Dämmplatten und anderen ausreichend ebenen Flächen aus geeigneten Baustoffen. Hand- oder Maschinenputz.

Zusammensetzung Natur-Baulehm, gemischtkörniger gewaschener Sand 0 - 1,0 mm, Naturbims 0 - 1,5 mm. Korngruppe, Überkorngröße nach DIN 0/2, bis 3 mm. Naturfasern.

Herkunftsland Deutschland

Baustoffwerte Trocknungsschwindmaß < 2,0 %. Festigkeitsklasse S II. Biegezugfestigkeit 0,8 N/mm². Druckfestigkeit 2,5 N/mm². Haftfestigkeit 0,12 N/mm². Abrieb 0,3 g. Rohdichteklasse 1,6. Wärmeleitfähigkeit 0,73 W/m·K. µ-Wert 5/10. Baustoffklasse AI. Wasserdampfsorptionsklasse WS III. Mikrobielle Beschaffenheitsklasse MBK Ib.

Lieferformen, Ergiebigkeit

05.810: 800 kg-Big-Bag (erg. 544 l Putzmörtel für 91 m². D= 6 mm. Ca. 1,47 kg/m² je mm Putzdicke)

10.810: 25 kg Sack (erg. 17 l Mörtel für 2,8 m². D= 6 mm. Ca. 1,47 kg/m² je mm Putzdicke), 48 Sack/Pal.

Lagerung Trockene Lagerung unbegrenzt möglich.

Mörtelbereitung Unter Zugabe von ca. 30 % Wasser (7,0 l pro 25 kg Sack) mit dem Motorquirl oder von Hand. In großen Mengen auch mit allen handelsüblichen Freifall-, Teller- und Trogzwangsmischern. Hinweise zum Putzmaschineneinsatz unter www.claytec.de. Wird der Mörtel nicht umgehend verarbeitet muss aufgrund des Saugvermögens der Zuschläge ggf. erneut Wasser zugegeben werden (nach 30 Minuten ca. 1,5 l). Lässt man den Mörtel vor der Verarbeitung längere Zeit einsumpfen ggf. weiteres Wasser zugeben und nochmals gut durcharbeiten.

Putzgrund Lehmputze haften nur mechanisch. Der Putzgrund muss tragfähig, frostfrei, trocken, sauber, frei von Salzbelastung sein. Schwach saugfähige Untergründe müssen ausreichend rau und griffig sein. Als Grundierung ist bei Bedarf DIE ROTE für grobe Lehmputze (ClayTec 13.435-.430) geeignet.

Putzauftrag Der Mörtel wird mit der Kelle aufgezogen oder mit der Putzmaschine angespritzt. Minimale und maximale Auftragsdicke 3 und 10 mm. Auf Beton oder über Kopf grundsätzlich nur 6 mm pro Lage. WAKA Flächen- Heiz- & Kühlsystemen 8 mm. Auf Holzwoleplatten und WAKA Flächen wird Bewehrungsgewebe (ClayTec 35.010) auf den noch nassen Putz aufgelegt und eingearbeitet. Auf homogenen Massivbau-Untergründen ist die Einarbeitung eines Bewehrungsgewebes systemisch nicht notwendig. Lehmputz SanReMo zieht wegen der Saugfähigkeit seiner Zuschlagstoffe schnell an und kann schon nach kurzer Zeit bearbeitet werden. Die Oberflächenstruktur ist abhängig vom Zeitpunkt der Bearbeitung und vom verwendeten Werkzeug. Grundsätzlich ist die Struktur um so feiner, je mehr der Putzmörtel zum Zeitpunkt der Oberflächenbearbeitung angezogen hat. Geriebene Oberflächen werden mit Schwamm-, Kunststoff- oder Holzreibebrettern hergestellt. Glatte Oberflächen werden durch die Nachbehandlung mit dem Glätter erreicht.

Verarbeitungsdauer Da kein chemischer Abbindeprozess stattfindet, ist das Material abgedeckt über mehrere Tage verarbeitungsfähig, erneute Wasserzugabe s.o. Bei Ruhezeiten in Putzmaschinen und Schläuchen muss ggf. das Stocken des Materials berücksichtigt werden. Anders als bei anderen Lehmputzen kann es notwendig werden, die Geräte bei längeren Unterbrechungen zu leeren und zu reinigen.

Weiterbehandlung Der Anstrich ist mit der Grundierung DIE WEISSE (ClayTec 13.415-.410) und ClayFix Lehm-Anstrichsystem möglich. Lehmputz SanReMo ist ein sehr guter Untergrund für YOSIMA Lehm-Designputz.

Weiterverputz Der Weiterverputz erfolgt nach vollständiger Trocknung, frühestens nach Abschluss möglicher Schwindrissbildung.

Arbeitsproben Untergrundeignung, Auftragsstärke und Oberflächenwirkung sind in jedem Fall anhand einer ausreichend großen Arbeitsprobe zu überprüfen.

Reklamationsansprüche, die nicht aus werkseitigen Mischfehlern resultieren, sind ausgeschlossen.

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 2024/5.

Lehmputz Mineral 20

Art. 05.030, 05.230, 05.032, 10.130

DIN 18947



- Grund- und Deckputz
- Ohne organische Anteile
- Schnell trocknend



Ein- oder mehrlagiger Grund- und Deckputz im Innenbereich. Lehmputz Mineral ist Grund- und Deckputz in einem Produkt. Sein kantig gebrochener Sand sorgt für Festigkeit. Nach dem Auftrag zieht der Mörtel sehr schnell an und kann schon bald weiterbearbeitet werden. Als Grundputz ist er für alle groben und feinen ClayTec-Lehmdeckputze geeignet, z.B. YOSIMA.

Als rauher oder auch glatter Deckputz mit mineralischer, strohfreier Oberflächentextur wird er mit dem ClayFix Lehmanstrichstoff-System gestrichen.



DEUTSCHLAND

© ClayTec GmbH & Co. KG
Nettetalter 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 Mörttschach
+43 (0) 676 430 45 94
service@claytec.com
claytec.at

Ausgabe 2025/4
Änderungen und Irrtümer
vorbehalten. Aktuelle Version
unter claytec.de

Lehmputz Mineral 20

Art. 05.030, 05.230, 05.032, 10.130

Lehmputzmörtel - DIN 18947 - LPM 0/4 m - S II - 2,0

Anwendung Ein- oder mehrlagiger Grund- und Deckputz im Innenbereich. Hand- oder Maschinenputz auf Mauerwerk, Massivbaustoffen, Schilfrohr u.ä.

Zusammensetzung Natur-Baulehm bis 5 mm, gemischtkörniger gewaschener oder gebrochener Sand 0-2,8 mm. Korngruppe, Überkorngröße nach DIN 0/4, < 5 mm.

Herkunftsland Deutschland

Baustoffwerte Trocknungsschwindmaß 2,0%. Festigkeitsklasse S II. Biegezugfestigkeit 1,0 N/mm². Druckfestigkeit 2,0 N/mm². Haftfestigkeit 0,20 N/mm². Abrieb 0,2 g. Rohdichteklasse 2,0. Wärmeleitfähigkeit 1,1 W/m·K. μ -Wert 5/10. Baustoffklasse A1. Wasserdampfadsorptionsklasse WS III. Mikrobielle Beschaffenheitsklasse MBKIIb (erdfeucht), MBKIb (trocken).

Lieferformen, Ergiebigkeit

Erdfeucht 05.030 in 1 t Big-Bag (ergibt 500 l Putzmörtel, 50 m² Fläche bei D= 1,0 cm. Ca. 2,0 kg/m² je mm Putzdicke.)
Erdfeucht 05.230 in 0,5 t Big-Bag (ergibt 250 l Putzmörtel, 25 m² Fläche bei D= 1,0 cm. Ca. 2,0 kg/m² je mm Putzdicke.)
Trocken 05.032 in 1,0 t Big-Bags (erg. 540 l Putzmörtel, 54 m² Fläche bei D= 1,0 cm. Ca. 1,85 kg/m² je mm Putzdicke.)
Trocken 10.130 in 25 kg Säcken (erg. 13,5 l Putzmörtel, 1,35 m² Fläche bei D= 1,0 cm. Ca. 1,85 kg/m² je mm Putzdicke.), 48 Sack/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.**

Mörtelbereitung Unter Wasserzugabe von ca. 8-12% (erdfeucht) oder ca. 14% (trocken) mit handelsüblichen Freifall-, Teller- und Trogzwangsmischern, in kleinen Mengen auch mit dem Motorquirl oder von Hand. Hinweise zum Einsatz von Putzmaschinen unter www.claytec.de.

Putzgrund Lehmputze haften nur mechanisch. Der Untergrund muss tragfähig, frostfrei, trocken, sauber, frei von Salzbelastung, ausreichend rau und saugfähig sein. Als Grundierung ist DIE ROTE für grobe Lehmputze (ClayTec 13.435-430) geeignet. Zum Binden von Oberflächenstaub. Untergrund ggf. Vornässen (Sprühnebel). Rohrgewebe muss trocken sein. Filmbildende Altanstriche entfernen.

Putzauftrag Der Mörtel wird mit der Kelle angeworfen, aufgezogen oder mit der Putzmaschine angespritzt. Auftragsdicke Grundputze 5-15 mm pro Lage, Deckputze 6-10 mm. Auf Beton und Mauerwerk aus stranggepressten Lehmsteinen sowie über Kopf nur 6 mm pro Lage. Die Mörtelkonsistenz ist auf die Auftragsstärke abzustimmen. Der Auftrag von YOSIMA Lehm-Designputzen erfordert eine gut abgeriebene, ebene Oberfläche (zusätzlicher, besonderer Arbeitsgang) oder einen dünnen Überzug mit Lehm-Oberputz fein 06.

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

Trocknung Nach dem Auftrag muss für rasche Trocknung gesorgt werden, z.B. mittels Querlüftung (24 Std. pro Tag alle Fenster und Türen geöffnet) oder Trocknungsgeräte. Bei kritischen Bedingungen ist die Trocknung gemäß DIN 18550-2 zu protokollieren. Details siehe dort oder im ClayTec „Arbeitsblatt Lehmputze“. Wir geben gerne gesondert Auskunft.

Wir geben Ihnen gerne gesondert Auskunft. Die mikrobiologische Grundbelastung der naturfeuchten Waren 05.030 und 05.230 unterliegt einer ständigen Überwachung; die Einhaltung bestimmter Werte kann nicht garantiert werden.

Weiterbehandlung Der Weiterverputz erfolgt nach vollständiger Trocknung der vorherigen Lage, frühestens nach Abschluss möglicher Schwindrissbildung. Der Anstrich ist mit der Grundierung DIE WEISSE (ClayTec 13.415-410) und ClayFix Lehm-Anstrichsystem möglich.

Aufgrund der variierenden Eigenschaften der natürlichen Rohstoffe kann keine Farbverbindlichkeit garantiert werden, Lehmputz Mineral 20 wird in der Regel, auch zur Oberflächenfestigung, mit einem Anstrich versehen. Dieser erfolgt mit ClayTec Lehmfarbe verarbeitungsfertig (ClayTec 13.005) oder mit dem ClayFix Lehm-Anstrichsystem.

Hinweis Farbe und Textur der verschiedenen Lehmputz Mineral Lieferformen können leicht variieren. Sackware 10.130 kann Reste von Strohanteilen enthalten.

Arbeitsproben Untergrundeignung und Auftragsstärke sind in jedem Fall anhand einer ausreichend großen Arbeitsprobe zu überprüfen.

Reklamationsansprüche, die nicht aus werkseitigen Mischfehlern resultieren, sind ausgeschlossen.

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 2025/4.

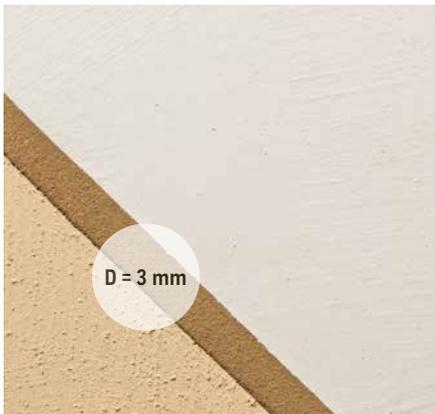
Lehm-Oberputz fein 06

Art. 05.113, 10.113

DIN 18947



- **Der neue Lehmfeinputz**
- **Feinste Körnung und Fasern**
- **Einfach und schnell**



Beispiel mit ClayFix Lehm-Anstrich System.



ClayTec Lehm-Oberputz fein 06 hat alle Vorteile von Lehmmörteln die mit langen Fasern bewehrt sind. Dabei ist er einfach aufzubereiten und sehr gut zu verarbeiten ohne Faserkonzentrationen im Rührwerk und beim Auftrag. Der Mörtel ist sehr pastös und geschmeidig. Durch seine feine Kornabstufung bis 0,6 mm lässt er sich gut ausziehen und in der Oberfläche fein bearbeiten. Lehm-Oberputz fein 06 ist ein Mörtel für Dünnlagenputze im 800 kg-Big-Bag mit großer Reichweite.



DEUTSCHLAND
© ClayTec GmbH & Co. KG
Nettetalter 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 Mörttschach
+43 (0) 676 430 45 94
service@claytec.com
claytec.at

Ausgabe 2025/3
Änderungen und Irrtümer
vorbehalten. Aktuelle Version
unter claytec.de

Lehm-Oberputz fein 06

Art. 05.113, 10.113

Lehmputzmörtel - DIN 18947 - LPM 0/1 f - S II - 1,8

Lehmputzmörtelart Lehmputzmörtel als Lehmwerkmörtel. Trocken.

Anwendung Einlagiger Oberputz im Innenbereich. Hand- oder Maschinenputz auf ClayTec Lehm-Unterputz, Lehmbauplatten und anderen ausreichend ebenen Flächen aus geeigneten Baustoffen.

Zusammensetzung Natur-Baulehm, gemischtkörniger gewaschener Sand 0-0,6 mm, Feinfasern. Korngruppe, Überkorngröße nach DIN 0/1, <2 mm. Fasern: Cellulosefasern.

Herkunftsland Deutschland

Baustoffwerte Trocknungsschwindmaß 4,0%. Festigkeitsklasse S II. Biegezugfestigkeit 0,9 N/mm². Druckfestigkeit 2,0 N/mm². Haftfestigkeit 0,10 N/mm². Abrieb 0,4 g. Rohdichteklasse 1,8. Wärmeleitfähigkeit 0,91 W/m·K. µ-Wert 5/10. Baustoffklasse AI. Wasserdampfsorptionsklasse WS III. Mikrobielle Beschaffenheitsklasse MBK1b.

Lieferform, Ergiebigkeit

Trocken 05.113 in 0,8 t Big-Bags (ergibt 544 l Putzmörtel, 182 m² Fläche bei D= 3 mm. 1,47 kg/m² je mm Putzdicke.)

Trocken 10.113 in 25 kg-Säcken (ergibt 17 l Putzmörtel für 5,7 m² D= 3 mm. Ca. 1,47 kg/m² je mm Putzdicke.), 48 Sack/Pal.

Lagerung Trockene Lagerung unbegrenzt möglich.

Mörtelbereitung Unter Zugabe von ca. 20-23% Wasser (5-6 l pro 25 kg Sack) mit dem Motorquirl oder von Hand. In großen Mengen auch mit allen handelsüblichen Freifall-, Teller- und Trogzwangsmischern. Hinweise zum Putzmaschineneinsatz unter www.claytec.de.

Putzgrund Lehmputze haften nur mechanisch. Der Untergrund muss tragfähig, frostfrei, trocken, sauber, frei von Salzbelastung, ausreichend rau und saugfähig sein. Als Grundierung ist bei Bedarf DIE GELBE (ClayTec 13.425-.420) für feine Lehmputze geeignet. Lehm-Unterputz muss durchgetrocknet sein. Ein Vornässen (Sprühnebel) des Untergrundes ist zum Verlängern der Bearbeitungszeit empfehlenswert.

Putzauftrag, Oberfläche Der Mörtel wird mit der Kelle aufgezogen oder mit der Putzmaschine angespritzt. Minimale und maximale Auftragsdicke 2 und 3 mm. Die Oberflächenstruktur ist abhängig vom Zeitpunkt der Bearbeitung und vom verwendeten Werkzeug. Grundsätzlich ist die Struktur um so feiner, je mehr der Putzmörtel zum Zeitpunkt der Oberflächenbearbeitung angezogen hat. Geriebene Oberflächen werden mit Schwamm-, Kunststoff- oder Holzreibebrettern hergestellt. Glatte Oberflächen werden durch die Nachbehandlung mit dem Glätter erreicht.

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

Weiterbehandlung Ein Weiterverputz, z.B. mit YOSIMA Lehm-Designputz, erfolgt nach vollständiger Trocknung der vorherigen Lage, frühestens nach Abschluss möglicher Schwindrissbildung.

Aufgrund der variierenden Eigenschaften der natürlichen Rohstoffe kann keine Farbverbindlichkeit garantiert werden, Lehm-Oberputz fein 06 wird in der Regel, auch zur Oberflächenfestigung, mit einem Anstrich versehen. Dieser erfolgt mit ClayTec Lehmfarbe verarbeitungsfertig (ClayTec 13.000) oder mit dem ClayFix Lehm-Anstrichsystem.

Arbeitsproben Untergrundeignung, Auftragsstärke und Oberflächenwirkung sind in jedem Fall anhand einer ausreichend großen Arbeitsprobe zu überprüfen.

Reklamationsansprüche, die nicht aus werkseitigen Mischfehlern resultieren, sind ausgeschlossen.

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Stand 2025/3.

ZERTIFIKAT / CERTIFICATE / CERTIFICAT

Zertifizierte Produkte
Certified products
Produits certifiés

ClayTec Lehmputzmörtel, Lehmmauermörtel, und technische Lehmörtelprodukte

Produktart
Product type
Type de produit

Putz- und Mauermörtel

Hersteller / Vertrieb
Manufacturer / Distributor
Fabricant / Service commercial

**CLAYTEC GmbH & Co. KG
Nettetal Str. 113-117
41751 Viersen**

Zertifizierungsnummer
Certification number
Numéro de certification

0117-11340-002

Prüfberichtsnummer
Number of test report
Numéro du rapport d'essai

**58327-A001-A002-eIL-G II
58327-A001-A002-L
59032-A001-A002-L**

Prüfumfang
Test program
Programme du contrôle

Laborprüfung auf gesundheitlich bedenkliche Emissionen und Inhaltsstoffe.

Tested on hazardous emissions and components.

Contrôle en laboratoire des émissions et composants critiques pour la santé.

Prüfergebnis
Test result
Résultat du contrôle

Die untersuchten Produkte erfüllen die Anforderungen des eco-INSTITUT-Labels. Einzelheiten siehe zugehöriges Gutachten.

The products fulfill the eco-INSTITUT-Label test criteria. For further details see the respective report.

Les produits respectent les exigences en vigueur du eco-INSTITUT-Label. Pour les détails, cf. expertise du produit.

Gültigkeit des Zertifikats
Validity of the certificate
Validité du certificat

01/2025

Köln, 19.09.2024

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

Dr. Frank Kuebart

Nora Rasch



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

Anhang zum Zertifikat / Appendix to the Certificate / Annexe au Certificat

ID 0117-11340-002

gültig bis / valid until / valable jusque
01/2025

Zertifizierte Produkte / Certified products / Produits certifiés

Lehm-Unterputz mit Stroh
Lehm-Oberputz grob mit Stroh
Lehmputz Mineral 20
Lehmputz SanReMo
Lehm-Oberputz fein 06
Lehm-Mauermörtel
Lehm-Mauermörtel leicht
Lehm-Dämmputz leicht
Lehm-Farbputz grob mit Stroh
Lehmfüll- und Flächenspachtel
Lehm-Fugenfüller
Lehmklebe- und Armiermörtel

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** (Byggsvarube dömmingen): VOC emissions (and chemical content)
- ✓ **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) 2021/2139** 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: März 2024

INFORMATION ON THE CERTIFICATE

The most important facts about the eco-INITIUT label

- **Recognised quality seal** for construction and furnishing products, furniture, cleaning products, mattresses and bedding
- **Identifies products** that are particularly **low in pollutants and emissions**
- **Validity: 2 years**; annual conformity test; complete reassessment required for renewal after 2 years
- **Recommended** by leading independent consumer media (e.g. WDR Haushalts-Check, ÖKO-TEST Magazine, label-online.de)
- **Test scope: 1. Document inspection** (full declaration), **2. Laboratory testing** (extensive tests for emissions, substances and odour)
- **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-INITIUT 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-INITIUT 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)
- ✓ **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)
- ✓ **GOLS Global Organic Latex Standard**
- ✓ **State Building Codes/MVV TB Germany:** Requirements for structural installations regarding health protection (ABG)
- ✓ **eco-bau Switzerland** (solvent criterion)
- ✓ **Italian Green Public Procurement** (I Criteri ambientali minimi – CAM)
- ✓ **Belgian VOC regulation**
- ✓ **EGGbi European Society for Healthy Building and Indoor Hygiene** (quote: „[...] most comprehensive and completely transparent catalogue of criteria of all quality labels [...]“)
- ✓ **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)
- ✓ **French VOC regulation** Class A and **French CMR regulation**
- ✓ **EU Taxonomy Regulation (EU) Standard 2021/2139** 7.1 New construction, 7.2 Building renovation, 5) Pollution prevention and control, formaldehyde and carcinogenic VOCs
- ✓ **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
- ✓ **Breeam and HQM International** (except „paints & varnishes“): Hea 02 Indoor air quality
- ✓ **BVB Sweden** (Byggsvarube domningen): VOC emissions (and chemical content)
- ✓ **WELL International** (International WELL Building Institute)
- ✓ **Danish Indoor Climate Labelling**

The list is not exhaustive.
Last updated: March 2024

INFORMATIONS SUR LE CERTIFICAT

Les principales caractéristiques du label eco-INITIUT

- **Label de qualité reconnu** pour les produits de construction et d'agencement, les meubles, les produits d'entretien, les matelas et la literie
- **Recommandé** par les principaux médias de consommation indépendants (par ex. WDR Haushalts-Check, magazine ÖKO-TEST, label-online.de)
- Identification des produits particulièrement **faibles en polluants et en émissions**
- Étendue du contrôle : **1. examen des documents** (composition complète), **2. essai en laboratoire** (analyses approfondies des émissions, composants et odeurs)
- **Validité : 2 ans** ; contrôle annuel de conformité ; pour le renouvellement, un nouvel essai complet doit être effectué après 2 ans
- **Transparence** dans la procédure de test, les critères de test et les coûts (plus d'informations sur www.eco-institut-label.de)

Que couvre le label et où est-il reconnu ?

L'élément caractéristique des critères du label eco-INITIUT est la **liste détaillée des exigences d'émissions de COV** pour les groupes de substances et substances individuelles critiques. Celle-ci repose notamment sur la liste actuelle des valeurs limites CLI de l'AgBB, mais inclut aussi les valeurs indicative RW I allemande pour l'agencement intérieur.

Les tests d'émission sont effectués selon la norme EN 16516, généralement après 3 et 28 jours. Les critères stricts du label eco-INITIUT couvrent ou reconnaissent les exigences d'émissions d'autres **programmes d'évaluation nationaux et internationaux**, comme par ex. ...

- ✓ **Programme AgBB Allemagne** (comité d'évaluation de l'impact sur la santé des produits du bâtiment)
- ✓ **Clauses techniques de construction/MVV TB Allemagne** : exigences en matière de protection de la santé (ABG) pour la construction
- ✓ **Réglementation belge sur les COV**
- ✓ **Réglementation française sur les COV** de classe A et **réglementations française sur les émissions de CMR**
- ✓ **Breeam et HQM International** (sauf « paints & varnishes ») : Hea 02 Indoor air quality
- ✓ **BVB Suède** (Byggsvarube dömmingen): VOC emissions (and chemical content)
- ✓ **Danish Indoor Climate Labelling**
- ✓ **DGNB International** (ENV1.2 – risques pour l'environnement local ; 2018) : certificat d'émission pour les lignes 6, 7, 8, 9, 11, 13, 20, 23, 47a, 48 – Matrice des critères pour le bâtiment, les constructions nouvelles et l'aménagement intérieur (Annexe 1) et les lignes 1 et 2 – Matrice des critères pour l'aménagement intérieur (Annexe 2)
- ✓ **eco-bau Suisse** (critères solvants)
- ✓ **EGGbi Société européenne pour la construction saine et hygiène intérieure** (citation : « [...] le catalogue de critères le plus complet et totalement transparent de tous les labels de qualité [...] »)
- ✓ **Règlement de taxonomie de l'UE (UE) 2021/2139** 7.1 Nouvelle construction, 7.2 Rénovation des bâtiments, 5) Prévention et réduction de la pollution, formaldéhyde et COV cancérigènes
- ✓ **GOLS Global Organic Latex Standard**
- ✓ **Italian Green Public Procurement** (I Criteri ambientali minimi – CAM)
- ✓ **LEED v4.1 option 2 et LEED v4** pour les projets en dehors des États-Unis ; Crédit EQ pour les matériaux à faible émission : exigences en matière d'émissions de COV (pour les émissions de formaldéhyde après 28 jours < 10 µg/m³)
- ✓ **QNG Label allemand de qualité pour les bâtiments durables** (3.1.3 Prévention des polluants dans les matériaux de construction): Exigences partielles ou totales concernant les SVHC, les émissions de COV et les composants 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)

La liste n'est pas exhaustive.
Version : Mars 2024



Umweltproduktdeklaration

nach DIN EN ISO 14025 und DIN EN 15804

CLAYTEC

Lehmputzmörtel nach DIN 18947

Deklarationsinhaber	Claytec GmbH & Co. KG, Nettetal, Strasse 113, 41751 Viersen
Herausgeber	Dachverband Lehm e.V., Postfach 1172, 99409 Weimar
Programmbetreiber	Dachverband Lehm e.V., Postfach 1172, 99409 Weimar
Deklarationsnummer	UPD_LPM_CLAY2023006_PKRÜ5-DE
Ausstellungsdatum	06.12.2023
Gültig bis	05.12.2028



Umwelt-Produktdeklaration – Allgemeine Angaben

Programmbetreiber

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

Deklarationsnummer

UPD_LPM_CLAY 2023006_PKRÜ5-DE

Deklarationsbasis

Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen Grundregeln für die Baustoffkategorie Lehmputzmörtel (PKR LPM 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



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



Dr.-Ing. Horst Schroeder
Verifizierer

Deklarationsinhaber

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

Deklariertes Bauprodukt / Deklarierte Einheit

Die Umweltproduktdeklaration (UPD) für Lehmputzmörtel nach DIN 18947 mit den Bezeichnungen:

- Lehmunterputz mit Stroh (Erdfeuchtverfahren)
- Lehmoberputz grob mit Stroh (Erdfeuchtverfahren)
- Mineral 20 (Erdfeuchtverfahren)
- Lehmdämmputz leicht (Erdfeuchtverfahren)
- Lehmunterputz mit Stroh (Nachtrocknungsverfahren)
- Lehmoberputz grob mit Stroh (Nachtrocknungsverfahren)
- Lehmunterputz mit Stroh (Trockendosierverfahren)
- Lehmoberputz grob mit Stroh (Trockendosierverfahren)
- Mineral 20 (Trockendosierverfahren)
- Lehmoberputz Fein 06 (Trockendosierverfahren)
- Sanierungs- und Reparaturmörtel SanReMo (Trockendosierverfahren)

wurde nach der Muster UPD des Dachverbandes Lehm e.V. UPD_LPM_DVL2023003_PKRÜ5-DE erstellt. Als funktionale Einheit wurde ein Kilogramm Lehmputzmörtel (1 kg) analog zu DIN 18947 Anhang A.3 festgelegt.

Gültigkeitsbereich

Die vorliegende UPD bildet die Ökobilanz zur Herstellung der deklarierten Lehmputzmörtel 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.



Prof. Dr. Klaus Pistol
Prüfgremium

Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaustoffe

Umweltproduktdeklaration für die Baustoffkategorie Lehmputzmörtel (UPD LPM) nach DIN EN 15804

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.....	8
2.4	Produktnorm / Zulassung / Inverkehrbringen / Anwendungsregeln.....	8
2.5	Gütesicherung.....	8
2.6	Lieferzustand.....	8
2.7	Bautechnische Eigenschaften.....	9
2.8	Brandschutz.....	9
2.9	Sonstige Eigenschaften.....	9
3	Ausgangsstoffe.....	10
3.1	Auswahl / Eignung.....	10
3.2	Stoffeklärungen.....	10
3.3	Bereitstellung des Baulehms.....	11
3.4	Verfügbarkeit.....	11
4	Produktherstellung.....	12
4.1	Erdfeuchtverfahren.....	12
4.2	Nachtrocknungsverfahren.....	13
4.3	Trockendosierverfahren.....	13
4.4	Gesundheits- und Arbeitsschutz.....	14
4.5	Umweltschutz Herstellung.....	14
4.5.1	Abfall.....	14
4.5.2	Wasser / Boden.....	14
4.5.3	Lärm.....	14
4.5.4	Luft.....	14
5	Produktverarbeitung.....	15
5.1	Verarbeitungsempfehlungen.....	15
5.2	Arbeitsschutz / Umweltschutz.....	15
5.3	Restmaterial.....	15

5.4	Verpackung.....	15
6	Nutzungszustand.....	16
6.1	Ausgangsstoffe	16
6.2	Wirkungsbeziehungen Umwelt / Gesundheit	16
6.3	Beständigkeit / Reparatur / Nutzungsdauer	16
7	Aussergewöhnliche Einwirkungen	17
7.1	Brand	17
7.2	Hochwasser.....	17
7.3	Havarie Wasserleitungen.....	17
8	Weitere Hinweise zur Nutzungsphase	17
9	Nachnutzungsphase	17
9.1	Recycling von LPM.....	17
9.2	Verwertung von Abfällen und Verpackungen.....	18
9.3	Entsorgung.....	18
10	Nachweise.....	18
10.1	Produkt-Erstprüfung nach DIN 18942-100	18
10.2	VOC, TVOC.....	18
10.3	Radioaktivität	19
TEIL A SACHBILANZ		19
A.1	Funktionale Einheit	19
A.2	Betrachtungszeitraum	19
A.3	Ergebnisse der Sachbilanz.....	19
TEIL B ÖKOBILANZ		22
B.1	Ziele der Analyse.....	22
B.2	Zielgruppen der Analyse	22
B.3	Referenznutzungsdauer	22
B.4	Abschneidekriterium	22
B.5	Annahmen und Abschätzungen	23
B.6	Datenqualität.....	24
B.7	Allokation.....	25
B.8	Ergebnisse der Ökobilanzierung (LCA).....	25
TEIL C INTERPRETATION DER ÖKOBILANZ.....		26
C.1	Primärenergieeinsatz (PEI).....	26
C.1.1	Erdfeuchtverfahren LPM 01 – 04.....	26

C.1.2	Nachtrocknungsverfahren LPM 05 – 06	27
C.1.3	Trockendosierverfahren LPM 07 – 11.....	28
C.2	Treibhausgaspotenzial (GWP).....	29
C.2.1	Erdfeuchtverfahren LPM 01 – 04.....	29
C.2.2	Nachtrocknungsverfahren LPM 05 – 06	30
C.2.3	Trockendosierverfahren: LPM 07 – 11	31
C.3	Abbruch und Aufbereitung.....	32
C.4	Rückgewinnungsszenarien	33
C.4.1	Szenario D1 (Einsumpfen, LPM feucht)	33
C.4.2	Szenario D2 (Nachtrocknung, LPM trocken).....	34
C.4.3	Szenario D3 (Trockendosierung).....	35
D	TABELLENANHANG	37
D.1	Erdfeuchtverfahren LPM 01 – 04.....	37
D.1.1	Inputfaktoren	37
D.1.2	Wirkungsfaktoren.....	41
D.1.3	Outputfaktoren.....	45
D.2	Nachtrocknungsverfahren LPM 05 – 06	49
D.2.1	Inputfaktoren	49
D.2.2	Wirkungsfaktoren.....	51
D.2.3	Outputfaktoren.....	53
D.3	Trockendosierverfahren LPM 07 – 11.....	55
D.3.1	Inputfaktoren	55
D.3.2	Wirkungsfaktoren.....	60
D.3.3	Outputfaktoren.....	65
	ZITIERTE STANDARDS	70
	LITERATURQUELLEN	71

1 ALLGEMEINES

1.1 Normative Grundlagen

Dieses Dokument wurde durch den Programmbetreiber Dachverband Lehm e. V. (DVL) 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 u. 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	Mai2023
Ü2	Entwurf II nach Bilanzberechnung	Juli 2023
Ü3	Entwurf III, Hintergrundbericht	Aug 2023
Ü4	Abgestimmte Version	Okt 2023
Ü5	Verifizierte Version	Dez 2023

Version Ü5

Norden/Viersen, Dezember 2023

Kontakt Deklarationsinhaber:

Claytec GmbH & Co. KG
Nettetal 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.

Lehmputzmörtel (LPM) besteht aus Baulehm sowie Zusatzstoffen und wird gemäß DIN 18947 nach steigenden Festigkeitsklassen SI –SII sowie den Rohdichteklassen 0,9 bis 2,2 klassifiziert. LPM der Rohdichteklassen 0,9 bis 1,2 können als *Leichtlehmputzmörtel* (LLPM) bezeichnet werden.

Lehm-Rezyklat: nach Abbruch von Lehmsteinmauerwerk rückgewonnenes, in Brecheranlagen aufbereitetes Gemisch aus LS-Bruch mit anhaftenden Lehmmörtelresten

Trockenlehm ist getrockneter, ggf. gemahlener Grubenlehm.

PKR Produktkategorieregeln (engl.: PCR – Product Category Rules)

UPD Umweltproduktdeklaration (engl.: EPD – Environmental Product Declaration)

LCA Life Cycle Assessment (Lebenszyklusanalyse)

LS Lehmstein

LPM Lehmputzmörtel

LSM Lehmsteinmauerwerk

LR Lehmbau Regeln 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 Musterdeklaration des Dachverbandes Lehm e. V. für Lehmputzmörtel nach DIN 18947 (UPD_LPM_DVL2023003_PKRÜ5-DE) [5].

Die vorliegende UPD bezieht sich auf erhobene Daten beim Deklarationsinhaber im Werk Viersen-Süchteln und im Werk Ransbach-Baumbach. Sie umfasst die in *Tab. 2.1* deklarierten Produkte, gegliedert nach Verfahrensarten.

Tab. 2.1 Hersteller, Verfahrensart und Produktbezeichnung

Nr.	Hersteller	Werksanschrift	Verfahrensart	Produktbezeichnung
01	Claytec GmbH & Co. KG	Süchtelner Str. 188, 41747 Viersen	Erdfeucht	Lehmunterputz mit Stroh
02	Claytec GmbH & Co. KG	Süchtelner Str. 188, 41747 Viersen	Erdfeucht	Lehmoberputz grob mit Stroh
03	Claytec GmbH & Co. KG	Süchtelner Str. 188, 41747 Viersen	Erdfeucht	Mineral 20
04	Claytec GmbH & Co. KG	Süchtelner Str. 188, 41747 Viersen	Erdfeucht	Lehm-Dämmputz leicht
05	Claytec GmbH & Co. KG	Süchtelner Str. 188, 41747 Viersen	Nachrocknung	Lehmunterputz mit Stroh
06	Claytec GmbH & Co. KG	Süchtelner Str. 188, 41747 Viersen	Nachrocknung	Lehmoberputz grob mit Stroh
07	Claytec GmbH & Co. KG	Sälzerstraße 28, 56235 Ransbach-Baumbach	Trockendosierung	Lehmunterputz mit Stroh
08	Claytec GmbH & Co. KG	Sälzerstraße 28, 56235 Ransbach-Baumbach	Trockendosierung	Lehmoberputz grob mit Stroh
09	Claytec GmbH & Co. KG	Sälzerstraße 28, 56235 Ransbach-Baumbach	Trockendosierung	Mineral 20
10	Claytec GmbH & Co. KG	Sälzerstraße 28, 56235 Ransbach-Baumbach	Trockendosierung	Lehmoberputz Fein 06
11	Claytec GmbH & Co. KG	Sälzerstraße 28, 56235 Ransbach-Baumbach	Trockendosierung	SanReMo

2.2 Produktbeschreibung

Die Ausgangsmischung für deklarierte LPM besteht in unterschiedlichen Dosierungen aus Baulehm, mineralischen und pflanzlichen Zusatzstoffen nach DIN 18947. Die Erhärtung des LPM erfolgt durch Verdunstung des Anmachwassers. Erhärteter LPM nach DIN 18947 kann durch Wasserzugabe jederzeit replastifiziert werden.

Die in dieser Deklaration benannten LPM werden in zwei Werken mit drei unterschiedlichen Verfahren hergestellt:

- *ungetrocknete* LPM, die im erdfeuchten Zustand hergestellt, gelagert, transportiert und verarbeitet werden (*Erdfeuchtverfahren*),
- *nachgetrocknete* LPM, die erdfeucht vorgefertigt wurden und anschließend eine Trocknungsanlage durchlaufen (*Nachtrochnungsverfahren*);

- *getrocknete* LPM, die mit vorgetrockneten Ausgangsstoffen dosiert und gemischt werden (*Trockendosierverfahren*).

2.3 Einsatzzweck

LPM nach DIN 18947 dienen zur ein- oder mehrlagigen Beschichtung von Wänden und Decken im Innenbereich als Unter- bzw. Oberputz oder Reparaturputz, ggf. auch als Unterputz für Lehm dünnlagenbeschichtungen (LDB), sowie im witterungsgeschützten Außenbereich, hier ggf. auch als Unterputz für witterungsbeständigen Oberputz.

Die Auftragsdicken der deklarierten LPM variieren zwischen >3 – 30 mm. Dabei bilden *Lehmunterputze* die untere(n) Lage(n) eines mehrschichtigen Putzaufbaus mit bis zu 30 mm pro Lage, *Lehmoberputze* mit mindestens 3 mm die obere Lage eines Putzaufbaus.

Lehm-Dämmputz (Nr.04 in Tab. 2.1) wird zur Unterstützung der Innenwärmedämmung von Bauteiloberflächen angewendet.

2.4 Produktnorm / Zulassung / Inverkehrbringen / Anwendungsregeln

Für die deklarierten LPM gelten folgende Normen und Anwendungsregeln:

- DIN 18942-1:2018-12, *Lehmbaustoffe und Lehmbauprodukte – Teil 1: Begriffe*,
- DIN 18942-100:2018-12, *Lehmbaustoffe und Lehmbauprodukte – Teil 100: Konformitätsnachweis*,
- DIN 18947:2018-12, *Lehmputzmörtel – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*,
- DIN 18550-2 in Verbindung mit DIN EN 13914-2 für Lehmputzmörtel LPM,
- Lehm bau Regeln des Dachverbandes Lehm e. V. (*LR DVL*) [2].

Weiterhin gelten die PKR LPM [5] und damit im Zusammenhang das Dokument „Teil 2“ mit den entsprechenden Begriffsbestimmungen und Abkürzungen [1], die Technischen Merkblätter TM 01 [6] und TM 05 des DVL [7] sowie die entsprechenden Arbeitsblätter des Deklarationsinhabers. Darüber hinaus müssen die Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung AVV) [3] sowie die Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) [8] (bzw. sollen [9]) beachtet werden.

2.5 Gütesicherung

Die Gütesicherung des Herstellungsprozesses von LPM nach DIN 18947 erfolgt gem. DIN 18942-100.

2.6 Lieferzustand

Die erdfeuchten LPM dieser Deklaration werden in nicht luftdicht verschlossene, wasserfeste Gewebesäcken verpackt, transportiert, gelagert und zu den Baustellen geliefert. Erdfeucht gelieferte LPM mit Pflanzenanteilen haben eine begrenzte Lagerungszeit von drei Monaten. Rein mineralische, erdfeucht gelieferte LPM (Nr. 03 und Nr. 04 in Tab. 2.1) sind bei sachgemäßer Lagerung unbegrenzt lagerfähig.

Nachgetrocknete LPM werden in geschlossenen Kraftpapiersäcken ohne Kunststoffinlet gelagert, transportiert und geliefert.

Die nach dem *Trockendosierverfahren* hergestellten LPM werden in geschlossenen Papiersäcken oder Großbehältern verpackt, transportiert, gelagert und zu den Baustellen geliefert.

2.7 Bautechnische Eigenschaften

Die in Tab. 2.2 deklarierten LPM werden nach DIN 18947 geprüft.

Tab. 2.2 Bautechnische Eigenschaften der deklarierten LPM

Eigenschaft / Prüfung n. DIN 18947	LPM 01 – 04 Erdfeuchtverfahren	LPM 05 – 06 Nachrocknungs- verfahren	LPM 07 – 11 Trockendosier- verfahren	Einheit
Rohdichteklassen	1,8 – 2,0 1,0 (LPM 04)	1,8	1,60 – 2,0	kg/m ³
Festigkeitsklasse S	SII SI (LPM 04)	SII	SII	
Biegezugfestigkeit	0,7 – 1,0 0,4 (LPM 04)	0,7	0,7 – 1,0	N/mm ²
Druckfestigkeit	1,5 – 2,0	1,5 – 2,0	1,5 – 2,04	N/mm ²
Haftfestigkeit	1,0 (LPM 04) 0,1 – 0,2	0,10 – 0,15	0,10 – 0,15	N/mm ²
Wärmeleitfähigkeit λ_R	0,91 – 1,1 0,19 (LPM 04)	0,91	0,73 – 1,10	W/mK
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ	5/10	5/10	5/10	-
lineares Trocknungsschwindmaß	2,0 – 3,0	2,5 – 3,0	2,0 – 4,0	%
mechanischer Abrieb	0,1 – 0,6	0,6 (LPM 06)	0,2 – 0,6	g.
Aktivitätskonzentrationsindex natürlicher Radionuklide I	< 1	< 1	< 1	-
Wasserdampfsorptionsklasse WS	WSIII	WSIII	WSIII	

2.8 Brandschutz

Die Baustoffklasse von Lehmwerkmörteln wird durch Prüfung nach DIN 4102-1 bzw. DIN EN 13501-1 bestimmt. LPM mit Stroh (Nr.01, 02) mit einem Gehalt von > 1 M-% an organischen Zusatzstoffen sind gemäß DIN 4102-4 der Baustoffklasse B zugeordnet.

Die deklarierten LPM 01, 02, 04, 05, 06, 07 und 08 (Tab 2.1) mit einem pflanzlichen Faseranteil > 1 M.-% sind der Baustoffklasse B2 nach DIN 4102-1 zugeordnet. Eine bessere Einordnung ist vorbehaltlich brandschutztechnischer Belegprüfungen möglich. Die deklarierten rein mineralischen LPM 03, 09 – 11 sind der Baustoffklasse A1 nach DIN 4102-1 zugeordnet.

Unabhängig von der Baustoffklassifizierung erwiesen sich LPM aus mineralischen Inhaltsstoffen als Bauteilbeschichtung (z. B. Holz, Strohdämmung) unter Brandtemperatureinwirkung als günstig auf das Brandverhalten des Bauteils (z. B. Entzündungszeitpunkt, Flammausbreitung, REI nach DIN EN 13501-2).

2.9 Sonstige Eigenschaften

LPM nach DIN 18947 können nach Erhärtung entweder durch Wässerung replastifiziert oder trocken zermahlen und als LPM oder Ausgangsstoff für neue Lehmbaustoffe wieder- bzw. für Anwendungen außerhalb des Lehmbaus weiterverwertet werden (Abs. 8.1).

Der zulässige Gesamtgehalt an bauschädlichen Salzen von 0,12 M.-% wird nicht überschritten.

3 AUSGANGSSTOFFE

3.1 Auswahl / Eignung

Für die Auswahl der Ausgangsstoffe / Vorprodukte gelten die PKR LPM [5]. *Tab. 3.1* zeigt die Zusammensetzung der Ausgangsstoffe der deklarierten LPM nach *Tab. 2.1*.

Tab. 3.1 Ausgangsstoffe von LPM

Ausgangsstoffe	In den Mischungen enthaltene Ausgangsstoffe LPM nach Tab. 2.1						
	LPM 01 – 02	LPM 03	LPM 04	LPM 05 – 06	LPM 07	LPM 08	LPM 09
Primärgrubenlehm							
Sekundärgrubenlehm	X	X	X	X	X	X	X
Primärrecyclinglehm							
Trockenlehm				X	X	X	X
Sand 0/2, ungetrocknet	X	X	X				
Sand 0/2, getrocknet				X	X	X	X
Quarzsand 0/1; getrocknet		X			X		X
Vulkanit (Lava); getrocknet							X
Bims (Wasch-), ungetrocknet			X				
Pflanzenteile/-fasern	X			X			
Organische Zusatzstoffe, natürlich			X			X	X

Für die Eignungsprüfung von Baulehm gelten die LR DVL [2] sowie das TM 05 DVL [7].

3.2 Stofflerläuterungen

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 (natureplus RL 5003 [10]).

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 *Bodenaushub* [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 Baulehme verwendet werden kann. Trockenlehm sowie getrocknete Gesteinskörnungen enthalten „graue“ Wärmeenergie aus Vorprozessen, die nach Art und Menge erfasst werden (*Abs. 8.1*).

Recyclinglehm ist aus Abbruchbauteilen rückgewonnener Lehmstoff [2]. Er liegt i. d. R. als Bestandteil von Baumischabfall (Bauschutt / Baustellenabfälle) vor und muss durch geeignete Trennverfahren von anderen Abfällen separiert werden. Er kann trocken zerkleinert oder durch Zugabe von Wasser replastifiziert und als Baulehm im Produktionsprozess weiterverwertet werden. Je nach Verwertung wird unterschieden in (*Abs. 8.1*):

- *Primärrecyclinglehm* wird zielgerichtet als Lehmstoff wiederverwertet.
- *Sekundärrecyclinglehm* wird für Anwendungen außerhalb des Lehmbaus weiterverwertet (z. B. Abtrennung der Sandkornfraktion für Betonherstellung).

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

Organische Zusatzstoffe / natürlich: Pflanzenteile und -fasern (z. B. Strohhäcksel, Miscanthus), ohne relevante Rückstände aus Herbiziden, und zerkleinertes, chemisch unbehandeltes Holz / -späne (keine Holzwerkstoffe). Durch diese organischen Zusatzstoffe können die bauphysikalischen Eigenschaften (Trockenrohichte, Trocknungsschwindmaß) des Endprodukts beeinflusst werden. Faserartige Zusatzstoffe wirken einer Rissbildung des LPM bei Austrocknung / Erhärtung entgegen.

Organische Zusatzstoffe / künstlich: Cellulose oder Stärke werden aus Pflanzen durch chemische Reaktion industriell extrahiert. Sie verleihen der Arbeitsmasse zur Herstellung von Putzoberflächen bessere Verarbeitungsfähigkeit und höhere Abriebfestigkeit. Nach DIN 18947 ist ein künstlicher organischer und wasserlöslicher Zusatz mit ≤ 1 M.-% zulässig.

3.3 Bereitstellung des Baulehms

Alle in dieser UPD deklarierten LPM basieren auf Sekundärgrubenlehm, der als Bodenabfall bei der Kiesgewinnung, dem Kalkabbau oder anderen Erdarbeiten anfällt und mit der Wiederverwendung als Ausgangsstoff seine Abfalleigenschaft verliert.

3.4 Verfügbarkeit

Alle mineralischen Rohstoffe sind in ihrer Verfügbarkeit als „geologisch gewachsene“ Naturstoffe generell begrenzt. Die Weiterverwertung von lehmhaltigem Bodenaushub als *Sekundärgrubenlehm* [1, Bild 3.3] für die Herstellung von Lehmstoffen spart Deponieraum und verlängert die Verfügbarkeit von Primärrohstoffen.

Ein bisher kaum erschlossenes Rohstoffpotenzial für die Herstellung von Lehmstoffen ist die sortenreine Rückgewinnung von LPM oder von mineralischen Komponenten in LPM aus Abbruchbauteilen / Baumischabfall als Primär- bzw. Sekundärrecyclinglehm [1, Bild 3.3]. Aufgrund der besonderen hydraulischen Eigenschaften des Bindemittels Lehm ist eine Replastifizierung und Wiederverwertung von auf Putzgeweben haftenden, abgerissenen LPM oder trocken rückgebautem

LSM mit anhaftenden Mörtelresten jederzeit möglich. Eine mineralische Rohstoffknappheit besteht nicht. Alle Pflanzenteile und -fasern sind nachwachsende Rohstoffe.

4 PRODUKTHERSTELLUNG

Die Verfahrensarten zur Herstellung der deklarierten LPM (*Tab. 2.1*) unterscheiden sich hinsichtlich der Energiebilanzen und Umweltwirkungen. Die LPM werden nach dem Erdfeuchtverfahren und zwei verschiedenen Trockenverfahren analysiert.

4.1 Erdfeuchtverfahren

Die deklarierten LPM 01-04 können aufgrund ihrer hydraulischen Eigenschaften ungetrocknet, 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 weder eine thermische Behandlung der Komponenten noch eine Wasserzugabe erfordert (*Erdfeuchtverfahren*).

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

1. Bereitstellung von Sekundärgrubenlehm und weiteren Ausgangsstoffen,
2. mechanische Zerkleinerung des Grubenlehms im Kollergang / Walzwerk / Siebung. Der fertig aufbereitete Baulehm ist erdfeucht, besitzt eine krümelige Struktur und ist gut rieselfähig.
3. Aussiebung von groben Gesteinskörnungen (Überkorn nach DIN 18947) im Baulehm und im Zusatzstoff Sand,
4. Förderung des aufbereiteten Lehms und des gesiebten Sandes gemäß Rezeptur zur Mischung,
5. nur für LPM 01, 02 und 04: mechanische Zerkleinerung von pflanzlichen Zusatzstoffen (Strohfasern) und pneumatische Zudosierung gemäß Rezeptur in den Mischer,
6. Mischvorgang (ohne Wasserzugabe),
7. lose Lagerung und Abholung oder Absackung des Fertigproduktes in feuchtestabile Transportverpackungen (PP-Big bags) zur Auslieferung auf Mehrwegholzpaletten.

Bild 4.1 zeigt ein Produktionsschema für LPM nach dem Erdfeuchtverfahren.

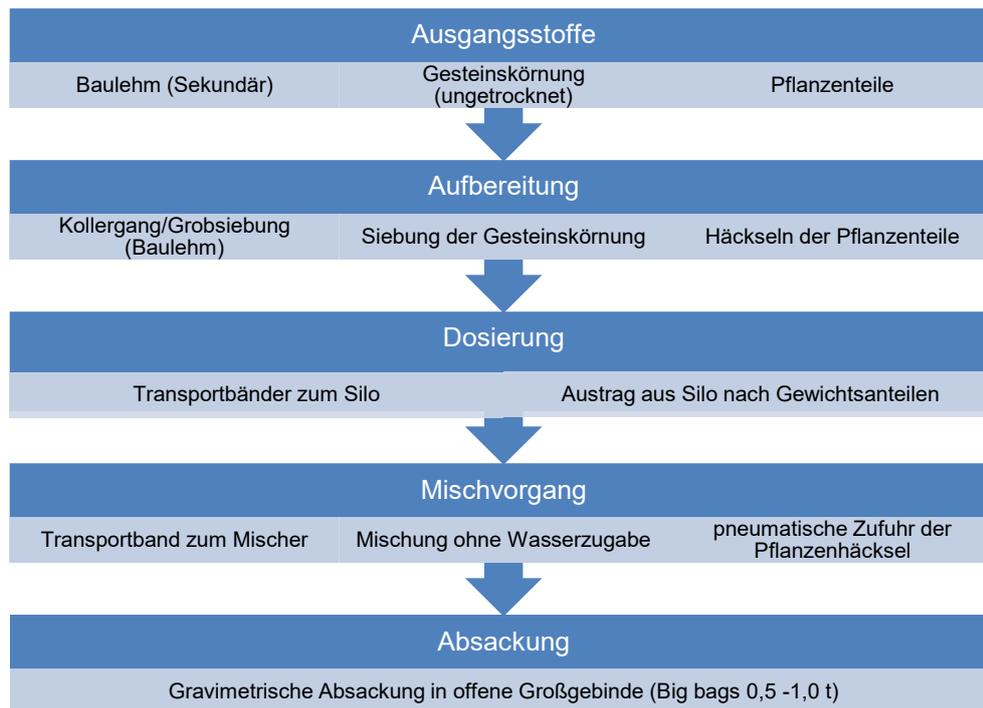


Bild 4.1 Produktionsschema Erdfeuchtverfahren für LPM 01 – 04

4.2 Nachtrocknungsverfahren

Erdfeuchte LPM, die als Fertigmischung nach dem Erdfeuchtverfahren (*Bild 4.1*) vorbehandelt wurden, können in einem unmittelbar anschließenden Prozess getrocknet werden (*Nachtrocknungsverfahren*). Die Trocknung erfolgt in Trommeltrocknern für Schüttgüter, befeuert mit Flüssiggas.

Das Nachtrocknungsverfahren findet Anwendung für LPM 05 und 06 (*Tab. 2.1*).

Das Nachtrocknungsverfahren mit Hilfe eines Trommeltrockners schließt unmittelbar an das Erdfeuchtverfahren unter Auslassung der Absackung in Großgebände an (*nach Nr.6, Abs. 4.1*):

7. Direkte Zuführung in den Trockner (z. B. offene Transportbänder),
8. Trocknung nach dem Drehofenprinzip in einem speziell angepassten Trommeltrockner,
9. Reduktion des Feuchtegehaltes von erdfeuchten 10 – 13 M.-% auf bis zu ca. 5 M.-%,
10. Absackung in Kraftpapiersäcke ohne PE/PP-Folieneinlagen.

4.3 Trockendosierverfahren

Die nach dem Trockendosierverfahren hergestellten LPM 07 – 11 (*Tab.2.1*) werden als getrocknete, feinkörnige, rieselfähige Massen in Kraftpapiersäcken zwischengelagert und auf Holzpaletten mit Schrumpffolie ausgeliefert. Beim Trockendosierverfahren sind alle Ausgangsstoffe vorgetrocknet. Die vorgetrockneten Ausgangsstoffe werden in Großgebänden, teils in Austauschsilos, in das Werk geliefert und dort entsprechend der jeweiligen Rezeptur dosiert und intensiv miteinander vermischt.

Die Anlage besteht aus mehreren Bunkern oder Silos mit den jeweiligen, vorgetrockneten Ausgangsstoffen. Der Austrag über Transportschnecken oder -bänder zur Mischanlage ist mit Wiegezellen zur Dosierung der jeweiligen Rezepturen ausgestattet.

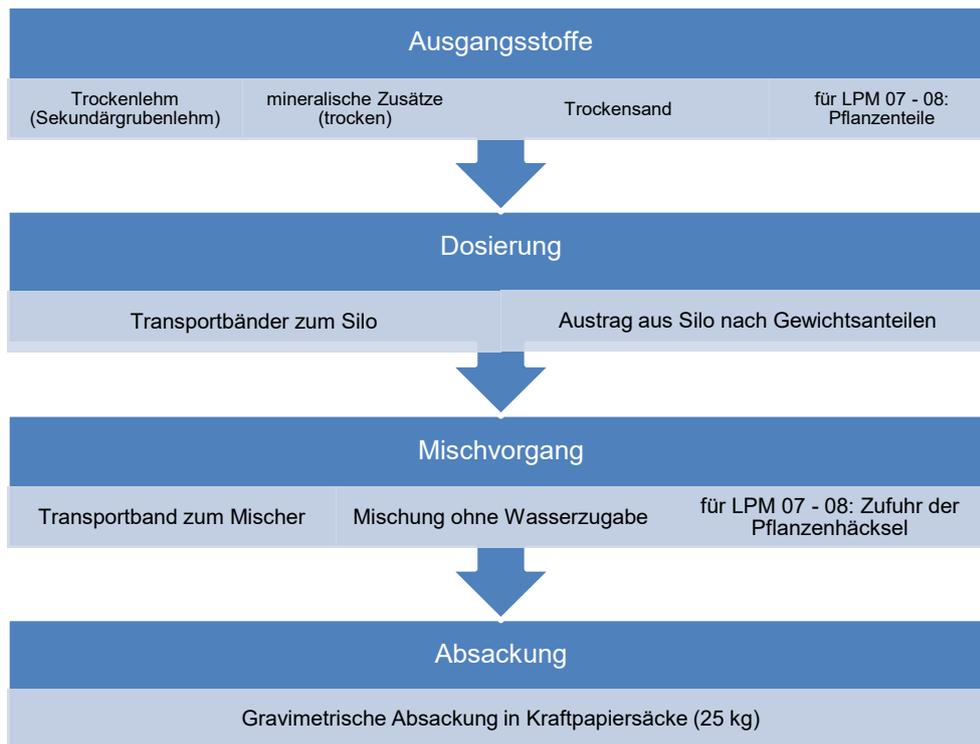


Bild 4.2: Produktionsschema Trockendosierung für LPM 07 - 11

4.4 Gesundheits- und Arbeitsschutz

Die Grenzwerte und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften werden eingehalten.

4.5 Umweltschutz Herstellung

4.5.1 Abfall

Stand der Technik ist die vollständige Wiederverwertung aller mineralischen Abfälle, die während des Produktionsprozesses anfallen, z. B. abgeseibtes Überkorn und Reste bei Produktwechseln auf derselben Anlage.

4.5.2 Wasser / Boden

Belastungen von Wasser / Boden entstehen nicht. Die erfassten und beschriebenen Herstellungsverfahren arbeiten abwasserfrei. Die Restfeuchte der ungetrockneten LPM 01 – 04 (Erdfeuchtverfahren) wird zusammen mit dem Anmachwasser während des Trocknungsprozesses im / am Bauteil in Form von Wasserdampf wieder freigesetzt.

4.5.3 Lärm

Die geforderten Grenzwerte werden eingehalten.

4.5.4 Luft

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 [11].

5 PRODUKTVERARBEITUNG

5.1 Verarbeitungsempfehlungen

Die deklarierten LPM sind Lehmwerkmörtel für die Herstellung von Putzen. Sie sind verarbeitungsfertig und werden auf der Baustelle mit Wasser angemacht.

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

LPM werden nach DIN 18947 bzw. LR DVL [2] aufbereitet und verarbeitet. Sie sollen nach der Aufbereitung noch eine gewisse Zeit ruhen (mauken), damit sich die Bindekraft der Tonminerale voll entfaltet. Unmittelbar vor der Verarbeitung werden sie nochmals durchgemischt.

Verarbeitungshinweise der Hersteller, insbesondere zu Maukzeiten, sind zu beachten.

LPM werden auf größere Flächen mit einer Putzmaschine, bei kleineren Flächen oder zur Erzielung besonderer Oberflächenstrukturen / zum Glätten auch manuell aufgetragen, insbesondere Lehmoberputz. In Schläuchen oder Mörtelkästen erhärteter LPM erhält durch Wasserzugabe wieder die erforderliche Verarbeitungskonsistenz.

LPM müssen nach dem Auftrag schnell austrocknen können, bevorzugt durch natürliche Lüftung. In ungünstigen Fällen (z. B. hohe Luftfeuchtigkeit im Außenbereich) ist eine künstliche Trocknung sinnvoll. Eine Überwachung mittels Trocknungsprotokoll nach TM 01 DVL [6] und Datenblätter wird empfohlen.

LPM werden abfallfrei verarbeitet, indem frischer oder erhärteter Mörtel der Wiederverwertung zugeführt wird.

5.2 Arbeitsschutz / Umweltschutz

Es gelten die Regelwerke der Berufsgenossenschaften und die jeweiligen Sicherheitsdatenblätter.

Während der Verarbeitung von LPM sind keine besonderen Maßnahmen zum Schutz der Umwelt zu treffen. LPM nach DIN 18947 erzeugen bei Hautkontakt während der Verarbeitung keine Reizungen oder Schäden. Der Kontakt von LPM mit den Augen ist zu vermeiden.

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

5.3 Restmaterial

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

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

5.4 Verpackung

Die verwendeten Großbinde aus Kunststoffgewebe (PP) und Kraftpapiersäcke ohne Kunststoffinlet werden sortenrein als Transportverpackungen durch das duale Entsorgungssystem Interseroh bzw. RePack einem stofflichen Recyclingprozess zugeführt.

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

6 NUTZUNGSZUSTAND

6.1 Ausgangsstoffe

Für die Herstellung der deklarierten LPM werden ausschließlich die natürlichen 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.

Die mineralischen Gesteinsrohstoffe können auf Grund ihrer geologischen Entstehung in geringen Mengen bestimmte Spurenelemente als natürliche Beimengungen enthalten.

6.2 Wirkungsbeziehungen Umwelt / Gesundheit

Die deklarierten LPM enthalten keine schädlichen Stoffe in gesundheitsschädigenden Konzentrationen wie z. B. flüchtige organische Komponenten (VOC), Formaldehyd, Isocyanate usw. Die Kriterien nach natureplus RL 0803 [9] werden erfüllt. Der Nachweis erfolgte nach DIN EN ISO 16000-9. Entsprechende schädigende Emissionen sind deshalb auch nicht zu erwarten. LPM sind im verarbeiteten Zustand geruchsneutral.

Die Mikroporenstruktur der Tonmineralien des Baulehms ermöglicht eine rasche, besonders hohe Adsorption / Desorption von überschüssigem Wasserdampf im Innenraum. LPM auf inneren Bauteiloberflächen tragen deshalb zu einem ausgeglichenen Innenraumklima bei (*Modul B1*). Die deklarierten LPM erfüllen die Prüfkriterien nach der in *Tab. 2.2* ausgewiesenen Wasserdampfadsorptionsklasse WS III gemäß DIN 18947.

Bei Taupunktunterschreitung der Innenraumluft wird ggf. an trockenen Bauteiloberflächen ausfallendes Tauwasser durch die kapillare Porenstruktur des LPM sofort verteilt. Dadurch wird der möglichen Bildung von Schimmel an gefährdeten Stellen („kalte Ecken“ von Außenwänden) entgegengewirkt (*Modul B1*).

6.3 Beständigkeit / Reparatur / Nutzungsdauer

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

LPM zeichnen sich wegen der Möglichkeit der Replastifizierung des Festmörtels durch vorübergehende Befeuchtung (z. B. Schwammbrett) durch besondere Reparaturfreundlichkeit aus (*Modul B2* und *B3*). Sie sind zum Auftrag auf verschiedene Untergründe gut geeignet, z. B. Beton, Gipsplatten (vorbehandeln), Holzfaserplatten, Mauerwerk.

Anforderungen an Lehmputz als Bauteil (Trocknung nach Putzauftrag, Weiterbehandlung / Überarbeitung, Gebrauchstauglichkeit, optische Anforderungen) sind in TM 01 DVL [6] ergänzend zu den LR DVL [2] festgelegt und im Arbeitsblatt „Lehmputz“ von Claytec spezifiziert (*Modul A5*).

Der Risswiderstand der deklarierten LPM kann durch eine geeignete Gewebearmierung in der zugbelasteten Zone des Putzes erhöht werden (DIN 18550-2).

Die Lebensdauer von LPM 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 LPM mit organischen Zusatzstoffen können geringe Mengen CO entstehen.

Zur Brandbekämpfung eingesetztes Löschwasser kann Schäden am Lehmputz erzeugen. LPM im Löschwasser verursacht keine Umweltrisiken.

7.2 Hochwasser

Unter Wassereinwirkung (z. B. Hochwasser) können LPM nach DIN 18947 replastifiziert und ausgewaschen werden. Dabei werden keine wassergefährdenden Stoffe freigesetzt. Aufgeweichte LPM-Bereiche müssen ggf. auf ihre Stabilität und Haftung am Untergrund untersucht werden.

7.3 Havarie Wasserleitungen

Infolge von Schäden an Wasserleitungen kann im Gebäude Wasser austreten und verarbeiteten LPM aufweichen. Die Haftung der aufgeweichten Bereiche am Untergrund ist zu überprüfen.

8 WEITERE HINWEISE ZUR NUTZUNGSPHASE

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

Die dynamische Luftfeuchtesorption von LPM in der Nutzungsphase hat Auswirkungen auf das Raumklima und trägt damit zur energetischen Optimierung notwendiger Luftwechselraten bei.

Die Lebensdauer von verarbeiteten LPM ist abhängig von der jeweiligen Konstruktion, der Nutzungssituation, dem Nutzer selbst, Unterhalt und Wartung usw. Deshalb ist die Nutzungsphase nur in Form von Szenarien zu beschreiben.

9 NACHNUTZUNGSPHASE

9.1 Recycling von LPM

Lehmputz als Bauteil kann während und nach Ablauf der Nutzungsphase üblicherweise als Putzgrund für das Aufbringen eines neuen Putzes (oder einer Wärmedämmung) weiterverwendet werden. Reststoffe (Altanstriche, alte Ausbesserungen mit Gips, Zement- und Kalkmörtel) sind zu entfernen. Durch Anfeuchten (z. B. Sprühnebel) und Bearbeiten der Oberfläche lassen sich die Klebkkräfte des alten Lehmputzes vor Auftrag des neuen LPM reaktivieren.

LPM können bei Verwendung von Bewehrungsgeweben in einfacher Weise sortenrein zurückgebaut werden. Bewehrungsgewebe sind manuell leicht abziehbar und erleichtern die Rückgewinnung des LPM [12]. Zurückgewonnene LPM können aufgrund der hydraulischen Eigenschaften der Tonminerale durch Wasserzugabe ohne zusätzlichen Energieaufwand replastifiziert und wiederverwertet werden. Ihre ursprüngliche Zusammensetzung entspricht den für eine Wiederverwertung als LPM gemäß DIN 18947 geforderten Eigenschaften [13].

Bei einer Wiederverwertung als (Primär-)Recyclinglehm [1, Bild 3.5] dürfen die rückgebauten LPM keine relevanten Spuren aus chemischen und biologischen Einwirkungen aus der zurückliegenden Nutzung enthalten (bauschädigende Salze, Moose / Algen, Hausschwamm, Schimmelpilze usw.). Gleiches gilt für die Weiterverwertung von gelösten mineralischen Komponenten (z. B. Sand) als Rohstoff für andere Baustoffe (Sekundärrecyclinglehm). Sie müssen darüber hinaus frei von Reststoffen (Altanstriche, alte Ausbesserungen mit Gips, Zement- und Kalkmörtel) sein.

Sofern die o. g. Möglichkeiten der Wiederverwertung durch Einsumpfen nicht praktikabel sind, kann LPM oder LSM-Bruch mit anhaftenden LPM-Resten in Brecheranlagen zu Lehm-Rezyklat aufbereitet und danach als Primärrecyclinglehm für LPM oder andere Lehmbaustoffe wiederverwertet werden (*Abs. C.4*).

Nicht sinnvoll für neue Lehmprodukte verwertbare LPM aus Gebäudeabriss mit natürlichen mineralischen Zusatzstoffen und einem homogen verteilten Gehalt an natürlichen organischen Zusatzstoffen ≤ 1 M.-% lassen sich als Bodenaushub weiterverwerten, z. B. im Landschaftsbau, zur Rekultivierung, zur Trassierung von Verkehrswegen oder in der Land- und Forstwirtschaft entsprechend der Ersatzbaustoffverordnung EBV [14].

9.2 Verwertung von Abfällen und Verpackungen

Die Verwertung von Holz, Papier- und Kunststoffverpackungen erfolgt durch einen zertifizierten Entsorger gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) [15]. Bei der Herstellung von LPM entstehen keine Produktionsabfälle.

9.3 Entsorgung

Bei Gebäudeabriss zurückgebaute, nicht sortenrein gewinnbare LPM, sowie LPM aus Landwirtschaftsbauten, die für eine Wiederverwertung ungeeignet sind, können aufgrund ihres chemisch neutralen und 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.

10 NACHWEISE

Wasserdampfadsorptionsklassen nach DIN 18947, Tab. A.1 liegen dem Programmbetreiber vor.

10.1 Produkt-Erstprüfung nach DIN 18942-100

Liegt dem Programmbetreiber vor.

10.2 VOC, TVOC

LPM sind nach DIN EN 16516 und Prüfkammerbedingungen nach DIN ISO 16000 geprüft worden. Der Prüfbericht liegt dem Programmbetreiber vor (*Tab. 10.1*).

Tab. 10.1 Übersicht der Prüfergebnisse zu VOC u. TVOC Emissionen

Mineralische Bauprodukte			
Prüfparameter	Anforderung	Prüfmethode	
Emissionsanalysen			
TVOC (Summe flüchtige organische Verbindungen)	< 3.000 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung) < 300 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)	DIN EN 14216 DIN ISO 16000-3 DIN ISO 16000-4 DIN EN ISO 16000-9 Aufkammerbedingungen: siehe Aufkammerbuch	
VOC (inkl. VOC und SVOC) mit folgenden Erchtungen: Normung (DIN N. 5272/2005 Kategorie Cat. 1A u. 1B, Norm. 1A u. 1B, Rep. 1A u. 1B, DGS 950, K2A, K2B, M2A, M2B, K2A, K2B, M2C, Group 1 u. 2A, B2A (M2A-calc), Kategorie III, III)	< 1 µg/m ³ (3 und 21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
VOC (Summe) ohne NH ₃	< 100 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
VOC (Eneobsummen):			
Summe bicyclische Terpene	< 200 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Summe sensiblen Stoffe mit folgenden Erchtungen: DIN 50305, Kategorie II, III, III	< 100 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Summe VOC (inkl. VOC und SVOC) mit folgenden Erchtungen: Normung (DIN N. 5272/2005 Kategorie Cat. 2, Wds. 2, Rep. 2, M2A, K2A, K2B, M2A, M2B, K2A, K2B, M2C, Group 1 u. 2A, B2A (M2A-calc), Kategorie III)	< 50 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Summe C9 - C14 Alkane / Isokane	< 200 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Summe C4 - C11 Aldehyde, acyclisch, aliphatisch	< 100 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Summe C9 - C15 Alkybenzole	< 100 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Summe Kizole	< 5 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Summe Zulfale	< 100 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Summe Naphthalin und naphthalinische Verb.	< 10 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
VOC (Eneobsubstanzen):			
Methylacetat (M1)	< 1 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Oxolanon (O1)	< 1 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Benzaldehyd	< 20 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
2-Ethyl-1-hexanol, Ethylenglykolmono-äthyläther, 2-Heptylhexanol (Anforderung je Eneobsubstanz)	< 100 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
2-Butoxyethylester	< 200 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Glykolether mit unzureichender Kohlenlage* (Anforderung je Eneobsubstanz)	0,005 ppm (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Propen-1,2-diol	< 60 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
2-Phenoxyethanol	< 20 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Phenol	< 20 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Benzothiazol	< 15 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Ethylacetat (VOC)	< 600 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
Acetaldehyd	< 66 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		
TVOC (Summe schwerflüchtige organische Verbindungen)	< 100 µg/m ³ (21 Tage nach Aufkammerbeladung)		

* Vgl. Substanzliste der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAG) in der BGI 50305, Seite 2012, Tabelle 54, sowie 2, pp 236-238

* vorläufig, eine Überweisung führt derzeit noch nicht zur Abwertung

10.3 Radioaktivität

Die Messung des Radionuklidgehaltes [Bq/kg] für Ra-226, Th-232, K-40. nach DIN 18947, A.3 von LPM ergibt einen Aktivitätskonzentrationsindex I < 1.

TEIL A SACHBILANZ

A.1 Funktionale Einheit

Die funktionale Einheit für die Herstellung von LPM ist in DIN 18947, A.3 sowie in der entsprechenden PKR [5] geregelt und wird massebezogen mit einem Kilogramm (1 kg) festgelegt.

A.2 Betrachtungszeitraum

Die eingesetzten Mengen an Rohstoffen, Energien sowie Verpackungen sind als Mittelwert von zwölf Monaten auf Basis des Jahres 2022 in den beiden betrachteten Werken Viersen und Ransbach-Baumbach 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 durch den Hersteller und geeigneter Berechnungsverfahren. Dabei beziehen sich die Inputfaktoren auf Ausgangs-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Energieträger, Energiearten und Verpackungen, die

Outputfaktoren auf die entsprechenden Emissionen des Systems in Luft, Wasser und Boden sowie Abfälle.

Die Daten beziehen sich auf drei unterschiedliche Verfahren und Produktionsanlagen zur Herstellung der 11 deklarierten LPM nach *Tab. 2.1*:

- Erdfeuchtverfahren ohne technische Trocknung der Ausgangsstoffe und des Endproduktes (LPM 01 – 04)
- Nachtrocknungsverfahren mit technischer Trocknung vorgefertigter LPM nach Erdfeuchtverfahren (LPM 05 – 06)
- Trockendosierverfahren zur Dosierung und Mischung vorgetrockneter Ausgangsstoffe (LPM 07 – 11)

Tab. A.1 bildet die Input- und Outputfaktoren für die deklarierten LPM ab. Hauptinputfaktoren sind die Ausgangsstoffe und die elektrische Energie aus Wasserkraft zum Betrieb der Produktionsanlagen in beiden Werken. Im Werk Viersen kommen Diesel für den Werksverkehr und Flüssiggas für die Anlage zur Nachtrocknung hinzu. Die Herstellung aller LPM erfolgt ohne Wasserzugabe, abwasserfrei und abfallfrei. Der Frischwasserverbrauch und die Outputfaktoren ergeben sich indirekt als Eintrag aus den Produktionsketten der Vorprodukte und Energieträger.

Tab. A.1 Sachbilanz der untersuchten Lehmputzmörtel (LPM)

Lehmputzmörtel LPM (nach Verfahrensart)	Produkte				Bemerkungen
	LPM 01-04	LPM 05-06	LPM 07-11	Einheiten	
	(Erdfeuchtverfahren)	(Nachtrocknung)	(Trockendosierung)		
INPUTFAKTOREN					
Baulehm	0,36 - 0,45	0,39 - 0,45	0,33 - 0,42	kg/kg LPM	
- Primärgrubenlehm	-	-	-	kg/kg LPM	
- Sekundärgrubenlehm	0,36 - 0,45	0,39 - 0,45	0,33 - 0,42	kg/kg LPM	Bodenaushub, -abfall
- Trockenlehm	-	-	0,33 - 0,42	kg/kg LPM	
Gesteinskörnung 0/2	0,54 - 0,60	0,54 - 0,60	0,51 - 0,62	kg/kg LPM	
Quarzsand 0/1	0,08 ¹⁾	-	0,06 ⁴⁾	kg/kg LPM	
Bimssand	0,41 ²⁾	0,32	-	kg/kg LPM	
Lavasand	-	-	0,07 ⁵⁾	kg/kg LPM	
organische Zusätze, künstlich	0,08 ³⁾	-	0,09 ⁶⁾	kg/kg LPM	
Pflanzliche Zusätze	0,08 - 0,0164	0,09	0,08 - 0,09	kg/kg LPM	Strohfasern
Energieinput					
Herstellung					
elektrische Energie	0,026	0,026	0,046	MJ/kg LPM	Strom aus Wasserkraft
Wärmeenergie	-	0,013	-	kg/kg LPM	Flüssiggas
Diesel (Baufahrzeuge)	0,0006	-	-	l/kg LPM	nur Werk Viersen; Verbrauch / Gesamtproduktionsmasse
Frischwasser	0,0001	0,0001	0,00013	m³/kg LPM	von Vorprodukten und Ausgangsstoffen
Holzpaletten	0,02	0,02	0,02	kg/kg LPM	Mehrweg
PE/PP Großgebilde	0,0014	-	-	kg/kg LPM	1,4 kg Big Bag für 1000kg LPM
Kraftpapiersack	-	0,036	0,036	kg/kg LPM	90 g pro 25 kg LPM
PE Folie	-	0,0002	0,0002	kg/kg LPM	t > 20 µm; 2 m² / Palette Sackware
OUTPUTFAKTOREN					
LPM	1	1	1	kg	Funktionale Einheiten
Abfälle (indirekt)	0,00032	0,017	-	kg/kg LPM	aus Vorketten
Abwasser	-	-	-	-	Abwasserfreie Produktion
Staub	k.A.	k.A.	k.A.	-	Erdfeuchte Ausgangsstoffe, Staub wird ausgefiltert
	¹⁾ nur LPM 03		⁴⁾ nur LPM 09		
	²⁾ nur LPM 04		⁵⁾ nur LPM 11		
	³⁾ nur LPM 04		⁶⁾ nur LPM 10		

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

Die in Tab. A.1 aufgelisteten mineralischen und pflanzlichen Zusätze entsprechen der DIN 18947. Der Anteil der Gesteinskörnungen, meist Sand und für LPM 11 Lavasteinbruch, magert den Baulehm ab und verbessert die Verarbeitungsfähigkeit der LPM. Feinputzmörtel enthalten zur Verbesserung der erzielbaren Oberflächenstruktur < 1 M.-% organische Zusätze aus pflanzlicher Zellulose. Der mineralische Zusatz Bims verbessert die Dämmeigenschaften für LPM 04. Strohfasern dienen der inneren Armierung für grobe Lehmunter- und oberputze (LPM 01, 02, 04, 05, 06, 07 und 08).

Die Herkunfts- und Verbrauchsangaben zum Energieinput in den Werk Viersen und Ransbach-Baumbach basieren auf Energieabrechnungen der Lieferanten für 2022. Es wurde der durchschnittliche Energieeinsatz (MJ/kg LPM) im jeweiligen Werk bezogen auf die produzierte Gesamtmasse angesetzt (massenbezogene Allokation). Der Energieinput für die Ausgangsstoffe, den Herstellungsprozess und die Verpackung variiert nach Zusammensetzung und Verfahrensart zur

Herstellung der LPM (*Abs. 9 und Tabellenanhang*). Die Baumaschinen zum Betrieb im Werk Ransbach-Baumbach arbeiten mit elektrischen Antrieben, die in *Tab. A1* in den ermittelten Stromverbräuchen enthalten sind. Im Werk Viersen werden Baumaschinen teilweise mit Diesel betrieben.

Die Wasserverbräuche entstehen indirekt aus Vorprodukten (z. B. Sand- und Bimsgewinnung). Schrumpffolien und Mehrwegpaletten bleiben unterhalb des Abschneidekriteriums.

Die Abfälle entstehen nicht im Herstellungsprozess der untersuchten LPM, sondern durch die Bereitstellung von Energieträgern und Vorprodukten.

TEIL B ÖKOBILANZ

Die Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040 / DIN EN ISO 14044 / DIN EN 15804 zur Erstellung einer Typ III UPD beruht auf einer Lebenszyklusanalyse (LCA) von LPM nach Herstellerdaten 2022 für die Werke in Viersen (LPM 01 – 06) und Ransbach-Baumbach (LPM 07 – 11).

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 LPM. 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 LPM, Planer und Entscheidungsträger, die die Ergebnisse zur ökologischen Bewertung eines Bauteils / 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 [16] wird eine RSL für LPM von 100 Jahren zugrunde gelegt.

B.4 Abschneidekriterium

Entsprechend DIN 18947, 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 Holzpaletten und Schrumpffolien zu.

Abweichend davon werden auch alle Stoffflüsse erfasst, deren Umweltauswirkungen > 1 % der gesamten Auswirkungen einer in der Bilanz berücksichtigten Wirkungskategorie darstellen. Das trifft insbesondere auf natürliche Pflanzenfasern (z. B. Stroh), funktionale Zellulosezusätze auf Pflanzenbasis und Verpackungen zu.

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

B.5 Annahmen und Abschätzungen

Annahmen und Abschätzungen betreffen Grubenlehm als Primär- bzw. Sekundärgrubenlehm, Verpackungen, Pflanzenanteile, die Abfallaufbereitung (IM C1 u. C3) und das Rückgewinnungspotenzial (IM D1 - D3).

Grubenlehm (Abs. 3.2): 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).

Trockenlehm: die Bilanzierung des für die LPM 07 – 11 verwendeten Trockenlehms basiert auf Umweltdaten des Zulieferbetriebes, einschließlich des Energiebedarfs für die Trocknung [17]

Pflanzenteile: LPM 01, 02, 04, 05, 06 und 07 enthalten 0,8 – 1,6 M.-% Pflanzenfasern aus Stroh. Im Rahmen der Muster UPD LPM fand die veröffentlichte UPD Baustroh Anwendung [18]. Die darin enthaltenen Rückgewinnungspotenziale blieben unberücksichtigt, nicht jedoch das im Stroh gebundene CO₂, das in IM A1 einberechnet worden ist.

Verpackungen: *Holzpaletten* lassen sich nicht vollständig den LPM 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.

Großgebände (Big bags): erdfeucht produzierte und transportierte LPM werden in offene Großgebände (*Big bags*) mit einer Kapazität von 1,0 – 1,2 t abgesackt. Zur Bewertung der CO₂_{equiv.} lag eine Analyse des Lieferanten der Big Bags vor, die mit Literaturangaben zu älteren Studien über PP-Herstellungsverfahren überprüft wurde. 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 [19] als annähernd vergleichbares Produkt (worst case Annahme). Auf Gutschriften durch die stoffliche / thermische Verwertung der Big Bags über ein Entsorgungssystem wurde verzichtet.

Ungebleichte Kraftpapiersäcke ohne Kunststoffeinlage dienen der Verpackung und dem Feuchteschutz für getrocknete LPM. Die Verpackungseinheit für getrocknete LMM ist 25 kg. 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, getrockneten LPM. Die ca. 150 cm breite Folie umschließt eine Palette mit 48 Sack LPM pro Standardpalette und einem Gesamtgewicht von bis zu 1,2 t. Für PE-Folie findet das Abschneidekriterium nach Abs. B.4 Anwendung.

Abbruch/Abriss (CI): LPM bilden mit dem Mauerwerk oder einer Trockenbaukonstruktion einen festen Verbund mit dem jeweiligen Untergrund. Durch Abriss des Mauerwerks oder der Trockenbaukonstruktion (z. B. nach Gütezeichen Trockenbau RAL-GZ 531) kann LPM sortenrein durch manuelle Trennung vom Untergrund rückgewonnen werden. Entsprechende Experimente und Laboruntersuchungen fanden an der FH Potsdam statt [12;13].

Für den Fall eines maschinellen Mauerwerksabbruchs wird für die nachfolgende Modellrechnung auf die Leistungsdaten eines branchentypischen Abrissbaggers für LSM mit einem Dieselverbrauch von 0,16 l / Betriebsstunde bei einer Abrissleistung von 30 m³/h zurückgegriffen.

Abfallaufbereitung (C3): Die Annahmen in IM C3 basieren auf experimentellen Untersuchungen der FH Potsdam [13] zur Aufbereitung auf Putzgeweben haftender, manuell abgerissener LPM sowie trocken rückgebauten LSM mit anhaftenden Mörtelresten durch Auflösung in Wasser (*Nassverfahren*) oder Zermahlen in entsprechenden Anlagen (*Trockenverfahren*). Für die nachfolgende Modellrechnung werden die Verbrauchs- und Leistungsdaten einer branchentypischen Prallbrecheranlage, mobil / stationär einsetzbar für mineralische Baustoffe unterstellt. Die Anlage benötigt 0,23 l Diesel / t Abbruchmaterial, einschließlich des Betriebs eines integrierten Stromgenerators.

Rückgewinnungspotenzial (D):

Abgeleitet aus der Muster-UPD für LPM werden in den nachfolgenden Modellrechnungen drei unterschiedliche Szenarien D1 bis D3 angenommen. Dabei wird „Abbruchmaterial“ je nach Rückbauverfahren definiert als „abgerissener“ LPM bzw. LSM-Abbruch mit Lehmputzmörtelresten.

IM D1 unterstellt eine Wiederverwertung des trocken rückgewonnenen Abbruchmaterials für *neue ungetrocknete LPM* durch *Einsumpfen / Mauken*. Die Substitution von primären Ausgangsstoffen bildet das Rückgewinnungspotenzial dieses Szenarios (*Nassverfahren*).

IM D2 unterstellt eine Wiederverwertung des trocken rückgewonnenen Abbruchmaterials für *neue trockene LPM* im *Nachtrocknungsverfahren*. Im Szenario D2 ersetzen die trocken rückgewonnenen Sekundärstoffe nicht nur die primären Ausgangsstoffe (wie in D1), sondern insbesondere die Energie für die Nachtrocknung erdfeuchter LPM.

IM D3 unterstellt eine Wiederverwertung des trocken rückgewonnenen Abbruchmaterials als Sekundärstoff für Lehmbaustoffe, die *im Trockendosierverfahren* hergestellt werden. Das können auch neue LPM sein. Bei diesem Verwertungsszenario ersetzen die Bestandteile des LPM (überwiegend Trockenlehm und Trockensand) ansonsten technisch getrockneten Baulehm und Sand.

B.6 Datenqualität

Die Datenerfassung für die untersuchten Produkte und Verfahren erfolgte durch Nachweis der Energieeinsätze und Ermittlung weiterer Daten mittels eines strukturierten Erfassungsbogens in den beiden Werken des Herstellers für das Jahr 2022.

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

Tab. B.1 Übersicht Datengrundlagen

Nr.	Daten	Hintergrunddatensätze/Vergleichsdaten
1	Trockenlehm	EMAS Herstellerdaten [17]; Verifiziert nach: UBA proBAS Gesteinsmehl 2004 [20] und ÖKOBAUDAT 1.2.01 (2023-08) [19]
2	Gesteinskörnungen	GaBi 2021 in ÖKOBAUDAT 1.2.01 (2023-08) [19]
3	Bims (Wasch-)	GaBi 2021 in ÖKOBAUDAT 1.2.03 (2023-08) [19]
4	Lavabrechstein (Vulkalit)	GaBi 2021 in ÖKOBAUDAT 1.2.03 (2023-08) [19]
5	Pflanzenteile	FASBA EPD Strohballen [18]

6	Cellulose	Arbocell Herstellerzertifikat; verifiziert nach [21]
7	PP Big Bags	GaBi 2021 in: ÖKOBAUDAT 6.6.01 (2023-08) [19]
8	Kraftpapiersäcke	GaBi 2021 in: ÖKOBAUDAT 6.6.05 (2023-08) [19]; verifiziert nach: proBas GEMIS 5.0 [20]
9	Elt. Energie regenerativ (z. B. Wasserkraft)	GaBi 2020 in: ÖKOBAUDAT 9.2.05 (2021-06) [19]; Verifiziert nach: GEMIS 5.0
10	Flüssiggas	GaBi 2020 in: ÖKOBAUDAT 9.2.02 (2021-06) [19]
11	Transport zum Werk (35-40 t, EURO 5, 27 t Nutzlast, 85 % Auslastung)	GaBi 2020 in: ÖKOBAUDAT 9.3.01 (2021-06) [19]
12	Abbruch/Abriss	Herstellerdaten; Abrissbagger
13	Abfallaufbereitung	FH Potsdam [12][13]; Herstellerdaten Prallbrecher
14	Rückgewinnungspotenzial	FH Potsdam [12][13]

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 wiederverwendet. Der Hauptanteil der Belastungen wird entsprechend DIN EN ISO 14044, Abs. 4.3.2 nach physikalischer Allokation der Kiesgewinnung als Hauptprodukt zugewiesen.

Der gemessene Energieinput wird nach der im jeweiligen Werk hergestellten Masse aller Lehmbaumstoffe proportional auf die Masseanteile der deklarierten Produkte aufgeteilt (*massebezogene Allokation*).

B.8 Ergebnisse der Ökobilanzierung (LCA)

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 entspricht der Muster-UPD LPM des DVL [4] wird für die nachfolgende Bilanzierung zugrunde gelegt. Entsprechend der PKR LPM [5] bleiben Transporte zu Baustellen unberücksichtigt. IM A5 und B1 – B 6 zur Nutzungsphase haben keine quantifizierbaren umweltrelevanten Auswirkungen, werden daher als „Modul beschrieben (MB)“ bezeichnet. Der Bezug zu den IM A5 und B1 – B5 findet sich in den Abs. 5. u. 6. Zu folgenden erweiterten Umweltindikatoren in Tab B.2 liegen keine Daten vor:

Tab. B.2 Nicht deklarierte 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)

Als Tabellenformat für die Darstellung der Ergebnisse wird die Informationstransfermatrix ITM nach DIN EN 15942 genutzt.

Die detaillierten Bilanzdaten zu den Inputfaktoren, Umweltwirkungsfaktoren und Outputfaktoren der insgesamt 11 LPM befinden sich im *Tabellenanhang Abs. D*. Die IM C1 – C4 und die Rückgewinnungspotenziale IM D1 – D3 werden nachfolgend im *Teil C* zusammenfassend interpretiert (*Abb. C.4.1– C.4.3, C.4.5*).

TEIL C INTERPRETATION DER ÖKOBILANZ

Im *Teil C* werden ausgewählte Ergebnisse der Ökobilanz (*Tabellenanhang B.3.1 – B.3.3*) in Form von Balkendiagrammen für die Parameter PEI (*Abb. C.1*) u. GWP (*Abb. C.2*) jeweils für die drei Verfahrensarten „Herstellung LPM“, für IM C1 „Abbruch“ (*Abb. C.3.1*), IM C3 „Aufbereitung Abbruch“ (*Abb. C.3.2*) sowie die Rückgewinnungspotenziale D1 – D3 (*Abb. C.4.1 – C.4.3*) dargestellt und interpretiert. *Abb. C.4.4* zeigt die Klimaentlastungseffekte für die Rückgewinnungspotenziale D1 – D3 im Vergleich.

C.1 Primärenergieeinsatz (PEI)

Die Durchschnittswerte zum PEI in der *Sachbilanz (Tab. A.1)* basieren auf der Jahresabrechnung des Energielieferanten 2022. Der jährliche Energieverbrauch in den beiden Werken enthält auch Verbräuche für Gabelstapler und Radlader, Gebäude und Außenanlagen. Der gesamte Jahresenergieverbrauch wird auf den gesamten Produktionsoutput (kWh/kg) bezogen (massebezogene Allokation).

Der zusammenfassend dargestellte Primärenergieeinsatz (*Abb. C.1 – C.3*) umfasst die Module A1 (Bereitstellung der Ausgangsstoffe), A2 (Transporte ins Werk) und A3 (Herstellung)

C.1.1 Erdfeuchtverfahren LPM 01 – 04

Erdfeucht hergestellte LPM dieser Deklaration benötigen einschließlich der Vorketten zur Bereitstellung der Ausgangsstoffe, der Bereitstellung und Nutzung der Energieträger, aller Transporte ins Werk Viersen und Verpackung zwischen 5,08E-01 MJ/kg LPM 01 und 7,66E-01 MJ/kg LPM 04 (*Abb. C.1*). Die Unterschiede erklären sich aus den Rezepturen und den jeweiligen Transportwegen für die Ausgangsstoffe. Deutlich wird dies für LPM 04 (Dämmputz). Die Rezeptur für LPM 04 ist mit Waschbims und pflanzlichen Zellulosefasern als künstlicher organischer Zusatzstoff komplexer als bei LPM 01 – 03. Der zugrunde gelegte Energieinput für Zellulosefasern beträgt 3,82E-01 MJ/kg LPM 04 oder 50 % des gesamten Energieinputs für LPM 04.

LPM 03 ist ein rein mineralischer LPM ohne Strohfasern mit Gesteinskörnung 0/2 und Quarzsand 0/1. LPM 04 enthält Waschbims zur Reduktion der Rohdichte (960 kg/m³) und Erhöhung der Dämmwirkung (0,19 W/mK).

Alle im Erdfeuchtverfahren hergestellten LPM werden in offenen Großgebinden (Big bags) abgesackt, transportiert und gelagert.

Die Primärenergieeinträge durch Transporte der Ausgangsstoffe (hier einschl. Sekundärgrubenlehm vom Bodenaushub) und Verpackungen ins Werk Viersen sind enthalten. *Abb. C.1* zeigt eine Gesamtübersicht der Energieeinträge für die vier deklarierten LPM 01 – 04 (*Erdfeuchtverfahren*).

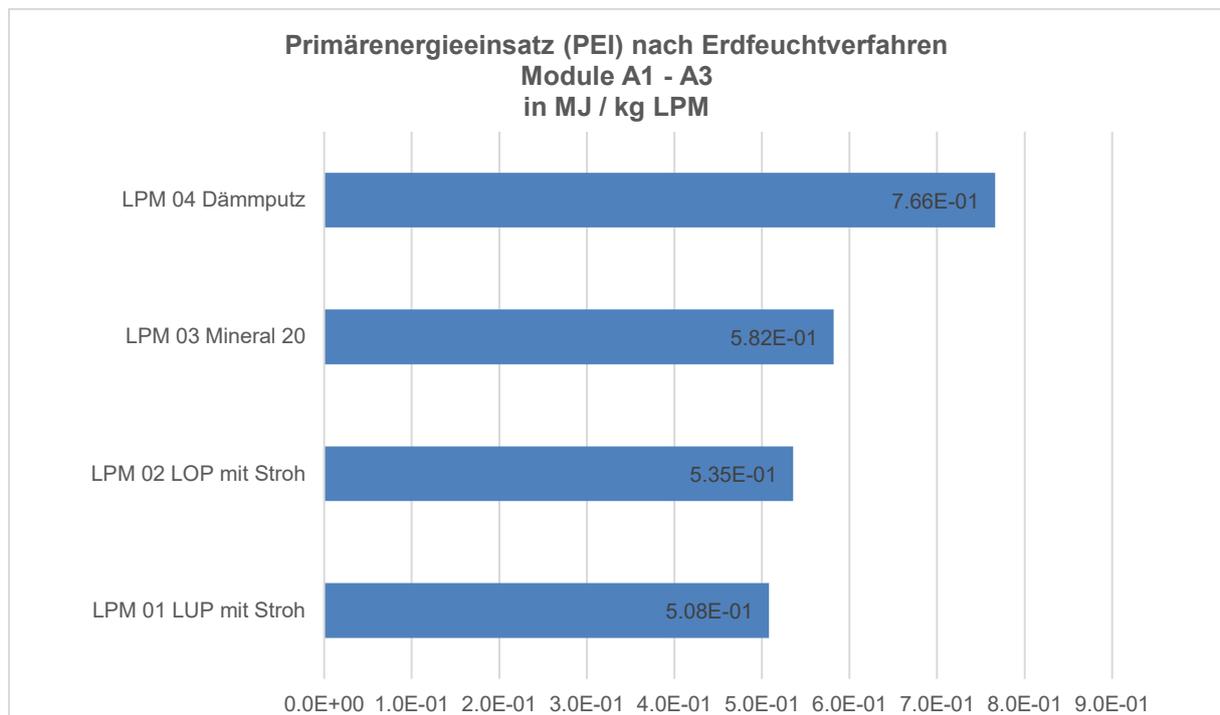


Abb. C.1 Primärenergieeinsatz PEI für LPM 01 – 04, Erdfeuchtverfahren

Die Ausgangsstoffe tragen mit $3,09E-01$ MJ/kg LPM 01 bis $5,02E-01$ MJ/kg LPM 04 zum Gesamtenergieinput bei.

Der Herstellungsprozess auf derselben Anlage benötigt, einschließlich Diesel für Baufahrzeuge im Werk, einen Energieinput von $5,83E-02$ MJ/kg für alle LPM und nutzt dazu 100 % regenerative elektrische Energie aus Wasserkraft.

Die Energieeinträge durch LKW-Transporte für die Ausgangsstoffe und Verpackungen bewegen sich zwischen $3,33E-02$ LPM 02 und $1,01E-01$ MJ/kg LPM 04.

Großgebäude (Big bags) mit 1 t Fassungsvermögen tragen mit $1,05E-01$ MJ/kg LPM 01 – 04 zum PEI im gesamten Lebenszyklus (IM A1 – A3) bei. Für Großgebäude aus PP fehlen originäre Ökobilanzen. Als worst case-Szenario, standen Umweltdaten des Lieferanten und GaBi-Daten der ÖKOBAUDAT für vergleichbar hergestellte PP-Unterspanngewebe zur Verfügung [19].

C.1.2 Nachtrocknungsverfahren LPM 05 – 06

Die *nachgetrockneten* LPM 05 und 06 benötigen zusätzlich zum Energieeintrag aus dem vorgelagerten Erdfeuchtverfahren (*Abs. C.1.1*) Wärmeenergie zur Trocknung. Die Trocknung erfolgt in einem mit Flüssiggas betriebenen speziell konstruierten Trommeltrockner. Die Bereitstellung und Verbrennung von Flüssiggas führt gegenüber dem Erdfeuchtverfahren zu einem Aufschlag der eingesetzten Primärenergie von insgesamt $7,00E-01$ MJ/kg LPM. Die nachgetrockneten LPM 05 u. 06 werden in Kraftpapiersäcke zu 25 kg LPM abgesackt. Das führt gegenüber LPM 01 – 04 (Erdfeuchtverfahren) zu einem Abschlag von ca. $1,00E-02$ MJ/kg LPM nachgetrocknet. In Summe ergibt sich daraus ein Primärenergieinput von $1,10$ MJ/kg LPM 05 und $1,13$ MJ/kg LPM 06.

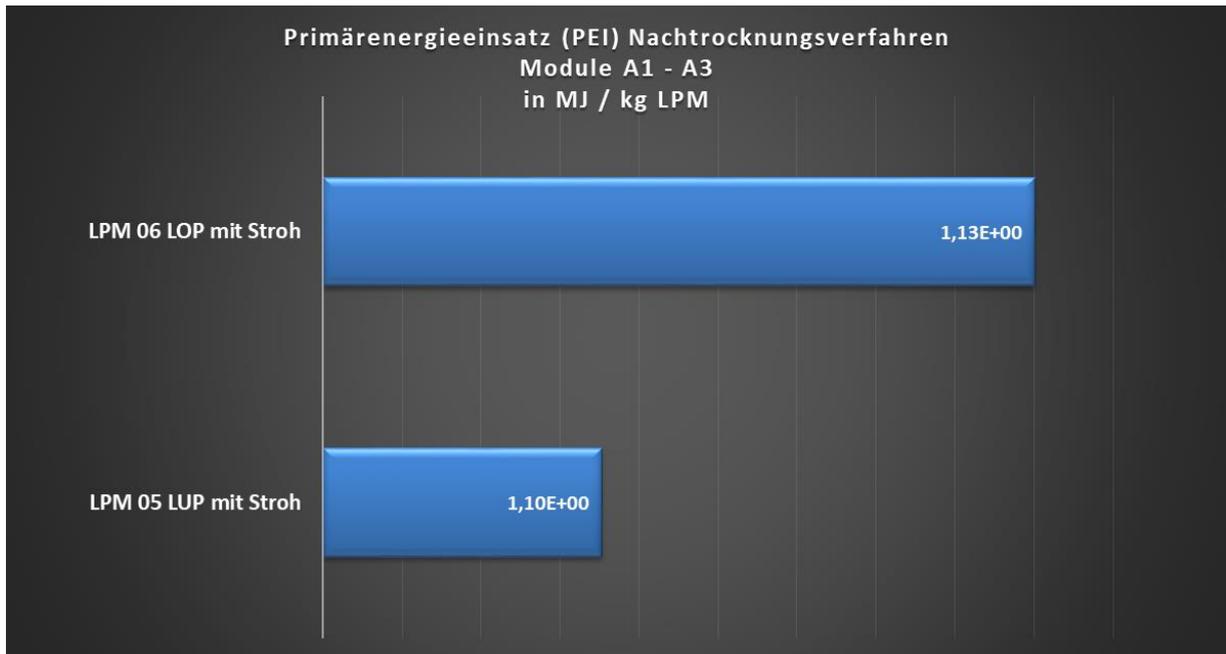


Abb. C.2 Primärenergieeinsatz PEI für LPM 05 – 06 aus Nachtrocknungsverfahren

C.1.3 Trockendosierverfahren LPM 07 – 11

Das *Trockendosierverfahren* verwendet vorgetrocknete Ausgangsstoffe je nach Rezeptur der LPM 07 – 11, deren Bereitstellung wesentlich zum Primärenergieinput zwischen $9,49E-01$ MJ/kg LPM 09 und $1,41E+00$ MJ/kg LPM 10 beitragen (Abb. C.3).

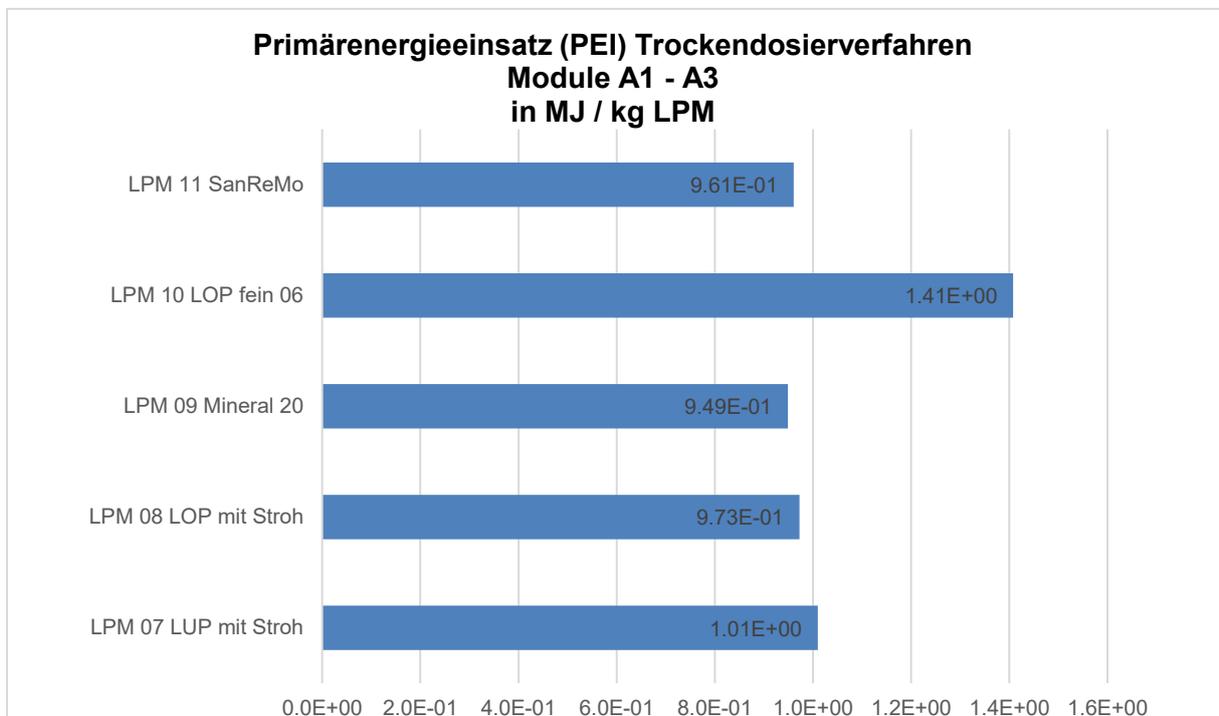


Abb. C.3 Primärenergieeinsatz PEI für LPM 07 – 11 aus Trockendosierverfahren

Die unterschiedlichen Anteile von Trockenlehm in den Rezepturen begründen die Abweichungen zwischen den trocken dosierten LPM 07 – 11 (Abb. C.3). Der Anteil der Ausgangsstoffe am PEI liegt zwischen $7,57E-01$ MJ/kg LPM 11 und $1,20E+00$ MJ/kg LPM 10.

Haupttreiber für den Energieinput ist der Trockenlehm deshalb, weil die Trocknung in Trommeltrocknern mit Erdgas erfolgt. Hinzu kommen elektrische Energie aus dem Strommix und Diesel für Baufahrzeuge (z. B. Radlader). Insgesamt sind $1,13E+00$ MJ zur Bereitstellung von 1 kg Trockenlehm erforderlich.

Die Herstellung der LPM (Modul A3) benötigt Strom (hier aus Laufwasserkraftwerken) mit einem PEI von $5,58E-02$ MJ / kg LPM. Hinzu kommt der Energieeintrag durch Kraftpapiersäcke. Ein Kraftpapiersack wiegt 90 g und fasst 25 kg LPM. Der PEI dieser Verpackung beträgt $4,18E-08$ MJ/ kg LPM.

Die PEI für Transporte ins Werk Ransbach-Baumbach variieren je nach Zusammensetzung der Rezepturen zwischen $1,48E-01$ MJ/kg LPM 08 und $1,53E-01$ MJ/kg LPM 07.

C.2 Treibhausgaspotenzial (GWP)

Die Treibhausgaspotenziale als $CO_{2equiv.}$ werden als GWP 100 in ihrer Klimawirkung über 100 Jahre betrachtet. Untersucht wurde das GWP für alle 11 deklarierten LPM, unterteilt nach Verfahrensarten (Tab. 2.1). Die in einigen Rezepturen (LPM 01, 02, 04 – 08) enthaltenen Strohfasern binden CO_2 dauerhaft, wenn eine Kreislaufführung nach den Szenarien in Modulen D1 – D3 zur Wiederverwertung angenommen wird. Diese Szenarien wurden labortechnisch und experimentell untersucht [12;13]. Die Berechnung des gespeicherten CO_2 in Strohfasern erfolgt nach den Daten aus der Umweltbilanz für Baustroh [18].

C.2.1 Erdfeuchtverfahren LPM 01 – 04

Die pflanzlichen Zusätze aus Strohhäcksel in LPM 01, 02 und 04 reduzieren die Treibhausgaspotenziale soweit, dass sich in Verbindung mit dem energiearmen Erdfeuchtverfahren negative Werte zwischen $-1,64E-03$ kg $CO_{2equiv.}$ / kg LPM 04 und $-3,51E-03$ kg $CO_{2equiv.}$ / kg LPM 02 ergeben (Abb. C.4).

Das in den Strohfasern gebundene CO_2 beträgt $1,27E-01$ kg [19]. Bei einem Anteil in den Mischungen von knapp unter 1 M.-% vermindert sich das Treibhausgaspotenzial um $1,1E-01$ bis $1,11E-01$ kg $CO_{2equiv.}$ / kg LPM.

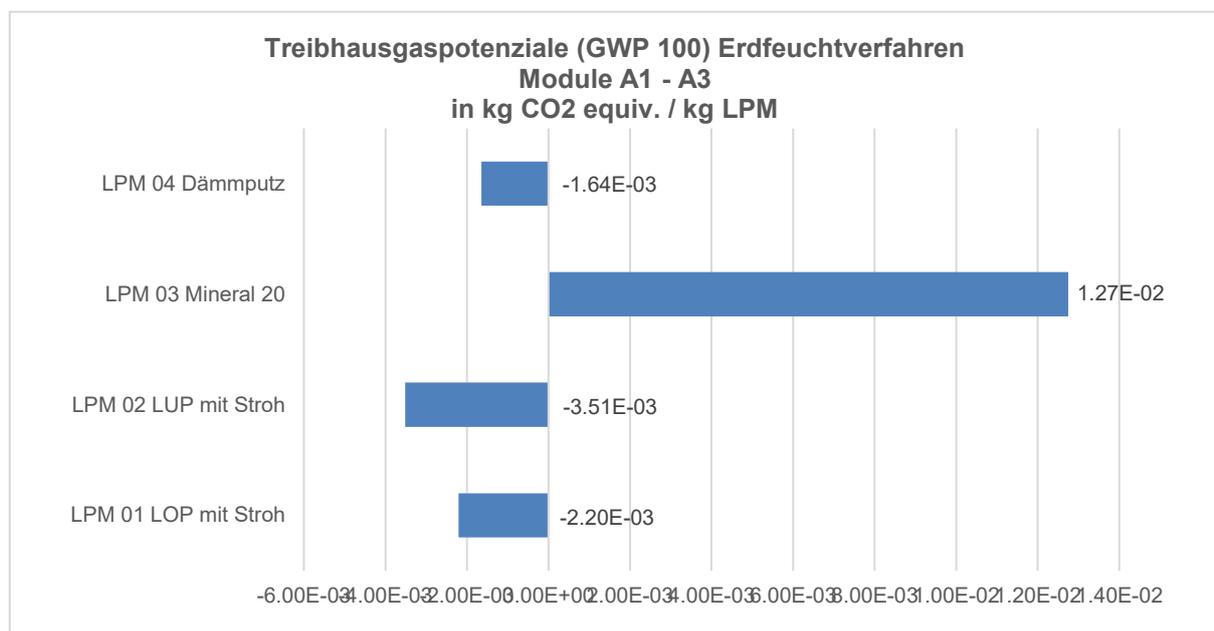


Abb. C.4 Treibhausgaspotenziale (GWP 100) LPM 01 – 04 nach Erdfeuchtverfahren

Die LPM 01 – 04 verwenden Sekundärgrubenlehm. Dieser wird mechanisch aufbereitet und dosiert dem Mischer zugeführt (*Bild 4.1*). Die gravimetrisch dosierten ungetrockneten Gesteinskörnungen stammen, wie auch der Sekundärgrubenlehm, aus Vorkommen in der näheren Umgebung des Werkes in Viersen.

Für die Grundputze *LPM 01 und LPM 02* beträgt das GWP der mineralischen Ausgangsstoffe $1,43\text{E-}03$ bzw. $1,57\text{E-}03$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM, Transporte ins Werk verursachen $2,49\text{E-}03$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM. PP-Großgebände tragen mit $3,47\text{E-}03$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM zum Treibhausgaspotenzial bei. Der Herstellungsprozess mit 100 % Strom aus Wasserkraft und Diesel für Baufahrzeuge im Werk verursacht $3,06\text{E-}04$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM. Diesen Wirkungsfaktoren stehen CO₂-Gutschriften für Strohfasern in Höhe von $1,02\text{E-}02$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM 01 und $1,14\text{E-}02$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM 02 gegenüber. Das ergibt insgesamt einen Klimaentlastungseffekt mit negativen Vorzeichen in *Abb. C.4*. Der rein mineralische *LPM 03* enthält keine pflanzlichen Zusätze. Damit entfällt eine CO₂-Gutschrift, und das Treibhausgaspotential (GWP 100) beträgt über die IM A1 – A3 aufsummiert $1,27\text{E-}02$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM 03 (*Abb. C.4*). Ausschlaggebend dafür ist eine komplexere Rezeptur mit Quarzsand (13 % des GWP) und im Vergleich zu LPM 01 – 02 längeren Transportwegen. Der Herstellungsprozess im Werk Viersen findet auf derselben Anlage statt wie für LPM 01 – 02. Ebenso ist die Verpackung in Großgebände identisch mit LPM 01 – 02.

Der Dämmputz *LPM 04* enthält Miscanthusfasern, deren gebundenes CO₂ zu einer Gutschrift in Höhe von $-2,03\text{E-}02$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM 04 führt. Auf die komplexe Rezeptur mit Bims und < 1 M.-% pflanzlicher Zellulose entfallen $7,58\text{E-}03$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM 04 und auf Transporte ins Werk $7,07\text{E-}03$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM. Der Herstellungsprozess entspricht mit $3,06\text{E-}04$ kg CO_{2equiv.} / kg den anderen LPM auf derselben Anlage. Zusammen mit der CO₂-Gutschrift ($-2,03\text{E-}01$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM 04) entsteht ein Klimaentlastungseffekt in Höhe von $1,64\text{E-}03$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM 04 (negatives Vorzeichen in *Abb. C.4*).

C.2.2 Nachtrocknungsverfahren LPM 05 – 06

Die erdfeucht hergestellten LPM 01 und LPM 02 werden im Nachgang getrocknet, um die Nachfrage nach handelsüblicher 25 kg-Sackware zu bedienen. Die dafür nötige Trocknungsenergie (hier: mit Flüssiggas) erhöht die Treibhausgaspotenziale der LPM 05 und LPM 06 um jeweils $1,05\text{E-}02$ kg CO_{2equiv.} / kg auf $7,45\text{E-}03$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM 05 und $6,14\text{E-}03$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM 06 (*Abb. C.5*).

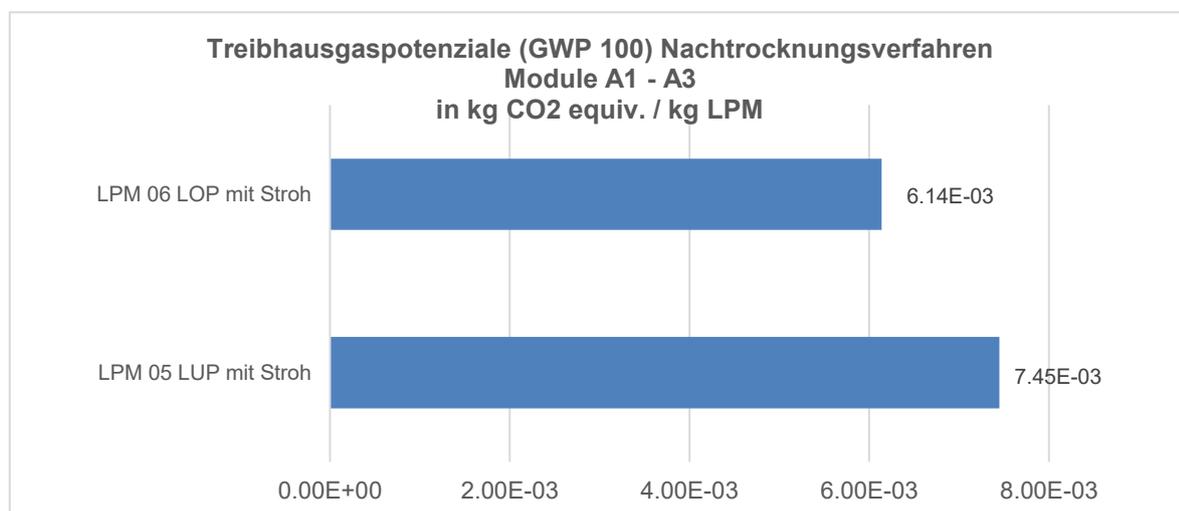


Abb. C.5 Treibhausgaspotenziale (GWP 100) LPM 05 – 06, Nachtrocknungsverfahren

C.2.3 Trockendosierverfahren: LPM 07 – 11

Die „graue Energie“ durch die Mischung mit Trockenlehm und getrockneten mineralischen Zusätzen verursacht im Vergleich zu den anderen beiden Verfahrensarten höhere Treibhausgasemissionen in einer Bandbreite von $4,67E-02$ kg CO₂equiv. / kg LPM 08 und $6,32E-02$ kg CO₂equiv. / kg LPM 10 (Abb.C.6).

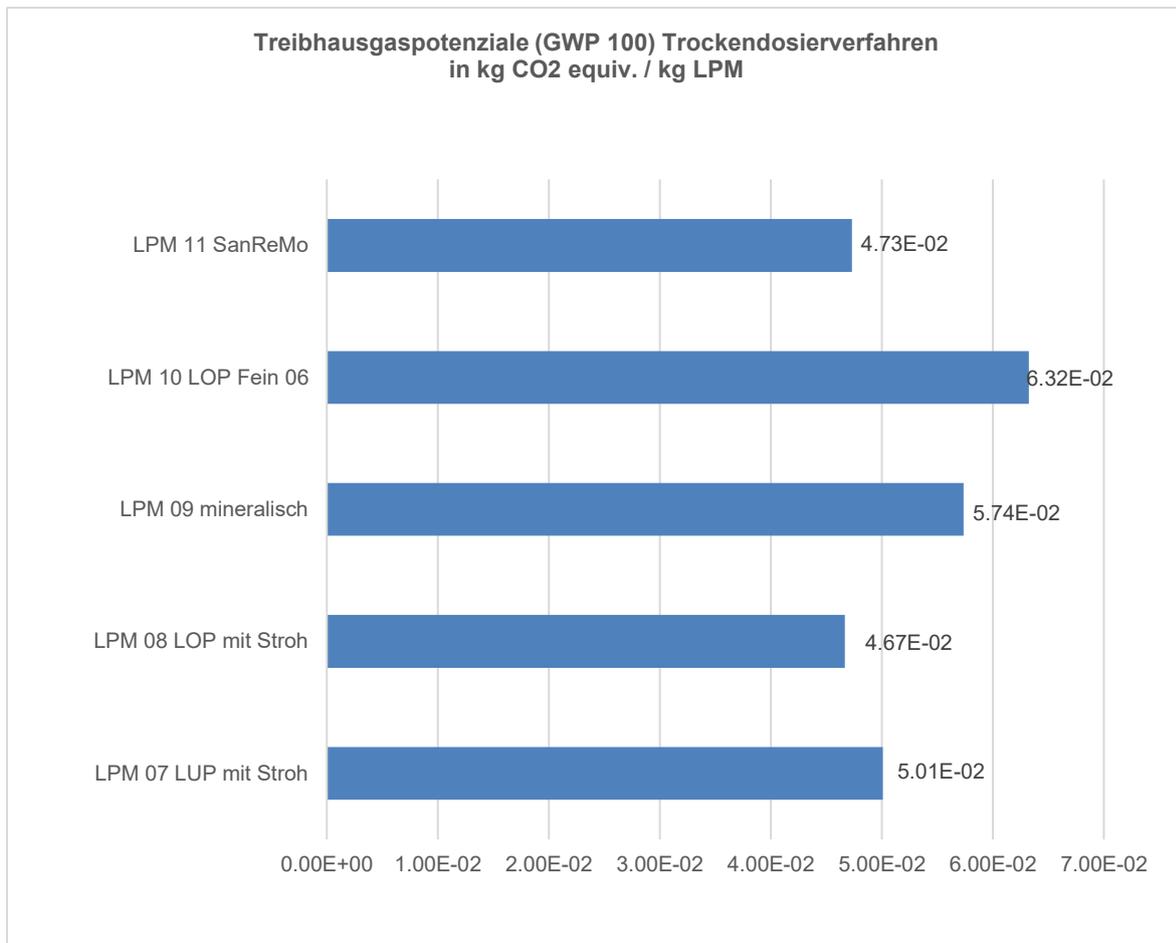


Abb. C.6 Treibhausgaspotenziale (GWP 100) LPM 07 – 11, Trockendosierverfahren

Je nach Mischungsverhältnis entfallen auf Trockenlehm, hergestellt aus Sekundärgrubenlehm, zwischen 42 % und 56 % aller Treibhausgasemissionen für die LPM nach Trockendosierverfahren. Alle anderen Zusätze verursachen zwischen 12 % und 37 % des Treibhausgaspotenzials.

Die Transportwege zum Werk Ransbach-Baumbach tragen mit 15 % bis 20 % zu den Treibhausgaspotenzialen bei.

Der Herstellungsprozess nutzt 100 % Strom aus Wasserkraft auch für die Baufahrzeuge im Werk. Das GWP für die auf derselben Dosieranlage produzierten LPM 07 – LPM 11 beträgt $7,84E-05$ kg CO₂equiv. / kg LPM oder < 1 % des gesamten GWP für Transporte im Werk.

Die Absackung in 25 kg Kraftpapiersäcke (ohne Kunststoffinlet) trägt mit $2,93E-03$ kg CO₂equiv. / kg LPM zwischen ca. 5 % bzw. 6 % zum Treibhausgaspotenzial der LPM bei.

C.3 Abbruch und Aufbereitung

Auf der Grundlage experimenteller Untersuchungen an der FH Potsdam [12;13] wurde der Begriff „Abbruchmaterial“ je nach Rückbauverfahren definiert als „abgerissener“ LPM bzw. LSM-Abbruch mit Lehmputzmörtelresten (*Abs. B.5, IM C3 u. D*). Der manuelle „Abriss“ auf Putzgeweben haftender LPM lässt sich in einer Ökobilanz nicht sinnvoll quantifizieren. Deshalb wurde in der Ökobilanz der mechanische Aufwand für einen Gebäudeabbruch zur Rückgewinnung von LPM in *IM C1* abgebildet und auf „Abbruchmaterial“ bezogen.

Für die Quantifizierung des *IM C1* wurden die Leistungsdaten eines branchentypischen Abrissbaggers angenommen und auf Mauerwerk (aus Lehm oder anderen Mauerwerksprodukten) mit Anhaftungen von LPM bezogen: 7,65 kg Diesel/h bei einer geschätzten Abrissleistung von 50 m³ Mauerwerk/h [23]. Dieser Dieselverbrauch und diese Abbruchleistung wurden in der Umweltbilanz des *IM C1* „Abbruch LSM“ unterstellt. *Abb. C.7* veranschaulicht die Kerngrößen PEI sowie die Umweltwirkungen GWP in *IM C1*.

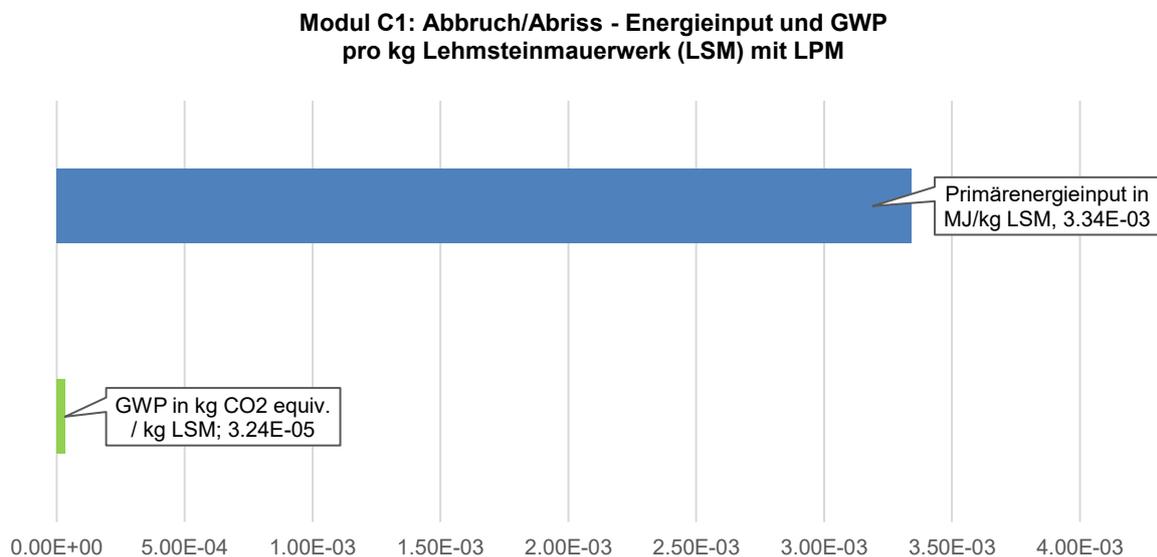


Abb. C.7 PEI u. GWP für Gebäudeabbriss / kg Abbruchmaterial, IM C1

Die Aufbereitung des rückgewonnenen Abbruchmaterials wird nach zwei Verfahren analysiert:

- Wässern / „Einsumpfen“ des trocken rückgewonnenen Abbruchmaterials (*Nassverfahren*),
- mechanische, maschinelle Zerkleinerung des Abbruchmaterials (*Trockenverfahren*) zu Lehm-Rezyklat. Für die umweltbilanzielle Quantifizierung der Verfahren eignen sich die Leistungsdaten für das Baustoffrecycling typischer Brecheranlagen.

Ausgewählt wurde ein für das Baustoffrecycling typischer Prallbrecher mit geschätzten 0,23 l/t Dieselverbrauch einschl. Stromgenerator [22]. *Abb. C.8* zeigt die Umweltkennzahlen PEI und GWP der beschriebenen Aufbereitungstechnik in *IM C3*. Der betrachtete Prallbrecher mit integriertem Stromgenerator erfordert ca. 3,84E-01 MJ/kg Abbruchmaterial. Die Treibhausgasemissionen ergeben sich daraus mit 9,52E-05 kg CO₂equiv. / kg Abbruchmaterial.

Die Aufbereitung des Abbruchmaterials erfolgte für beide Verfahren unter Laborbedingungen in der FH Potsdam [12; 13]. Damit wurde die prinzipielle Realisierbarkeit der Aufbereitung nach beiden Verfahren erstmals nachgewiesen.

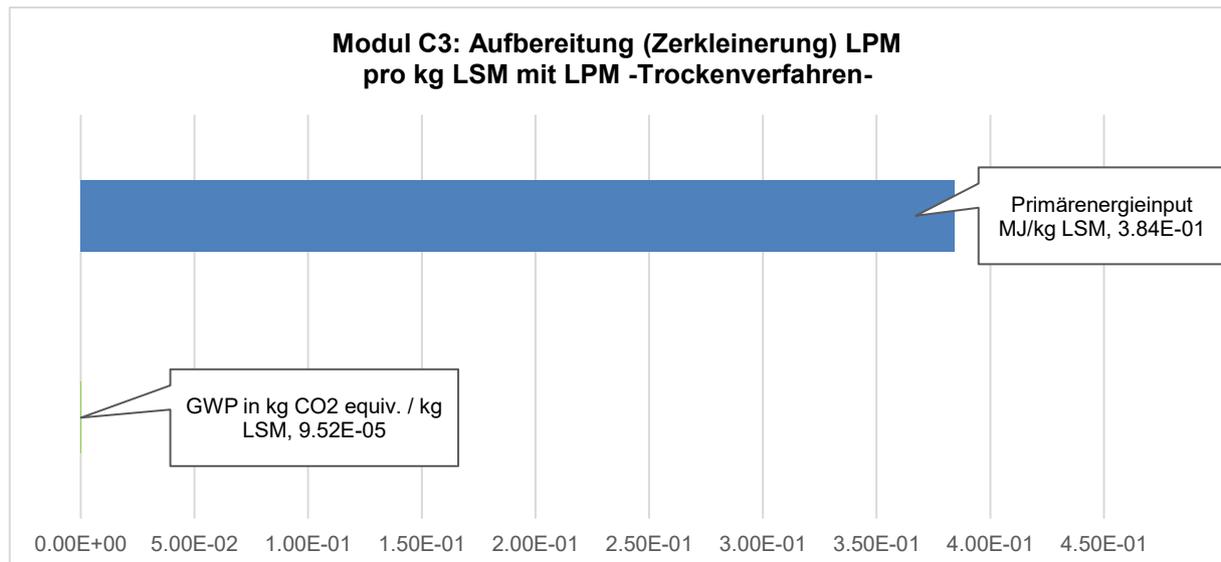


Abb. C.8 PEI u. GWP für trockene Aufbereitung von LPM-Abbruchmaterial, IM C3

C.4 Rückgewinnungsszenarien

Der rückgewonnene LPM ermöglicht drei Szenarien der Wiederverwertung in *IM D1 – D3*:

1. Wiederverwertung des rückgewonnenen Abbruchmaterials für *neue ungetrocknete LPM 01 – LPM 04* durch Einsumpfen und Mauken. Die Substitution von primären Ausgangsstoffen bildet das Rückgewinnungspotenzial dieses Szenarios (*IM D1*).
2. Wiederverwertung des rückgewonnenen Abbruchmaterials für *neue trockene LPM*. In diesem Szenario ersetzen die trocken rückgewonnenen Sekundärstoffe nicht nur die primären Ausgangsstoffe (wie in *IM D1*), sondern insbesondere die Energie für die sonst erforderliche Nachtrocknung erdfeuchter LPM (*IM D2*).
3. Wiederverwertung des trocken rückgewonnenen Abbruchmaterials als Sekundärstoff für *andere Lehmbauprodukte*, die im Trockendosierverfahren hergestellt werden. Das können auch neue LPM sein. Bei diesem Verwertungsszenario ersetzen die Bestandteile des Abbruchmaterials (überwiegend Trockenlehm und Trockensand) ansonsten technisch getrockneten Baulehm und Sand (*IM D3*).

Für die Berechnung der Szenarien *D1 – D3* werden Durchschnittswerte für die Massenanteile von Baulehm (42 M.-%) und Gesteinskörnungen (58 M.-%) in rückgewonnenen LPM angenommen. Wie in *Tab. A.1* angegeben, unterstellen die Szenarien einen Masseverlust bei Abbruch von 5 %.

C.4.1 Szenario D1 (Einsumpfen, LPM feucht)

Für diesen Verwertungsweg kann die Aufbereitung abgerissener LPM im Nassverfahren durch „Einsumpfen“ im Werk erfolgen. Eine technische Trocknung oder eine mechanische Zerkleinerung des Abbruchmaterials ist für die Wiederverwertung im Erdfeuchtverfahren nicht erforderlich.

Bei der Wiederverwertung von Abbruchmaterial für neue LPM nach Erdfeuchtverfahren (*Tab. C.4.1*) substituiert der im rückgewonnenen LPM enthaltene Baulehm und Sand die originären Ausgangsstoffe für neuen LPM. Nach Analyse des Rezyklats müssen die Masseverhältnisse ggf. im neuen Herstellungsprozess der gewünschten Rezeptur angepasst werden.

Tab. C.4.1 IM D1 Wiederverwertung von Abbruchmaterial für LPM im Erdfeuchtverfahren

LPM nach DIN 18947 – Modul D1 Wiederverwertung für LPM im Nassverfahren						
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.
Entstadium	Rückbau, Abriss	C1	2,18E-05	3,32E-03	3,34E-03	3,24E-05
	Abfallaufbereitung, einsumpfen / mauken	C3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM erdfeucht	D1	-8,83E-03	-3,15E-01	-3,24E-01	-2,61E-03
Netto-Rückgewinnungspotenzial	Wiederverwertung LPM erdfeucht	D1 + C1 + C3	-8,81E-03	-3,11E-01	-3,20E-01	-2,58E-03

PERT Gesamtnutzung erneuerbarer Primärenergieressourcen (Primärenergie u. Primärenergieressourcen, die als Rohstoffe verwendet werden)

PENRT Gesamtnutzung nicht erneuerb. Primärenergieressourcen (Primärenergie u. Primärenergieressourcen, die als Rohstoffe verwendet werden)

PEI Primärenergieinput

GWP Globales Erwärmungspotenzial

Die Substitution primärer Ausgangsstoffe durch rückgewonnenes Abbruchmaterial erspart bei Wiederverwertung für „neue“ LPM nach Erdfeuchtverfahren 3,24E-01 MJ/kg LPM Primärenergie und vermeidet 2,61E-03 kg CO₂equiv. / kg LPM. In diesem Szenario wurden die Umweltparameter für den primären Abbau von Grubenlehm und die Bereitstellung ungetrockneter Gesteinskörnung unterstellt.

Der Nettoeffekt ergibt sich nach Abzug des Energieinput und der Treibhausgasemissionen durch Rückbau bzw. Abriss und Aufbereitung des Abbruchmaterials. Transporte des aufbereiteten Abbruchmaterials zum Werk gehen zu Lasten der aus dem eingesumpften Lehmabbruch hergestellten neuen LPM.

In Szenario D1 ergeben sich Rückgewinnungsquoten von ca. 65 % für Primärenergie im Vergleich zu originären LPM nach Erdfeuchtverfahren. Ein Vergleich des GWP ist aufgrund der CO₂-Gutschriften für LPM nach Erdfeuchtverfahren nicht sinnvoll.

C.4.2 Szenario D2 (Nachtrocknung, LPM trocken)

Im Szenario D2 zur Wiederverwertung von LPM aus Abriss oder Mauerwerksabbruch für neue, ansonsten nachgetrocknete LPM 05 u. 06 ergibt sich ein anderer Substitutionseffekt (Tab. C.4.2): Das trockene LPM-Rezyklat wird ohne Einsumpfen trocken verarbeitet und ersetzt somit nicht nur Primärstoffe wie in Szenario D1, sondern auch das Nachtrocknungsverfahren für neue LPM und die damit verbundenen Energieeinträge durch Flüssiggas.

Tab. C.4.2 IM D2 Wiederverwertung von LPM-Abbruchmaterial im Nachtrocknungsverfahren

LPM n. DIN 18947 – Modul D2 Rückgewinnungspotenziale für LPM 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 _{2equiv.}
Entsorgungsstadium	Rückbau, Abriss	C1	2,18E-05	3,32E-03	3,34E-03	3,24E-05
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-05	3,82E-01	3,84E-01	9,52E-05
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM (Nachtrocknung)	D2	-1,38E-02	-9,75E-01	-9,89E-01	-1,79E-02
Netto-Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM (Nachtrocknung)	D1 +C1+C3	-1,38E-02	-5,90E-01	-6,03E-01	-1,77E-02

PERT Gesamtnutzung erneuerbarer Primärenergieressourcen (Primärenergie und Primärenergieressourcen, die als Rohstoffe verwendet werden)

PENRT Gesamtnutzung nicht erneuerb. Primärenergieressourcen (Primärenergie u. Primärenergieressourcen, die als Rohstoffe verwendet werden)

PEI Primärenergieinput

GWP Globales Erwärmungspotenzial

In Szenario D2 entfällt die zusätzliche Trocknung mit Flüssiggas durch Verwendung des ohnehin trockenen LPM-Rezyklats. Die Substitution von Ausgangsstoffen und der Verzicht auf deren Nachtrocknung ergibt ein höheres Rückgewinnungspotenzial als bei der Wiederverwertung für neue LPM nach dem Erdfeuchtverfahren in Abs. C 4.1.

Der Gesamtenergieeinsatz PEI (Tab. C.4.2) vermindert sich durch die trockenen Sekundärstoffe und den möglichen Verzicht auf Nachtrocknung um 9,89E-01 MJ / kg LPM. Die Treibhausgasemissionen sinken um 1,79E-02 kg CO_{2equiv.} / kg LPM. Ursächlich dafür ist der mögliche Verzicht auf eine Nachtrocknung ansonsten erdfeuchter Vorprodukte mit Flüssiggas.

Wird der Aufwand für den Abbruch (Abb. C.7) und die Aufbereitung durch Zerkleinerungsmühlen (Abb. C.8) gegengerechnet, reduzieren sich die in Tab. C.4.2 betrachteten Nettoeffekte der Substitution in Szenario D2 um ca. 40 % für die Energieeinsparung (MJ/kg Abbruchmaterial) und 11 % für Treibhausgasemissionen (kg CO_{2equiv.} / kg Abbruchmaterial). Szenario D2 ergibt gegenüber den LPM im Nachtrocknungsverfahren eine durchschnittliche Rückgewinnungsquote von 70 % des Energieeinsatzes. Ein Vergleich des GWP ist aufgrund der in LPM 05 und LPM 06 enthaltenen CO₂-Gutschriften nicht sinnvoll. Transporte gehen zu Lasten des aus dem Rezyklat hergestellten neuen LPM.

C.4.3 Szenario D3 (Trockendosierung)

In Szenario D3 werden die Energieeinsparung und die Vermeidung von Treibhausgaspotenzial bei einer Wiederverwertung von rückgewonnenem Material aus dem Abriss von LPM als Alternative zur Trocknung erdfeuchter Ausgangsstoffe für neue Lehmputzmörtel oder andere Lehmprodukte berechnet, die im Trockendosierverfahren hergestellt werden (Tab. C.4.3). Die Trocknung und Aufbereitung von erdfeuchtem Baulehm zu Trockenlehm erfordert im vorgelagerten Herstellungsprozess einen Energieinput in Höhe von 1,13E+00 MJ/kg Trockenlehm [17]. Das

Treibhausgaspotenzial beträgt $6,63E-02$ kg CO_{2equiv.} / kg Trockenlehm. Hinzu kommt der „ökologische Rucksack“ für die Trocknung von Sand mit $5,58E-01$ MJ/kg und $2,62E-03$ kg CO_{2equiv.} / kg.

Tab. C.4.3 IM D3 Wiederverwertung von LPM-Rezyklat im Trockendosierverfahren

LPM n. DIN 18947 – Modul D3 Rückgewinnungspotenziale f. LPM 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 Hu	kg CO _{2equiv.}
Entsorgungs-stadium	Rückbau, Abriss	C1	2,18E-05	3,32E-03	3,34E-03	3,24E-05
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-05	3,82E-01	3,84E-01	9,52E-05
Rückgewinnungs-Potenziale	Wiederverwertung LPM (Trockendosierverfahren)	D3	-1,77E-02	-7,41E-01	-7,59E-01	-2,79E-02
Netto-Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LPM (Trockendosierverfahren)	D1 +C1+C3	-1,77E-02	-3,56E-01	-3,72E-01	-2,78E-02

PERT Gesamtnutzung erneuerbarer Primärenergieressourcen (Primärenergie und Primärenergieressourcen, die als Rohstoffe verwendet werden)

PENRT Gesamtnutzung nicht erneuerb. Primärenergieressourcen (Primärenergie u. Primärenergieressourcen, die als Rohstoffe verwendet werden)

PEI Primärenergieinput

GWP Globales Erwärmungspotenzial

Bei der unterstellten Zusammensetzung rückgewonnener Ausgangsstoffe aus alten LPM reduziert sich der PEI für Trockenlehm und getrockneten Sand um $7,59E-01$ MJ/kg Rezyklat. Die Treibhausgasemissionen sinken um $2,79E-02$ kg CO_{2equiv.} / kg LPM-Rezyklat (Tab. C.4.3). Wird der Aufwand für den Abbruch von LSM mit LPM-Anhaftungen (Abb. C.7) und die Aufbereitung durch Zerkleinerungsmühlen (Abb. C.8) gegengerechnet, reduziert sich der Nettoeffekt der Substitution in Szenario D3 für den Energieinput um ca. 50 % und für das Treibhausgaspotenzial < 0,5 %. In Szenario D3 ergeben sich im Vergleich zu LPM nach Trockendosierverfahren durchschnittliche Rückgewinnungsquoten für PEI in Höhe von 75 % und für das GWP in Höhe von 50 %.

D TABELLENANHANG

D.1 Erdfeuchtverfahren LPM 01 – 04

Im *Abs. D.1* werden die Input-, Wirkungs- und Outputfaktoren für die erdfeucht hergestellten LPM 01 – 04 tabellarisch dargestellt.

D.1.1 Inputfaktoren

Im *Abs. D.1.1* werden in den *Tab. D.1.1.1 – D.1.1.4* die Inputfaktoren für die LPM 01 – 04 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.1.1.1 Lehmunterputz mit Stroh LPM 01, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LPM 01: Lehmunterputz mit Stroh nach DIN 18947 - Erdfeuchtverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u						
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	8,92E-03	0,00E+00	8,92E-03	3,00E-01	3,02E-04	3,00E-01	4,46E-01	0,00E+00	0,00E+00	3,87E-05
	Transport	A2	2,24E-03	0,00E+00	2,24E-03	3,35E-02	0,00E+00	3,35E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,00E-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	4,93E-02	0,00E+00	4,93E-02	4,20E-01	3,91E-02	4,59E-01	4,46E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,06E-04
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB						
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB						
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB						
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB						
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB						
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB						
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Betriebliche Wassernutzung	B7	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--						
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-03	0,00E+00	2,51E-03	3,82E-01	0,00E+00	3,82E-01	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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,68E-05
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,38E-02	0,00E+00	-1,38E-02	-9,75E-01	0,00E+00	-9,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,68E-05
	Wiederverwertung LPM, Trockendosierverfahren	D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,55E-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 Lehmoberputz mit Stroh LPM 02, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LPM 06: Lehmoberputz mit Stroh nach DIN 18947 - Nachtrocknungsverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u						
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	9,78E-03	0,00E+00	9,78E-03	3,29E-01	3,40E-04	3,29E-01	3,94E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,25E-05
	Transport	A2	2,09E-03	0,00E+00	2,09E-03	3,12E-02	0,00E+00	3,12E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,45E-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	5,00E-02	0,00E+00	5,00E-02	4,46E-01	3,91E-02	4,86E-01	3,94E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,12E-04
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB						
Nutzungsstadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB						
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB						
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB						
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB						
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB						
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
Entsorgungsstadium	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--						
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-03	0,00E+00	2,51E-03	3,82E-01	0,00E+00	3,82E-01	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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,03E-05
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,38E-02	0,00E+00	-1,38E-02	-9,75E-01	0,00E+00	-9,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,03E-05
	Wiederverwertung LPM, Trockendosierverfahren	D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,55E-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.1.1.3 Mineral 20 LPM 03, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LPM 03: Mineral 20 nach DIN 18947 - Erdfeuchtverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u						
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	9,01E-03	0,00E+00	9,01E-03	3,30E-01	0,00E+00	3,30E-01	3,55E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,62E
	Transport	A2	5,01E-03	0,00E+00	5,01E-03	7,48E-02	0,00E+00	7,48E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,41E
	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
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	5,21E-02	0,00E+00	5,21E-02	4,91E-01	3,88E-02	5,30E-01	3,55E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,29E
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNI						
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MI						
Nutzungsstadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MI						
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MI						
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MI						
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MI						
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MI						
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNI						
Entsorgungsstadium	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNI						
	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
	Transport	C2	MNR--	MNR--	MNR--	MNI						
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-03	0,00E+00	2,51E-03	3,82E-01	0,00E+00	3,82E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,79E
	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
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,54E
	Wiederverwertung LPM, Nachrocknung	D2	-1,38E-02	0,00E+00	-1,38E-02	-9,75E-01	0,00E+00	-9,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,54E
	Wiederverwertung LPM, Trockendosierverfahren	D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,55E

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.1.1.4 Dämmputz LPM 04, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LPM 04: Dämmputz nach DIN 18947 - Erdfeuchtverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u						
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	1,01E-02	0,00E+00	1,01E-02	4,91E-01	6,05E-04	4,92E-01	4,14E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,46E-05
	Transport	A2	6,36E-03	0,00E+00	6,36E-03	9,51E-02	0,00E+00	9,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,66E-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	5,46E-02	0,00E+00	5,46E-02	6,72E-01	3,94E-02	7,12E-01	4,14E-01	0,00E+00	0,00E+00	8,53E-05
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB						
Nutzungsstadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB						
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB						
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB						
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB						
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB						
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
Entsorgungsstadium	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	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--						
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-03	0,00E+00	2,51E-03	3,82E-01	0,00E+00	3,82E-01	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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,39E-05
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,38E-02	0,00E+00	-1,38E-02	-9,75E-01	0,00E+00	-9,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,39E-05
	Wiederverwertung LPM, Trockendosierverfahren	D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,55E-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.1.2.4 die Wirkungsfaktoren für die LPM 01 – 04 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.1.2.1 Lehmunterputz mit Stroh LPM 01, erdfeuchtet

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LPM 01: Lehmunterputz mit Stroh nach DIN 18947 - Erdfeuchtverfahren															
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-freshwater	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 ₂ eq.
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	-8,74E-03	-1,07E-02	5,48E-06	1,99E-03	1,08E-05	1,11E-08	2,16E-02	2,63E-05	4,77E-06	3,90E-06	3,73E-05	1,42E-07	1,96E-02
	Transport	A2	2,49E-03	-8,18E-06	1,47E-05	2,48E-03	3,08E-13	1,03E-06	8,35E-06	4,37E-05	5,80E-06	3,90E-06	1,29E-05	1,77E-07	3,35E-02
	Herstellung	A3	4,05E-03	-3,81E-05	2,45E-06	4,08E-03	2,00E-12	2,01E-06	2,05E-06	5,56E-06	4,37E-07	4,72E-07	4,73E-05	1,99E-07	2,78E-02
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	-2,20E-03	-1,08E-02	2,27E-05	8,56E-03	1,08E-05	3,05E-06	2,16E-02	7,56E-05	1,10E-05	8,27E-06	9,75E-05	5,18E-07	8,08E-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
Nutzungsstadium	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 Energieintensität	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--
Entsorgungsstadium	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	2,53E-02	1,02E-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
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03	-4,60E-10	-1,55E-06	-1,71E-02	-2,66E-05	-7,05E-06	-2,42E-06	-3,77E-05	-1,44E-07	-3,66E-02
	Wiederverwertung LPM, Nachrocknung	D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02	-4,40E-06	-2,33E-05	-2,95E-02	-4,78E-05	-1,36E-05	-8,48E-06	-1,40E-04	-2,49E-07	-7,34E-01
	Wiederverwertung LPM, 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 Lehmoberputz mit Stroh LPM 02, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LPM 02: Lehmoberputz mit Stroh nach DIN 18947 - Erdfeuchtverfahren															
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-freshwater	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 _o eq.
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	-9,88E-03	-1,21E-02	6,01E-06	2,20E-03	1,20E-05	1,22E-08	2,38E-02	2,89E-05	5,23E-06	2,62E-06	4,09E-05	1,56E-07	2,14E-02
	Transport	A2	2,32E-03	-7,60E-06	1,37E-05	2,31E-03	2,87E-13	9,59E-07	7,77E-06	4,07E-05	5,39E-06	3,63E-06	1,20E-05	1,65E-07	3,11E-02
	Herstellung	A3	4,05E-03	-3,81E-05	2,45E-06	4,08E-03	2,00E-12	2,01E-06	2,05E-06	5,56E-06	4,37E-07	4,72E-07	4,73E-05	1,99E-07	2,78E-02
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	-3,51E-03	-1,21E-02	2,22E-05	8,60E-03	1,20E-05	2,98E-06	2,38E-02	7,51E-05	1,11E-05	6,72E-06	1,00E-04	5,20E-07	8,04E-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
Nutzungsstadium	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
Entsorgungsstadium	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--
	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
Rückgewinnungspotenziale	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	2,67E-02	1,16E-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
	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03	-4,60E-10	-1,55E-06	-1,71E-02	-2,66E-05	-7,05E-06	-2,42E-06	-3,77E-05	-1,44E-07	-3,66E-02
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02	-4,40E-06	-2,33E-05	-2,95E-02	-4,78E-05	-1,36E-05	-8,48E-06	-1,40E-04	-2,49E-07	-7,34E-01
	Wiederverwertung LPM, 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.1.2.3 Mineral 20 LPM 03, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LPM 03: Mineral 20 nach DIN 18947 - Erdfeuchtverfahren															
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-freshwater	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 _o eq.
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	3,14E-03	-1,59E-06	5,68E-06	3,13E-03	2,43E-04	2,06E-07	1,75E-02	2,77E-05	5,07E-06	2,48E-06	3,87E-05	1,47E-07	2,03E-02
	Transport	A2	5,56E-03	-1,82E-05	3,29E-05	5,55E-03	6,89E-13	2,30E-06	1,86E-05	9,76E-05	1,29E-05	8,71E-06	2,88E-05	3,96E-07	7,47E-02
	Herstellung	A3	4,05E-03	-3,81E-05	2,45E-06	4,08E-03	2,00E-12	2,01E-06	2,05E-06	5,56E-06	4,37E-07	4,72E-07	4,73E-05	1,99E-07	2,78E-02
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	1,27E-02	-5,79E-05	4,10E-05	1,28E-02	2,43E-04	4,51E-06	1,76E-02	1,31E-04	1,84E-05	1,17E-05	1,15E-04	7,42E-07	1,23E-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--	
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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03	-4,60E-10	-1,55E-06	-1,71E-02	-2,66E-05	-7,05E-06	-2,42E-06	-3,77E-05	-1,44E-07	-3,66E-02
	Wiederverwertung LPM, Nach Trocknung	D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02	-4,40E-06	-2,33E-05	-2,95E-02	-4,78E-05	-1,36E-05	-8,48E-06	-1,40E-04	-2,49E-07	-7,34E-01
	Wiederverwertung LPM, Trockendensierverfahren	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.1.2.4 Dämmputz LPM 04, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LPM 04: Dämmputz nach DIN 18947 - Erdfeuchtverfahren															
Funktionale Einheit kg	Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-freshwater	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 Hu eq.	
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	-1,28E-02	-2,15E-02	2,43E-05	8,68E-03	1,71E-05	3,42E-05	1,37E-02	1,40E-04	2,58E-05	1,28E-05	1,08E-03	5,68E-07	5,49E-02
	Transport	A2	7,07E-03	-2,32E-05	4,18E-05	7,05E-03	8,75E-13	2,92E-06	2,37E-05	1,24E-04	1,65E-05	1,11E-05	3,67E-05	5,03E-07	9,49E-02
	Herstellung	A3	4,05E-03	-3,81E-05	2,45E-06	4,08E-03	2,00E-12	2,01E-06	2,05E-06	5,56E-06	4,37E-07	4,72E-07	4,73E-05	1,99E-07	2,78E-02
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	-1,64E-03	-2,15E-02	6,85E-05	1,98E-02	1,71E-05	3,92E-05	1,37E-02	2,70E-04	4,27E-05	2,43E-05	1,17E-03	1,27E-06	1,78E-01
Baustadium	Transport	A4	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	
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	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	
	Reparatur	B3	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	
	Erneuerung	B5	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--	
	Betriebliche Wassernutzung	B7	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--	
	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	3,61E-02	2,10E-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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03	-4,60E-10	-1,55E-06	-1,71E-02	-2,66E-05	-7,05E-06	-2,42E-06	-3,77E-05	-1,44E-07	-3,66E-02
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02	-4,40E-06	-2,33E-05	-2,95E-02	-4,78E-05	-1,36E-05	-8,48E-06	-1,40E-04	-2,49E-07	-7,34E-01
	Wiederverwertung LPM, 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.1.3.4 die Outputfaktoren für die LPM 01 – 04 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.1.3.1 Lehmunterputz mit Stroh LPM 01, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LPM 01: Lehmunterputz mit Stroh nach DIN 18947 - Erdfeuchtverfahren										
Funktionale Einheit kg		Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
		IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	7,32E-08	1,38E-02	7,80E-07	0,00E+00	7,60E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	5,65E-11	5,02E-06	4,41E-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	8,21E-08	1,39E-02	5,93E-06	0,00E+00	7,60E-05	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
Nutzungsstadium	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--	
Entsorgungsstadium	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	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-6,95E-08	-1,31E-02	-7,41E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-7,34E-08	-1,32E-02	-1,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, 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 Lehmoberputz mit Stroh LPM 02, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LPM 02: Lehmoberputz mit Stroh nach DIN 18947 - Erdfeuchtverfahren										
Funktionale Einheit kg		Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
		IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ	MJ
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	8,05E-08	1,51E-02	7,80E-07	0,00E+00	7,60E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	5,65E-11	5,02E-06	4,41E-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	8,94E-08	1,52E-02	5,93E-06	0,00E+00	7,60E-05	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
Nutzungsstadium	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--
Entsorgungsstadium	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	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
Rückgewinnungspotenziale	Deponierung	C4	4,31E-12	1,00E+00	2,25E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-6,95E-08	-1,31E-02	-7,41E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-7,34E-08	-1,32E-02	-1,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, 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.1.3.3 Mineral 20 LPM 03, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LPM 03: Mineral 20 nach DIN 18947 - 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	7,41E-08	1,43E-02	6,02E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	5,65E-11	5,02E-06	4,41E-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	8,30E-08	1,44E-02	1,12E-05	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--
Entsorgungs-stadium	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	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
Rückgewinnungs-potenziale	Deponierung	C4	4,31E-12	1,00E+00	2,25E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-7,04E-08	-1,36E-02	-5,72E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Nachrocknung	D2	-7,34E-08	-1,32E-02	-1,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, 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.1.3.4 Dämmputz LPM 04, erdfeucht

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LPM 04: Dämmputz nach DIN 18947 - Erdfeuchtverfahren										
Funktionale Einheit kg		Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
		IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	4,11E-08	3,71E-03	7,65E-07	0,00E+00	1,52E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	5,65E-11	5,02E-06	4,41E-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	5,00E-08	3,77E-03	5,91E-06	0,00E+00	1,52E-04	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	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-3,90E-08	-3,52E-03	-7,27E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-7,34E-08	-1,32E-02	-1,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, 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 Nachrocknungsverfahren LPM 05 – 06

Im Abs. D.2 werden die Input-, Wirkungs- und Outputfaktoren für die im Nachrocknungsverfahren hergestellten LPM 05 – 06 tabellarisch dargestellt.

D.2.1 Inputfaktoren

Im Abs. D.2.1 werden in den Tab. D.2.1.1 – D.2.1.2 die Inputfaktoren für die LPM 05 – 06 tabellarisch dargestellt.

Tab.D.2.1.1 Lehmunterputz mit Stroh LPM 05, nachgetrocknet

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LPM 05: Lehmunterputz mit Stroh nach DIN 18947 - Nachrocknungsverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u						
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	8,92E-03	0,00E+00	8,92E-03	3,00E-01	3,02E-04	3,00E-01	4,46E-01	0,00E+00	0,00E+00	3,87E-05
	Transport	A2	2,24E-03	0,00E+00	2,24E-03	3,35E-02	0,00E+00	3,35E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,00E-06
	Herstellung	A3	3,64E-02	0,00E+00	3,64E-02	7,21E-01	0,00E+00	7,21E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,91E-05
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	4,76E-02	0,00E+00	4,76E-02	1,05E+00	3,02E-04	1,06E+00	4,46E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,10E-04
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB						
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB						
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB						
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB						
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB						
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB						
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Betriebliche Wassernutzung	B7	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--						
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-03	0,00E+00	2,51E-03	3,82E-01	0,00E+00	3,82E-01	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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,68E-05
	Wiederverwertung LPM, Nachrocknung	D2	-1,38E-02	0,00E+00	-1,38E-02	-9,75E-01	0,00E+00	-9,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,68E-05
	Wiederverwertung LPM, Trockendosierverfahren	D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,55E-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.2.1.2 Lehmoberputz mit Stroh LPM 06, nachgetrocknet

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LPM 06: Lehmoberputz mit Stroh nach DIN 18947 - Nachtrocknungsverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u						
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	9,78E-03	0,00E+00	9,78E-03	3,29E-01	3,40E-04	3,29E-01	3,94E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,25E-05
	Transport	A2	2,09E-03	0,00E+00	2,09E-03	3,12E-02	0,00E+00	3,12E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,45E-06
	Herstellung	A3	3,64E-02	0,00E+00	3,64E-02	7,21E-01	0,00E+00	7,21E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,91E-05
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	4,83E-02	0,00E+00	4,83E-02	1,08E+00	3,40E-04	1,08E+00	3,94E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,16E-04
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB						
Nutzungsstadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB						
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB						
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB						
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB						
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB						
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
Entsorgungsstadium	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--						
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-03	0,00E+00	2,51E-03	3,82E-01	0,00E+00	3,82E-01	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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,03E-05
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,38E-02	0,00E+00	-1,38E-02	-9,75E-01	0,00E+00	-9,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,03E-05
	Wiederverwertung LPM, Trockendosierverfahren	D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,55E-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 den Tab. D.2.2.1 – D.2.2.2 die Wirkungsfaktoren für die LPM 05 – 06 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.2.2.1 Lehmunterputz mit Stroh LPM 05, nachgetrocknet

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LPM 05: Lehmunterputz mit Stroh nach DIN 18947 - Nachtrocknungsverfahren															
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-freshwater	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.
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	-8,74E-03	-1,07E-02	5,48E-06	1,99E-03	1,08E-05	1,11E-08	2,16E-02	2,63E-05	4,77E-06	3,90E-06	3,73E-05	1,42E-07	1,96E-02
	Transport	A2	2,49E-03	-8,18E-06	1,47E-05	2,48E-03	3,08E-13	1,03E-06	8,35E-06	4,37E-05	5,80E-06	3,90E-06	1,29E-05	1,77E-07	3,35E-02
	Herstellung	A3	1,37E-02	8,48E-05	1,17E-06	1,36E-02	1,02E-11	3,84E-05	3,99E-05	3,65E-06	4,56E-07	4,69E-06	1,25E-04	1,99E-07	7,21E-01
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	7,45E-03	-1,07E-02	2,14E-05	1,81E-02	1,08E-05	3,94E-05	2,17E-02	7,37E-05	1,10E-05	1,25E-05	1,76E-04	5,18E-07	7,74E-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
Nutzungsstadium	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--
Entsorgungsstadium	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	2,53E-02	1,02E-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
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03	-4,60E-10	-1,55E-06	-1,71E-02	-2,66E-05	-7,05E-06	-2,42E-06	-3,77E-05	-1,44E-07	-3,66E-02
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02	-4,40E-06	-2,33E-05	-2,95E-02	-4,78E-05	-1,36E-05	-8,48E-06	-1,40E-04	-2,49E-07	-7,34E-01
	Wiederverwertung LPM, 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.2.2.2 Lehmoberputz mit Stroh LPM 06, nachgetrocknet

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LPM 06: Lehmoberputz mit Stroh nach DIN 18947 - Nachtrocknungsverfahren															
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-freshwater	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.
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	-9,88E-03	-1,21E-02	6,01E-06	2,20E-03	1,20E-05	1,22E-08	2,38E-02	2,89E-05	5,23E-06	2,62E-06	4,09E-05	1,56E-07	2,14E-02
	Transport	A2	2,32E-03	-7,60E-06	1,37E-05	2,31E-03	2,87E-13	9,59E-07	7,77E-06	4,07E-05	5,39E-06	3,63E-06	1,20E-05	1,65E-07	3,11E-02
	Herstellung	A3	1,37E-02	8,48E-05	1,17E-06	1,36E-02	1,02E-11	3,84E-05	3,99E-05	3,65E-06	4,56E-07	4,69E-06	1,25E-04	1,99E-07	7,21E-01
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	6,14E-03	-1,20E-02	2,09E-05	1,81E-02	1,20E-05	3,93E-05	2,39E-02	7,32E-05	1,11E-05	1,09E-05	1,78E-04	5,19E-07	7,74E-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
Nutzungsstadium	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--
Entsorgungsstadium	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--
	Deponierung	C4	0,0266746	0,011588	4,67E-05	0,01504	8,31E-05	3,86E-11	0,000107	0,0003029	3,04E-05	2,75E-05	0,001645	6,95E-07	0,1999
	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
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03	-4,60E-10	-1,55E-06	-1,71E-02	-2,66E-05	-7,05E-06	-2,42E-06	-3,77E-05	-1,44E-07	-3,66E-02
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02	-4,40E-06	-2,33E-05	-2,95E-02	-4,78E-05	-1,36E-05	-8,48E-06	-1,40E-04	-2,49E-07	-7,34E-01
	Wiederverwertung LPM, 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 den Tab. D.2.3.1 – D.2.3.2 die Outputfaktoren für die LPM 05 – 06 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.2.3.1 Lehmunterputz mit Stroh LPM 05, nachgetrocknet

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LPM 05: Lehmunterputz mit Stroh nach DIN 18947 - Nachtrocknungsverfahren										
Funktionale Einheit kg		Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
		IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ	MJ
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	6,85E-08	1,38E-02	7,47E-07	0,00E+00	3,82E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	5,65E-11	5,02E-06	4,41E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Herstellung	A3	4,16E-09	8,70E-05	5,09E-06	0,00E+00	3,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	7,27E-08	1,39E-02	5,88E-06	0,00E+00	6,88E-04	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
Nutzungsstadium	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--
Entsorgungsstadium	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	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--
Rückgewinnungspotenziale	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
	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-6,50E-08	-1,31E-02	-7,09E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-7,34E-08	-1,32E-02	-1,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, 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.2.3.2 Lehmoberputz mit Stroh LPM 06, nachgetrocknet

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LPM 06: Lehmoberputz mit Stroh nach DIN 18947 - Nachtrocknungsverfahren										
Funktionale Einheit kg		Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
		IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ	MJ
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	7,58E-08	1,52E-02	8,22E-07	0,00E+00	3,92E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	5,25E-11	4,67E-06	4,10E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Herstellung	A3	4,16E-09	8,70E-05	5,09E-06	0,00E+00	3,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	8,00E-08	1,52E-02	5,96E-06	0,00E+00	3,06E-04	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
Nutzungsstadium	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--
Entsorgungsstadium	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	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
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-6,95E-08	-1,31E-02	-7,41E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-7,34E-08	-1,32E-02	-1,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, 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.3 Trockendosierverfahren LPM 07 – 11

Im *Abs. D.3* werden die Input-, Wirkungs- und Outputfaktoren für die im Trockendosierverfahren hergestellten LPM 07 – 11 tabellarisch dargestellt.

D.3.1 Inputfaktoren

Im *Abs. D.3.1* werden in den *Tab. D.3.1.1 – D.3.1.5* die Inputfaktoren für die LPM 07 – 11 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.3.1.1 Lehmunterputz mit Stroh LPM 07, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LPM 07: Lehmunterputz mit Stroh nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u						
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	1,88E-02	0,00E+00	1,88E-02	7,80E-01	0,00E+00	7,80E-01	4,19E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,77E-05
	Transport	A2	9,61E-03	0,00E+00	9,61E-03	1,44E-01	0,00E+00	1,44E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,55E-06
	Herstellung	A3	5,55E-02	0,00E+00	5,55E-02	3,13E-04	0,00E+00	3,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,73E-05
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	8,38E-02	0,00E+00	8,38E-02	9,24E-01	0,00E+00	9,24E-01	4,19E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,14E-04
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB						
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB						
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB						
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB						
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB						
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB						
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Betriebliche Wassernutzung	B7	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--						
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-03	0,00E+00	2,51E-03	3,82E-01	0,00E+00	3,82E-01	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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,53E-05
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,38E-02	0,00E+00	-1,38E-02	-9,75E-01	0,00E+00	-9,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,53E-05
	Wiederverwertung LPM, Trockendosierverfahren	D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,55E-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.3.1.2 Lehmoberputz mit Stroh LPM 08, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LPM 08: Lehmoberputz mit Stroh nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u						
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	1,84E-02	0,00E+00	1,84E-02	7,51E-01	3,40E-04	7,51E-01	3,68E-01	0,00E+00	0,00E+00	5,04E-05
	Transport	A2	9,26E-03	0,00E+00	9,26E-03	1,38E-01	0,00E+00	1,38E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,24E-06
	Herstellung	A3	5,55E-02	0,00E+00	5,55E-02	3,13E-04	0,00E+00	3,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,73E-05
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	8,32E-02	0,00E+00	8,32E-02	8,90E-01	0,00E+00	8,90E-01	3,68E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,16E-04
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB						
Nutzungsstadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB						
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB						
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB						
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB						
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB						
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
Entsorgungsstadium	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	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--						
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-03	0,00E+00	2,51E-03	3,82E-01	0,00E+00	3,82E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,79E-06
Rückgewinnungspotenziale	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
	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,79E-05
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,38E-02	0,00E+00	-1,38E-02	-9,75E-01	0,00E+00	-9,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,79E-05
	Wiederverwertung LPM, Trockendosierverfahren	D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,55E-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.3.1.3 Mineral 20 LPM 09, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LPM 09: Mineral 20 nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u						
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	1,72E-02	0,00E+00	1,72E-02	7,16E-01	0,00E+00	7,16E-01	3,31E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,31E-04
	Transport	A2	1,01E-02	0,00E+00	1,01E-02	1,50E-01	0,00E+00	1,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,95E-06
	Herstellung	A3	5,55E-02	0,00E+00	5,55E-02	3,13E-04	0,00E+00	3,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,73E-05
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	8,27E-02	0,00E+00	8,27E-02	8,66E-01	0,00E+00	8,66E-01	3,31E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,97E-04
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB						
Nutzungsstadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB						
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB						
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB						
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB						
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB						
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
Entsorgungsstadium	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--						
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-03	0,00E+00	2,51E-03	3,82E-01	0,00E+00	3,82E-01	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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,24E-04
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,38E-02	0,00E+00	-1,38E-02	-9,75E-01	0,00E+00	-9,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,24E-04
	Wiederverwertung LPM, Trockendosierverfahren	D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,55E-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.3.1.4 Lehmoberputz fein 06 LPM 10, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LPM 10: LOP Fein06 nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u						
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	1,83E-02	0,00E+00	1,83E-02	1,18E+00	0,00E+00	1,18E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,87E-05
	Transport	A2	9,53E-03	0,00E+00	9,53E-03	1,42E-01	0,00E+00	1,42E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,48E-06
	Herstellung	A3	5,55E-02	0,00E+00	5,55E-02	3,13E-04	0,00E+00	3,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,73E-05
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	8,33E-02	0,00E+00	8,33E-02	1,32E+00	0,00E+00	1,32E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,15E-04
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB						
Nutzungsstadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB						
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB						
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB						
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB						
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB						
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
Entsorgungsstadium	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--						
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-03	0,00E+00	2,51E-03	3,82E-01	0,00E+00	3,82E-01	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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,63E-05
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,38E-02	0,00E+00	-1,38E-02	-9,75E-01	0,00E+00	-9,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,63E-05
	Wiederverwertung LPM, Trockendosierverfahren	D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,55E-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.3.1.5 SanReMo LPM 11, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
LPM 11: SanReMo nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren												
Funktionale Einheit kg		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H ₀	kg	MJ H ₀	MJ H ₀						
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	1,78E-02	0,00E+00	1,78E-02	7,39E-01	3,02E-04	7,39E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,31E-05
	Transport	A2	9,32E-03	0,00E+00	9,32E-03	1,39E-01	0,00E+00	1,39E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,29E-06
	Herstellung	A3	5,55E-02	0,00E+00	5,55E-02	3,13E-04	0,00E+00	3,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,73E-05
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	8,25E-02	0,00E+00	8,25E-02	8,78E-01	3,02E-04	8,78E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,09E-04
Baustadium	Transport	A4	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Montageprozess	A5	MB	MB	MB	MB						
Nutzungsstadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB						
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB						
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB						
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB						
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB						
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--						
Entsorgungsstadium	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--						
	Abfallaufbereitung, trocken	C3	2,51E-03	0,00E+00	2,51E-03	3,82E-01	0,00E+00	3,82E-01	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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,09E-05
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,38E-02	0,00E+00	-1,38E-02	-9,75E-01	0,00E+00	-9,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,09E-05
	Wiederverwertung LPM, Trockendosierverfahren	D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-4,55E-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.3.2 Wirkungsfaktoren

Im Abs. D.3.2 werden in den Tab. D.3.2.1 – D.3.2.5 die Wirkungsfaktoren für die LPM 07 – 11 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.3.2.1 Lehmunterputz mit Stroh LPM 07, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LPM 07: Lehmunterputz mit Stroh nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren															
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-freshwater	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 ₂ eq.
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	3,64E-02	-1,06E-02	8,03E-06	4,71E-02	8,24E-06	4,08E-05	4,72E-03	1,66E-04	1,07E-05	1,50E-05	2,35E-04	6,54E-07	7,76E-01
	Transport	A2	1,07E-02	-3,50E-05	6,31E-05	1,06E-02	1,32E-12	4,42E-06	3,58E-05	1,87E-04	2,49E-05	1,67E-05	5,54E-05	7,60E-07	1,43E-01
	Herstellung	A3	2,98E-03	1,17E-07	3,70E-08	2,98E-03	1,44E-13	1,71E-05	1,23E-05	2,33E-07	5,14E-08	2,13E-08	8,04E-05	3,16E-07	3,12E-04
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	5,01E-02	-1,07E-02	7,12E-05	6,07E-02	8,24E-06	6,23E-05	4,77E-03	3,54E-04	3,56E-05	3,17E-05	3,71E-04	1,73E-06	9,19E-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
Nutzungsstadium	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--	MNR--
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
Entsorgungsstadium	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
Rückgewinnungspotenziale	Deponierung	C4	2,53E-02	1,02E-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
	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03	-4,60E-10	-1,55E-06	-1,71E-02	-2,66E-05	-7,05E-06	-2,42E-06	-3,77E-05	-1,44E-07	-3,66E-02
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02	-4,40E-06	-2,33E-05	-2,95E-02	-4,78E-05	-1,36E-05	-8,48E-06	-1,40E-04	-2,49E-07	-7,34E-01
	Wiederverwertung LPM, 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.3.2.2 Lehmoberputz mit Stroh LPM 08, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LPM 08: Lehmoberputz mit Stroh nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren															
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-freshwater	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 Hu eq.
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	3,34E-02	-1,20E-02	8,51E-06	4,54E-02	9,27E-06	3,99E-05	5,31E-03	1,63E-04	1,11E-05	1,47E-05	2,28E-04	6,48E-07	7,46E-01
	Transport	A2	1,03E-02	-3,37E-05	6,08E-05	1,03E-02	1,27E-12	4,25E-06	3,45E-05	1,81E-04	2,39E-05	1,61E-05	5,33E-05	7,32E-07	1,38E-01
	Herstellung	A3	2,98E-03	1,17E-07	3,70E-08	2,98E-03	1,44E-13	1,71E-05	1,23E-05	2,33E-07	5,14E-08	2,13E-08	8,04E-05	3,16E-07	3,12E-04
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	4,67E-02	-1,20E-02	6,93E-05	5,86E-02	9,27E-06	6,12E-05	5,35E-03	3,44E-04	3,51E-05	3,08E-05	3,62E-04	1,70E-06	8,84E-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
Nutzungsstadium	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--
Entsorgungsstadium	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	2,67E-02	1,16E-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
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03	-4,60E-10	-1,55E-06	-1,71E-02	-2,66E-05	-7,05E-06	-2,42E-06	-3,77E-05	-1,44E-07	-3,66E-02
	Wiederverwertung LPM, Nachrocknung	D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02	-4,40E-06	-2,33E-05	-2,95E-02	-4,78E-05	-1,36E-05	-8,48E-06	-1,40E-04	-2,49E-07	-7,34E-01
	Wiederverwertung LPM, 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.3.2.3 Mineral 20 LPM 09, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LPM 09: Mineral 20 nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren															
Funktionale Einheit kg	Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-freshwater	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 ₂ eq.	
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	4,32E-02	8,38E-05	8,28E-06	4,31E-02	1,62E-04	3,78E-05	3,42E-05	1,54E-04	1,08E-05	1,39E-05	2,15E-04	6,15E-07	7,00E-01
	Transport	A2	1,12E-02	-3,67E-05	6,60E-05	1,11E-02	1,38E-12	4,62E-06	3,75E-05	1,96E-04	2,60E-05	1,75E-05	5,80E-05	7,95E-07	1,50E-01
	Herstellung	A3	2,98E-03	1,17E-07	3,70E-08	2,98E-03	1,44E-13	1,71E-05	1,23E-05	2,33E-07	5,14E-08	2,13E-08	8,04E-05	3,16E-07	3,12E-04
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	5,74E-02	4,73E-05	7,43E-05	5,73E-02	1,62E-04	5,94E-05	8,39E-05	3,51E-04	3,69E-05	3,14E-05	3,54E-04	1,73E-06	8,50E-01
Baustadium	Transport	A4	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	
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	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	
	Reparatur	B3	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	
	Erneuerung	B5	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--	
Entsorgungs-stadium	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	
	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--	
	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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03	-4,60E-10	-1,55E-06	-1,71E-02	-2,66E-05	-7,05E-06	-2,42E-06	-3,77E-05	-1,44E-07	-3,66E-02
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02	-4,40E-06	-2,33E-05	-2,95E-02	-4,78E-05	-1,36E-05	-8,48E-06	-1,40E-04	-2,49E-07	-7,34E-01
	Wiederverwertung LPM, 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.3.2.4 Lehmoberputz fein 06 LPM 10, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
LPM 10: Lehmoberputz fein 06 nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren															
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-freshwater	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 ₂ eq.
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	4,97E-02	9,19E-05	8,28E-06	4,96E-02	1,91E-11	4,02E-05	3,31E-05	1,64E-04	1,09E-05	1,48E-05	2,31E-04	6,50E-07	7,58E-01
	Transport	A2	1,06E-02	-3,47E-05	6,25E-05	1,06E-02	1,31E-12	4,38E-06	3,55E-05	1,86E-04	2,46E-05	1,66E-05	5,49E-05	7,53E-07	1,42E-01
	Herstellung	A3	2,98E-03	1,17E-07	3,70E-08	2,98E-03	1,44E-13	1,71E-05	1,23E-05	2,33E-07	5,14E-08	2,13E-08	8,04E-05	3,16E-07	3,12E-04
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	6,32E-02	5,73E-05	7,09E-05	6,31E-02	2,05E-11	6,17E-05	8,09E-05	3,50E-04	3,56E-05	3,14E-05	3,66E-04	1,72E-06	9,01E-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	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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03	-4,60E-10	-1,55E-06	-1,71E-02	-2,66E-05	-7,05E-06	-2,42E-06	-3,77E-05	-1,44E-07	-3,66E-02
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02	-4,40E-06	-2,33E-05	-2,95E-02	-4,78E-05	-1,36E-05	-8,48E-06	-1,40E-04	-2,49E-07	-7,34E-01
	Wiederverwertung LPM, 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.3.2.5 SanReMo LPM 11, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA																
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM																
LPM 11: SanReMo nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren																
Funktionale Einheit kg		Parameter	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil	ODP	POCP	AP	EP-terrestrial	EP-freshwater	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 ₂ eq.	
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	3,40E-02	-1,07E-02	8,85E-06	4,46E-02	8,24E-06	4,02E-05	4,72E-03	1,65E-04	1,07E-05	1,49E-05	2,22E-04	6,08E-07	7,34E-01	
	Transport	A2	1,04E-02	-3,40E-05	6,12E-05	1,03E-02	1,28E-12	4,28E-06	3,47E-05	1,82E-04	2,41E-05	1,62E-05	5,37E-05	7,37E-07	1,39E-01	
	Herstellung	A3	2,98E-03	1,17E-07	3,70E-08	2,98E-03	1,44E-13	1,71E-05	1,23E-05	2,33E-07	5,14E-08	2,13E-08	8,04E-05	3,16E-07	3,12E-04	
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	4,73E-02	-1,07E-02	7,00E-05	5,79E-02	8,24E-06	6,15E-05	4,77E-03	3,47E-04	3,49E-05	3,11E-05	3,56E-04	1,66E-06	8,74E-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	2,52E-02	1,02E-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 LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03	-4,60E-10	-1,55E-06	-1,71E-02	-2,66E-05	-7,05E-06	-2,42E-06	-3,77E-05	-1,44E-07	-3,66E-02	
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02	-4,40E-06	-2,33E-05	-2,95E-02	-4,78E-05	-1,36E-05	-8,48E-06	-1,40E-04	-2,49E-07	-7,34E-01	
	Wiederverwertung LPM, 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.3.3 Outputfaktoren

Im Abs. D.3.3 werden in den Tab. D.3.3.1 – D.3.3.5 die Outputfaktoren für die LPM 07 – 11 tabellarisch dargestellt.

Tab. D.3.3.1 Lehmunterputz mit Stroh LPM 07, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LPM 07: Lehmunterputz mit Stroh nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren										
Funktionale Einheit kg		Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
		IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ	MJ
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	8,24E-08	1,47E-02	1,23E-06	0,00E+00	7,60E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	2,42E-10	2,15E-05	1,89E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Herstellung	A3	4,60E-12	1,28E-05	7,81E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	8,27E-08	1,47E-02	9,23E-06	0,00E+00	7,60E-05	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
Nutzungsstadium	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--	
Entsorgungsstadium	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
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-7,83E-08	-1,39E-02	-1,17E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-7,34E-08	-1,32E-02	-1,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, 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.3.3.2 Lehmoberputz mit Stroh LPM 08, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LPM 08: Lehmoberputz mit Stroh nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren										
Funktionale Einheit kg		Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
		IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	8,87E-08	1,59E-02	1,25E-06	0,00E+00	8,55E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	2,33E-10	2,07E-05	1,82E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Herstellung	A3	4,60E-12	1,28E-05	7,81E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	8,90E-08	1,60E-02	9,24E-06	0,00E+00	8,55E-05	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
Nutzungsstadium	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--
Entsorgungsstadium	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
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-6,95E-08	-1,31E-02	-7,41E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-7,34E-08	-1,32E-02	-1,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, 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.3.3.3 Mineral 20 LPM 09, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LPM 09: Mineral 20 nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren										
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	7,53E-08	1,55E-02	1,19E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	2,53E-10	2,25E-05	1,98E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Herstellung	A3	4,60E-12	1,28E-05	7,81E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	7,55E-08	1,56E-02	9,20E-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
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-7,15E-08	-1,48E-02	-1,13E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-7,34E-08	-1,32E-02	-1,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, 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.3.3.4 Lehmoberputz fein 06 LPM 10, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LPM 10: Lehmoberputz Fein 06 nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren										
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	7,46E-08	1,52E-02	1,23E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	2,40E-10	2,13E-05	1,87E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Herstellung	A3	4,60E-12	1,28E-05	7,81E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	7,49E-08	1,53E-02	9,22E-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
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-7,09E-08	-1,45E-02	-1,17E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-7,34E-08	-1,32E-02	-1,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, 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.3.3.5 SanReMo LPM 11, Trockendosierverfahren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
LPM 11: SanReMo nach DIN 18947 - Trockendosierverfahren										
Funktionale Einheit kg		Parameter IM/Einheit	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	7,46E-08	1,30E-02	5,04E-06	0,00E+00	7,60E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	2,35E-10	2,08E-05	1,83E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Herstellung	A3	4,60E-12	1,28E-05	7,81E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	7,48E-08	1,30E-02	1,30E-05	0,00E+00	7,60E-05	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--
Entsorgungs- stadium	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	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
Rückgewinnungs- potenziale	Wiederverwertung LPM, Erdfeuchtverfahren	D1	-7,09E-08	-1,23E-02	-4,79E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, Nachtrocknung	D2	-7,34E-08	-1,32E-02	-1,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM, 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 und Bauteile und Sonderbauteile*

DIN 18300:2012-09: *VOB/C (ATV) – Erdarbeiten*

DIN 18550-2:2018-01: *Planung, Zubereitung u. Ausführung von Innen- u. Außenputzen – Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2 für Innenputze in Verbindung mit DIN EN 13914-2:2016-09 für Lehmputzmörtel*

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

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

DIN 18947:2018-12: *Lehmputzmörtel – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*

DIN EN 12620(E):2015-07: *Gesteinskörnungen für Beton (zurückgezogen)*

DIN EN 12878:2014-07: *Pigmente zum Einfärben von zement- und/oder kalkgebundenen Baustoffen – Anforderungen und Prüfverfahren*

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

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

DIN EN 13501-2:2016-12: *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen mit Ausnahme von Lüftungsanlagen*

DIN EN 13914-2:2016-09: *Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen – Teil 2: Innenputz*

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 16516:2018-01: *Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft*

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*

LITERATURQUELLEN

1. Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaustoffe – Allgemeine Regeln für die Erstellung von Typ III Umweltproduktdeklarationen (Teil 2). Weimar: 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), zuletzt geändert 30.06.2020 (BGBl. I, S.1533)
4. Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaustoffe – Muster-UPD für die Baustoffkategorie Lehmputzmörtel (UPD LPM) nach DIN EN 15804*. Weimar: 2023-01
5. Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaustoffe – Grundregeln für die Baustoffkategorie Lehmputzmörtel (PKR LPM) nach DIN EN 15804*. Weimar: 2022_04
6. Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Anforderungen an Lehmputz als Bauteil*. Technische Merkblätter Lehmbau, TM 01. Weimar:2014-06, 2. Aufl.
7. Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Qualitätsüberwachung von Baulehm als Ausgangsstoff für industriell hergestellte Lehmbaustoffe – Richtlinie*. Technische Merkblätter Lehmbau, TM 05. Weimar:2011-06
8. 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)
9. Natureplus e. V. (Hrsg.): *Vergaberichtlinie 0803 zur Vergabe des Qualitätszeichens. Lehmputzmörtel*. Ausgabe April 2015, Neckargemünd: 2015
10. Natureplus e. V. (Hrsg.). *Vergaberichtlinie 5003 zur Vergabe des Qualitätszeichens. Naturschutz beim Abbau mineralischer Rohstoffe*. Neckargemünd 2015-04
11. Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft – v. 24.07.2002 (GBl. I, S. 511) BM f. Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit, Berlin:2002
12. Sommerfeld, M.: Umweltproduktdeklaration von Lehmbaustoffen – Ermittlung des Rückgewinnungspotenzials. Unveröff. Diplomarbeit, FB Bauingenieurwesen, FH Potsdam 2019
13. FH Potsdam: Symposium Baustoffrecycling & Lehmbaustoffe – Perspektiven für eine Kreislaufwirtschaft im Bauwesen, Potsdam August 2022
14. 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
15. Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002) (BGBl. I, Nr. 102/2002, Fassung v. 20.03.2017)
16. Bau-EPD (Hrsg.): *Nutzungsdauerkatalog der Bau-EPD für die Erstellung von UPDs*. Bau-EPD GmbH, Wien 2014
17. EMAS D-146-00004: 2. Aktualisierte Umwelterklärung der Stephan Schmidt KG, 2008

18. Fachverband Strohballenbau Deutschland e. V. (FASBA) (Hrsg.): *Umweltproduktdeklaration UPD für Baustroh nach DIN EN ISO 14025 u. DIN EN 15804*. Wien 2014
19. Bundesinstitut f. Bau-, Stadt- u. Raumforschung (BBSR) (Hrsg.): *ÖKOBAUDAT – Grundlage für die Gebäudeökobilanzierung*. SR Zukunft Bauen | Forschung für die Praxis | Band 09, Bonn 2017
20. Umweltbundesamt: ProBas – Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme, 2015_02
21. Firoozeh Foroughi, Erfan Rezvani Ghomi, Fatemeh Morshedi Dehaghi, Ramadan Borayek 1 and Seeram Ramakrishna; A Review on the Life Cycle Assessment of Cellulose: From Properties to the Potential of Making It a Low Carbon Material. In: *Materials* 2021, 14, 714. <https://doi.org/10.3390/ma14040714>

In Balance - Das Feuchtesorptionsvermögen von Lehmbaustoffen

Dr.-Ing. Christof Ziegert

Die Verringerung der Luftwechselraten von Innenräumen aus Gründen der Energieeinsparung führt zu einer wachsenden Bedeutung der raum-hüllenden Bauteile für das Raumklima. Um die Raumluftfeuchte in einem behaglichen Bereich zu halten, sollten vor allem die oberflächennahen Wandbaustoffe veränderlich wirkende Einflüsse, wie Duschen, Kochen etc., durch zwischenzeitliche Wasserdampfspeicherung in ihren Auswirkungen wesentlich abschwächen. So kann überschüssige Feuchte zeitversetzt über die Raum- an die Außenluft abgegeben werden. Diese als Sorptionsvermögen bezeichnete Materialeigenschaft ersetzt nicht die Lüftung, sondern verbessert die hygrischen Bedingungen von Innenräumen vor allem bei geringem Luftwechsel. Das Wasserdampfsorptionsvermögen von Lehmbaustoffen übertrifft das anderer Baustoffe zum Teil erheblich. Ihr Einsatz ist deshalb aus raumklimatischer Sicht besonders positiv. Andere, die hygienischen Bedingungen und die Behaglichkeit in Räumen fördernde Kriterien scheinen im Schlepptau des starken Wasserdampfaustausch gleich mit geregelt zu werden: die Bindung von Gerüchen und Schadstoffen. Nutzerberichte sprechen hier eine sehr eindeutige Sprache; aus wissenschaftlicher Sicht gibt es noch zu wenige Untersuchungen, um diese These bestätigen zu können.

Bauen mit Lehm

Zum Glück sind es nicht nur die inneren Werte, die das Bauen mit Lehm so attraktiv erscheinen lassen. Die Lichtreflektion eines farbigen Lehmputzes, die Schichtung einer Stampflehmwand sind Dinge, die Lust machen, sich von neutralen Bauteilen zu lösen und Lehmteile als gestaltende Konstruktion einzusetzen. Immer öfter erscheint Lehm, der lange Zeit als überkommener Rest der ländlichen Bautradition empfunden wurde, selbstbewusst und neuartig neben und in Kombination mit Beton, Stahl und Glas.

Inzwischen gibt es zahlreiche Hersteller, Händler, Verarbeiter und Planer, für die der Umgang mit Lehmstoffen zum alltäglichen Geschäft geworden ist. Der Grad der Vorfertigung und das Qualitätsniveau von Lehmstoffen hat das konventioneller Produkte erreicht: Trockenmörtel als Sack- und Siloware, Bauplatten und Plansteine.

Spezielle baustoffspezifische Produktformen wie erdfeuchte Fertigmischungen aus ungetrocknetem Gruben-

lehm (geliefert im "Big-Bag") vereinen den Anspruch an zeitgemäße Lieferformen mit dem, umweltgerechte Baustoffe herzustellen und zu verarbeiten.

Mit der 1998 erfolgten Aufnahme der Lehmregeln [1] in die beim Deutschen Institut für Bautechnik geführte Liste der Technischen Baubestimmungen und der anschließenden bauaufsichtlichen Einführung durch die meisten Bundesländer ist der Lehm eine anerkannte Bauart der Gegenwart. Neben der Anwendung von Lehmstoffen im nichttragenden Bereich werden in den Lehmregeln verbindliche Vorgaben für die Bemessung von tragenden Stampflehm- und Lehmsteinwänden getroffen. Die Bemessungsregeln beschränken sich auf den Geschossbau mit bis zu zwei Vollgeschossen und beruhen im Wesentlichen auf überlieferten Erfahrungswerten. So geben sie für tragende Lehmwände traditionelle Grenzwerte für Geschosshöhen, Wanddicken und Wandabstände an. Dem Entwurf und der Konstruktion von tragenden Lehmteilen sind damit noch verhältnismäßig enge geometrische Grenzen gesetzt, bei deren Überschreitung eine Zustimmung im Einzelfall notwendig wird. Die derzeit laufende Entwicklung von ingenieurwissenschaftlichen Bemessungskonzepten [2] und die auf eine bessere Materialkenntnis zielende Grundlagenforschung [3] werden die möglichen Anwendungsgebiete von tragenden Lehmteilen zukünftig ausweiten.

Lehmputz

Die meisten Lehmstoffe werden heute in Form von Lehmputzen verbaut. Während in der Vergangenheit vor allem erdbraune Unter- und Oberputze zum Einsatz kamen, deren Oberflächen meist gestrichen wurden, werden heute immer häufiger farbige Lehmputzoberflächen als dekoratives Gestaltungselement verwendet. Das vielfältige Farbspektrum von Lehmfeinputzen wird durch die Verwendung verschiedenfarbiger Tone, Lehme und Sande erzielt. Pflanzliche Faserstoffe wie Strohhäcksel oder Flachsscheben beeinflussen ebenfalls die Optik der fertigen Oberfläche. Traditionell vor allem als Magerungsmittel eingesetzt, erhöhen diese Zusätze die Gefügestabilität und Elastizität des Putzes. Damit können Zwängungen infolge thermischer Beanspruchung, z.B. beim Einsatz einer Wandstrahlungsheizung, oder den gerade im Holzbau auftretenden Bewegungen des Untergrundes wesentlich besser kompensiert werden.

Lehmputze können mit moderner Putztechnik verarbeitet werden. Als Untergründe kommen praktisch alle konventionellen Baustoffe in Frage. Der Preis eines einlagigen Lehmputzes entspricht heute etwa dem eines Kalkputzes, während gestalterisch anspruchsvolle farbige Lehmputzoberflächen naturgemäß deutlich teurer sind.

Zur farblichen Gestaltung erdbrauner Lehmputze wurden bisher häufig Kasein- oder Silikatfarben eingesetzt. Heute können hier - aber auch auf konventionellen Untergründen - Lehmstreichputze aufgetragen werden. Lehmstreichputze sind grobkörnige Naturfarben, die mit der klassischen Malerbürste aufgetragen werden. Zur Verbesserung der Streichfähigkeit und der Bindung wird den verschiedenfarbigen Tonen und Sanden Zellulose beigemischt.

Lehm im Holzbau

Lehmabstoffe dienen im Holzbau vielfältig als ausfachendes und raumabschließendes Material. Während in der jüngeren Vergangenheit vor allem wärmedämmende und -speichernde einschalige Aufbauten aus Leichtlehm-mischungen ausgeführt wurden, sind die Funktionen Dämmen und Speichern heute aufgrund der gestiegenen Anforderungen an den Wärmeschutz zunehmend getrennt. Lehmabstoffe werden hier in eine Gebäudehülle eingefügt, die alle Anforderungen hinsichtlich Tragfähigkeit, Wärmedämmung und Winddichtigkeit bereits erfüllt. Sie dienen im Wesentlichen der klimatischen Trägheit und erhöhen damit die Behaglichkeit. Die Anwendung reicht von einlagigen Putzen bis zur Ausbildung von Lehmsteininnenschalen. Zunehmend werden dabei die Lehmabstoffe trocken verbaut. Richtwerte für die Kosten der zahlreichen unterschiedlichen Ausführungen aber auch alle anderen Techniken sind in [4] zusammengestellt.

Stampflehm

Die Ausdruckskraft einer Stampflehmwand unterscheidet sich wesentlich von der anderer Wände. Stampflehm wird im erdfeuchten Zustand lagenweise in eine Schalung gestampft. Diese horizontalen Schichten sind später an der Oberfläche ablesbar, wodurch das Bauteil an den Schichtenaufbau von gewachsenen Böden erinnert; Materialität und Ausstrahlung vermitteln den Eindruck einer erdverbundenen Architektur, einer gebauten Geologie.

Als Ausgangsmaterial eignen sich steinige Lehme, die in ihrem Kornaufbau an Beton erinnern. Da selten geeignete Lehme als natürliches Gemisch anzutreffen sind, werden meistens bestimmte Korngrößen zugegeben. Wie bei den Putzen kann die Farbigkeit der Mischung durch den Einsatz verschiedener Tone, Lehme und Zuschläge variiert werden.

Sofern geschosshohe Schalungen eingesetzt werden, liegen die Dicken von Stampflehmwänden bei sechzig Zentimetern, da die Schalung zum Verdichten begehbar sein muss. Bei niedrigen Schalungsabschnitten reduzieren sich die Abmessungen auf die statisch erforderlichen Wändedicken - häufig dreißig bis vierzig Zentimeter.

Trotz weitgehender Mechanisierung und teilweiser Vorfertigung von Bauteilen ist der Stampflehm-bau immer noch sehr arbeitsintensiv. Die Kosten von retuschierten stampflehm-sichtigen Bauteilen liegt deshalb bei 250-500 EUR/m². Dennoch entscheiden sich immer häufiger Bauherren für diese Bauart - zum einen wegen der raumklimatischen Vorteile, viel häufiger aber aus gestalterischen Gründen.

Lehmsteinbau

Das Bauen mit ungebrannten Lehmsteinen als tragender Wandbaustoff ist eine der ältesten und heute noch verbreitetsten Bauarten überhaupt. Rein technisch bestehen im Vermauern von Lehmsteinen keine Unterschiede zu anderen Mauersteinen. Sofern die Lehmsteine über eine ausreichende Festigkeit verfügen, können neben einfachen Wänden auch andere aus dem Ziegelbau bekannten Bauteile aus Lehmsteinen errichtet werden, wie z.B. Stürze, Kappendecken oder Kuppeln.

Die Kosten für die Erstellung von nichttragenden und tragenden Lehmsteinwänden liegen etwas über denen von Ziegelwänden aber wesentlich unter denen von Stampflehmwänden. Der Lehmsteinbau ist damit die preiswerteste Bauweise für massive Bauteile aus Lehm.

Feuchtesorptionsvermögen von Lehmabstoffen

Die Luftfeuchtesorption von Baustoffen erfolgt im Wesentlichen durch Kondensationsvorgänge in den Kapillarporen und hängt damit vom Porenvolumen und der Porenraumverteilung ab. Gängige Wandbaustoffe und Putze unterscheiden sich dabei untereinander nicht signifikant. Damit bewegt sich auch das Sorptionsvermögen in bestimmten Grenzen.

Lehmbaustoffe verfügen neben dem kapillar bedingten Sorptionsvermögen über einen mineralogisch bedingten Sorptionsanteil. Zusätzlich zur Kapillarkondensation kann Luftfeuchte in der Kristallstruktur sogenannter quellfähiger Dreischichttonminerale gespeichert werden. Es gibt eine Vielzahl verschiedener Tonminerale, die sich in ihrem Aufbau und ihren Eigenschaften erheblich unterscheiden. Nur einige von ihnen weisen den hier gewünschten Aufbau mit der entsprechenden Eigenschaft auf. Ob und zu welchen Anteilen in einem Lehmbaustoff diese speziellen Tonminerale vorhanden sind, wird von den Herstellern von Lehmbaustoffen bisher selten kontrolliert oder gar bewusst gesteuert, das tatsächliche Sorptionsvermögen kaum gemessen.

Die das außergewöhnliche Sorptionsverhalten von Lehmbaustoffen bewirkenden quellfähigen Tonminerale haben jedoch - wie schon der Name sagt - auch eine unangenehme Eigenschaft: sie quellen bei Wasserzutritt stark auf und schwinden bei Wasserabgabe. Bei Materialfeuchteänderungen infolge Luftfeuchteschwankungen sind die Volumenänderungen unschädlich klein; problematischer ist das Schwinden von feucht eingebauten Lehmischungen, z.B. Lehmputzen. Durch Beimengung von Zuschlägen wie Sand oder Fasern verringert sich das Schwindverhalten, leider aber auch der sorptionsaktive Anteil im Lehmbaustoff und damit das gewünschte Sorptionsvermögen. Eine typische Aufgabe der Materialoptimierung. Häufig wird jedoch nur darauf hingearbeitet, Risse zu vermeiden, da sie sichtbare Mängel darstellen. Das Sorptionsvermögen wird dagegen - weil nur aufwändig messbar - oft vernachlässigt. Eine herstellerunabhängige Untersuchung [5] von sieben am Markt stark vertretenen Lehmputzmischungen (Werkrockenmörtel als Sackware) zeigt, dass die meisten der ausgewählten Lehmputze Wasserdampf deutlich besser aufnehmen, als handelsübliche kalk-, gips- oder zementgebundene Putze. Untereinander weisen die untersuchten Lehmputze aber erhebliche Differenzen auf (Diagramm 1). Gegenüber den konventionellen Putzen werden 1,4- bis 3-fache Mengen an Luftfeuchte aufgenommen und bei sinkender Luftfeuchte wieder abgegeben.

Ändert sich die Luftfeuchte eines Raumes sprunghaft, weil innerhalb kurzer Zeit große Feuchtemengen freigesetzt werden, wie z.B. durch Duschen, ist weniger die Menge an Feuchte, die der Baustoff absolut aufnehmen kann entscheidend, als vielmehr die Geschwindigkeit der

Feuchteaufnahme. Auch hier schneiden die Lehmputze eindeutig besser ab, was im Diagramm 1 am steilen Anstieg der Sorptionsisothermen erkennbar ist.

Der Glaube an die raumklimatische Heilswirkung von Lehmbaustoffen treibt jedoch in letzter Zeit seltsame Blüten: schon der alleinige Auftrag einer Lehmfarbe oder ein 2 Millimeter dicker Lehmfeinputz, aufgetragen auf einem beliebigen Untergrund, soll das Raumklima nachhaltig verbessern. Diagramm 2 zeigt jedoch, dass die puffernde Wirkung eines Lehmfeinputzes isoliert betrachtet nur etwa eine Stunde anhält; die einer lediglich filmbildenden Lehmfarbe entsprechend weniger. Die üblichen täglichen Nutzungszyklen von Innenräumen und die damit verbundene meist einseitige Beeinflussung der Raumluftfeuchte dauern jedoch in der Regel zwischen 6 und 12 Stunden. Eine leistungsfähige Pufferung über diese Zeiträume wird nur durch Schichtdicken ab 1,5 Zentimetern erreicht. Sollen gar Schwankungen, die über tägliche Zyklen hinausgehen, wirkungsvoll gedämpft werden, empfiehlt es sich, mindestens zehn Zentimeter dicke Lehmmischungen auszubilden. Die diesbezügliche Qualität einer Massivlehmwand von dreißig und mehr Zentimetern Dicke erklärt sich von selbst.

Die notwendige Abmagerung von feucht einzubauenden Lehmischungen, ist bei Lehmbaustoffen, die trocken eingebaut werden, vermeidbar (z.B. bei Lehmsteinen und Lehmbauplatten). Im Werk können stark schwindende Mischungen nach der Formgebung zwangungsspannungsfrei ihr Volumen reduzieren und damit rissfrei bleiben. Das erklärt, warum Lehmsteine in der Regel eine noch höhere Wasserdampfaffinität aufweisen als beispielsweise Lehmputze und Stampflehm. Betrachtet man Räume von 25 m² Grundfläche und angenommen 45 m² Wandfläche und erhöht die relative Luftfeuchte wiederum von 50 auf 80 %, so nehmen die oberen 1,5 cm der Wand eines aus Sichtbeton erstellten oder mit kalk-, gips-, oder zementgebundenen Putzen ausgekleideten Raums in zwölf Stunden lediglich etwa ein Liter Wasser auf; in dem mit einem guten Lehmputz versehenen Raum werden etwa drei Liter absorbiert und bei Lehmsteinmauerwerk sind es sogar 5,5 Liter. Die luftfeuchtebedingte Änderung der Materialfeuchte führt nicht dazu, dass die Bauteile feucht erscheinen oder sich feucht anfühlen, -im Gegenteil, auch bei niedrigen Oberflächentemperaturen werden Kondensationsvorgänge vermieden. Nicht immer ist für die Innenraumgestaltung die materialspezifische

Farbigkeit von Lehmoberflächen gewünscht. Daraus ergibt sich die Frage, inwieweit Anstriche durch ihren eventuell höheren Diffusionswiderstand die Geschwindigkeit der Wasserdampfsorption des Lehmputzes verzögern. Die bei Lehmoberflächen oft angewendeten Kasein- und Silikatfarben reduzierten in der Untersuchung [5] die Geschwindigkeit der Aufnahme nur um bis zu fünf Prozent. Die bereits erwähnten Lehmstreichputze führen sogar zu einer geringfügigen Verbesserung der Sorptionswerte. Dagegen setzen vor allem die bei gängigen Innenwandfarben enthaltenen Polymerdispersionsanteile die ohnehin schon geringere Sorptionsgeschwindigkeit der üblicherweise eingesetzten kalk-, gips- und zementgebundenen Putze um weitere zwanzig Prozent herab.

Diagramm 3 zeigt zusammenfassend den Vergleich des Sorptionsverhaltens raumseitiger Schichtenaufbauten aus konventionellen Baustoffen und einiger im Lehmbau üblichen Aufbauten. Sämtliche lehmbasierenden Aufbauten verfügen danach gegenüber den meisten Konventionellen um ein etwa 3-faches Sorptionsvermögen. Daß sich die Schichtdicke der Lehm-Aufbauten in den Ergebnissen nicht wesentlich widerspiegelt, liegt an dem bereits in Diagramm 2 dargestellten Umstand, dass durch die im Versuch simulierten Tagesschwankungen der Raumluftfeuchte lediglich die oberen 1,5 - 2 cm einer Wand aktiviert werden. Interessant ist, dass ein 3 mm dünner Lehmputz auf einer Gipskartonplatte bereits eine 60 %-ige Verbesserung des Sorptionsvermögens gegenüber einer gespachtelten Gipskartonplatte bewirkt.

In Balance

Auch wenn anhand von Sorptionskurven nachgewiesen werden kann, dass Lehm wie kein anderer Baustoff in der Lage ist, raumklimatische Schwankungen zu puffern und damit für den Nutzer und das Bauwerk kritische Luftfeuchten vermieden werden können, fehlt bisher ein seriöser wissenschaftlicher Vergleich zwischen der raumklimatischen Qualität konventioneller und mit Lehm ummantelter Räume. Auf Initiative eines Lehmbaustoffherstellers soll dieser Aspekt in Zusammenarbeit mit einem führenden deutschen Raumklimainstitut umfassend untersucht werden. Bis hier Ergebnisse vorliegen, bleibt die klare Sprache der Nutzerberichte einziges und zugleich glaubhaftes Indiz für die Relevanz des Sorp-

tionsverhaltens von Wandbaustoffen. Wie jüngste Untersuchungen zeigen, sind die hervorragenden Eigenschaften von Lehmbaustoffen weder Zauberei noch Selbstläufer. Es liegt in der Verantwortlichkeit der Hersteller, diese und andere Eigenschaften ihrer Produkte zu optimieren, zu überwachen und das einzigartige Potential der natürlich vorkommenden Rohstoffe zu nutzen. Lehm verspricht: Balance und Spannung!

Weiterführende Literatur:

- G. Minke, Das neue Lehm-Handbuch, Stauf bei Freiburg 2002
- M. Rauch, Rammed earth - Lehm und Architektur, Basel 2001
- G. z. Nieden, C. Ziegert, Neue Lehm-Häuser international, Berlin 2002

Literatur:

- [1] Dachverband Lehm e.V., Lehm-Bau Regeln, Braunschweig/Wiesbaden 1999
- [2] K. Dierks, R. Stein, Ein Bemessungskonzept für tragende Stampflehmwände, in: KirchBauhof (Hrsg.), Moderner Lehm-Bau 2002, Stuttgart 2002
- [3] K. Dierks, C. Ziegert, Neue Untersuchungen zum Materialverhalten von Stampflehm, in: KirchBauhof, Moderner Lehm-Bau 2002, Stuttgart 2002
- [4] U. Dahlhaus, U. Kortlebe, Lehm-Bau 2001, Planungshandbuch, Aachen 2001
- [5] H. G. Holl, C. Ziegert, Unterschiede im Sorptionsverhalten von Werkrockenmörteln in: KirchBauhof, Moderner Lehm-Bau 2002, Stuttgart 2002

Dr. Christof Ziegert promovierte im Jahr 2002 zum Thema Lehmwellerbau. Als Mitarbeiter der TU-Berlin führte er zahlreiche Studien zum Sorptionsverhalten von Lehm-Baustoffen durch und war u. a. bei Lehm-Wiederaufbauprojekten in Kabul/Afghanistan und in Mexico beratend tätig. Zur Zeit arbeitet er als Mitinhaber des Büros Ziegert Roswag Seiler, Architekten und Ingenieure, Schwerpunkt Neubau und Sanierung von Massivlehm-Bauten.

Diagramm 1

Das Diagramm zeigt die unterschiedliche Reaktion von verschiedenen Materialien auf Schwankungen der relativen Feuchte (Sorptionsvermögen). Im Versuch wurde die relative Feuchte bei gleichbleibender Temperatur kurzfristig von 50 auf 80 % RLF erhöht (Feuchtesprung) und nach 12 Stunden wieder auf 50 % abgesenkt.

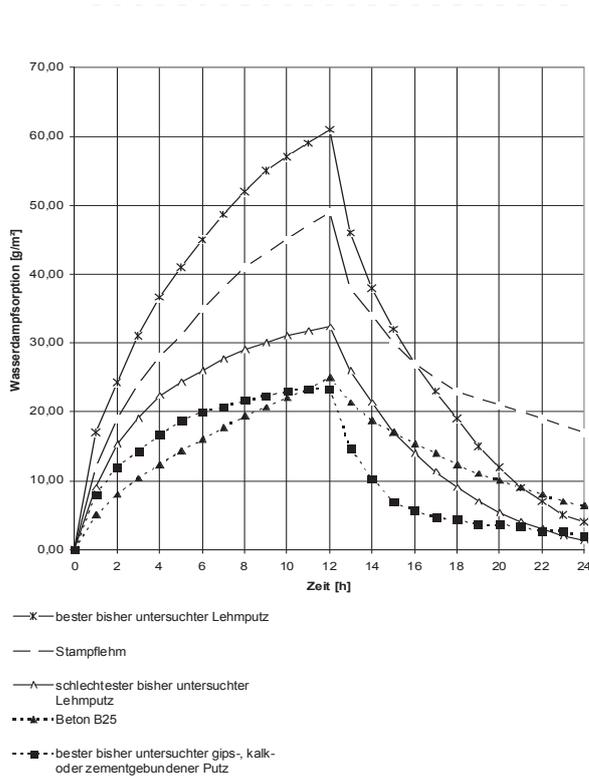


Diagramm 2

Diagramm 2 zeigt den Einfluss der Dicke auf die Wasserdampfsorption eines Lehmputzes nach kurzfristiger Erhöhung der relativen Luftfeuchte von 50 auf 80 %.

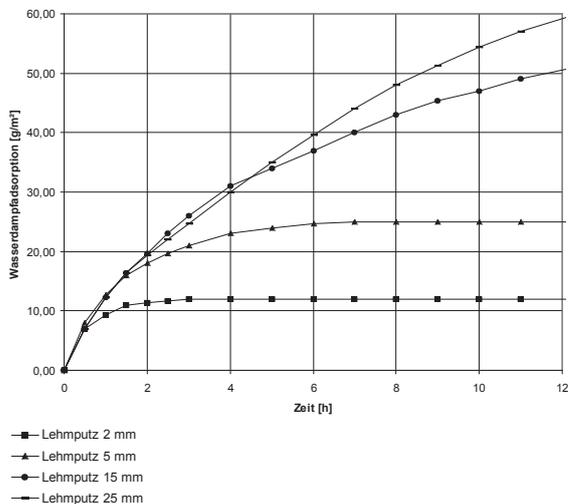
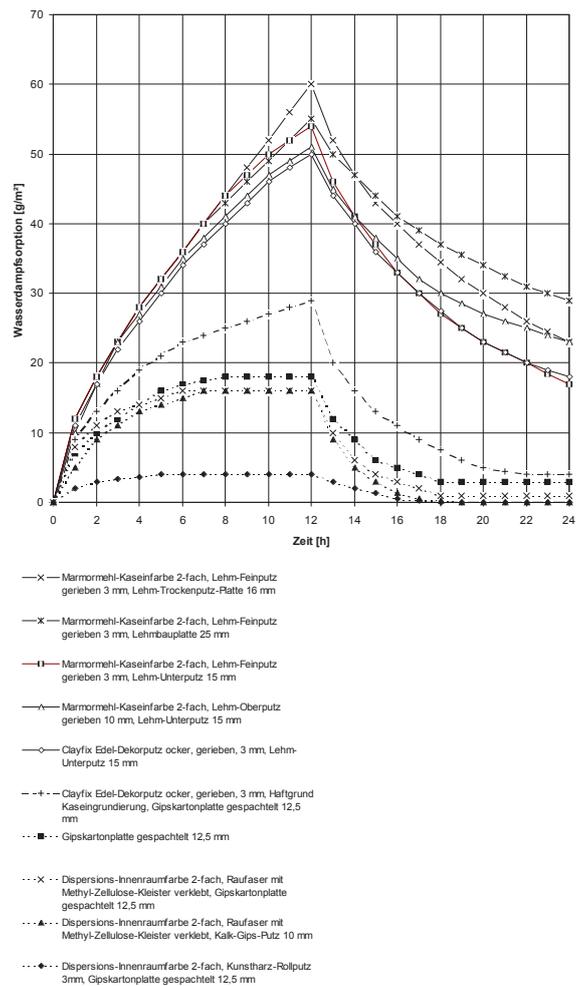


Diagramm 3

Das Diagramm zeigt zusammenfassend den Vergleich des Sorptionsverhaltens raumseitiger Schichtenaufbauten aus konventionellen Baustoffen und einiger im Lehmputz üblichen Aufbauten. Wie bei dem unter Diagramm 1 abgebildeten Versuch wurde die relative Feuchte bei gleichbleibender Temperatur kurzfristig von 50 auf 80 % RLF erhöht (Feuchtesprung) und nach 12 Stunden wieder auf 50 % abgesenkt.



Lehmputze



Lehmputze

Putze aus Lehm sind die ökologische Wandbeschichtung schlechthin. Sie stehen für angenehmes Raumklima und natürliche Ästhetik. ClayTec Lehmputze sind dabei modern, maschinengängig und leicht verarbeitbar. Alle unsere Produkte sind zertifiziert nach den strengen Schadstoff- und Emissionskriterien des ECO-Instituts, Köln. Das vorliegende Arbeitsblatt gibt einen kompakten Überblick zur Anwendung von ClayTec Lehmputzen.

Grundsätzliches zur Produktauswahl und Verarbeitung

Erdfeuchter Putz ist ungetrocknet. Die Lieferform im 1,0 t-Big-Bag ist umweltfreundlich und sehr preisgünstig. Möglich ist dies nur mit Lehm, andere Putzmörtel würden schnell aushärten. Die Ware kann mit bestimmten Putzmaschinen verarbeitet werden, bestehend aus Mischer und Mörtelpumpe.

Erdfeuchte Ware muss im Winter vor Durchfrieren geschützt gelagert werden, da sonst die Verarbeitbarkeit während des Frostes beeinträchtigt ist.

Lehm-Farbputz grob muss je nach Witterung innerhalb von 2-4 Wochen verarbeitet werden.

Trockener Putz im 1,0 t-Big-Bag oder 25 kg-Sack kann auch mit der Gipsputzmaschine verarbeitet werden.

Eine Besonderheit von Lehmputzen ist, dass sie ohne Trocknung nicht aushärten. Sie können darum über Nacht und an Wochenenden in Maschinen und Schläuchen bleiben. Aufgrund ihrer Wasserlöslichkeit gibt es außerdem keinen Mörtelabfall auf der Baustelle: Herab gefallenes Material kann einfach wieder aufbereitet werden.

Grobkörnige Lehmputzmörtel (Körnung ≥ 1 mm) sind z.B. geeignet für Mauerwerk mit Mörteltaschen oder tiefen Rillen, Mauerwerk aus Lehmsteinen, Bimssteinen, Beton grobkörnig grundiert, Putzträger, Strohlehm, historische Lehmputze.

Feinkörnige Lehmputzmörtel (Körnung ≤ 1 mm) sind z.B. geeignet für geklebtes Mauerwerk aus Plansteinen oder -elementen, Lehm-Grundputze, Zement-, Kalk- und Gipsputze, Lehmbauplatten, Trockenbauplatten.

Reichweiten Lehmputze

Produkt	Lieferform	3	2	1,5	1	0,6	0,3	0,2	Auftrag
Lehm-Unterputz mit Stroh	1,0 t-Big-Bag, erdfeucht	20,0	30,0	40,0	60,0				
	0,5 t-Big-Bag, erdfeucht	10,0	15,0	20,0	30,0				
	1,0 t-Big-Bag, trocken	20,8	31,3	41,7	62,5				
	25 kg-Sack	0,6	0,8	1,1	1,7				
Lehm-Dämmputz leicht	0,9 t-Big-Bag, erdfeucht	22,5	33,8	45,0	67,5				
	0,45 t-Big-Bag, erdfeucht	11,3	17,0	22,7	34,0				
Lehmputz Mineral 20	1,0 t-Big-Bag, trocken			36,0	54,0	90,0			
	1,0 t-Big-Bag, erdfeucht			33,3	50,0	83,3			
	0,5 t-Big-Bag, erdfeucht			16,7	25,0	41,7			
	25 kg-Sack			0,9	1,4	2,25			
Lehmputz SanReMo	0,8 t-Big-Bag, trocken				54,4	90,7	181,3		
	25 kg-Sack				1,7	2,8	5,7		
Lehm-Oberputz grob	1,0 t-Big-Bag, erdfeucht				60,0	100,0			
	0,5 t-Big-Bag, erdfeucht				30,0	50,0			
	1,0 t-Big-Bag, trocken				62,5	104,2			
	25 kg-Sack				1,7	2,8			
Lehm-Farbputz grob	1,0 t-Big-Bag, erdfeucht				60,0	100,0			
	0,5 t-Big-Bag, erdfeucht				30,0	50,0			
Lehm-Oberputz fein 06	800 kg-Big-Bag, trocken						181,3	272,0	
	25 kg-Sack						5,7	8,5	
Lehmfüll- u. Flächenspachtel	10 kg-Eimer						2,5	3,8	

Die **Standardputzdicken** (in der Ergiebigkeitstabelle oben fett gedruckt) sollten eingehalten werden. Die Untergrenze der Putzdicke bezeichnet den für ein gutes handwerkliches Ergebnis minimal notwendigen Auftrag. Die Obergrenze nennt die mit dem Material maximal mögliche Dicke, deren Eignung abhängig vom Untergrund im konkreten Fall per Arbeitsprobe geprüft werden muss. **Decken sind vorzugsweise dünn zu verputzen. Planung und Vorbereitung der Ausführung**

Trocknungszeiten müssen eingeplant werden. Maschinelle Bautrocknung verkürzt die Trockenzeit wesentlich. Grundputze müssen vor Auftrag der Deckschicht soweit trocken sein, dass ein Durchschlagen von Schwindrissen ausgeschlossen ist. Der Lehmputz muss nach dem Auftrag frostfrei trocknen können. Oberflächen anderer Bauteile müssen durch Abkleben etc. vor Verunreinigung geschützt werden. Da Lehmputz wasserlöslich ist, ist die Gefährdung geringer als bei anderen Mörteln. Lehmörtel färben jedoch, Vorsicht bei holzsichtig belassenen Oberflächen etc.

Untergrundvorbereitung

Schlitze, Löcher und andere Fehlstellen werden mit einem dem Untergrund entsprechendem Mörtel nach den Regeln der Technik beigeputzt und ggf. bewehrt.

Die Untergründe müssen tragfähig, frostfrei, trocken, sauber, ausreichend rau und saugfähig sein. Bewegungen und Schwindungen müssen abgeschlossen sein.

Die zu verputzenden Bauteile müssen einschließlich der Reparaturen ausgetrocknet sein, die Putztrocknung darf nicht durch Restfeuchten in den Untergründen verzögert werden. Dies gilt insbesondere für Beton, durch Lagerung oder Rohbaubedingungen nass gewordene Ziegel, Kalksandsteine oder Porenbeton und lange trocknende Lehmteile wie Innenschalen aus Leichtlehm. Die Trockenheit von bodennahen Wandbereichen muss sichergestellt sein.

Dauerhaft feuchte und damit ggf. auch salzbelastete Bauteile können nicht mit Lehmörtel verputzt werden. Eine Ausnahme ist die temporäre Anwendung von Lehmörteln zur Entsalzung von Untergründen: Als sogenannte „Opferputze“ nehmen sie das Salz aus dem Untergrund auf, dann werden sie wieder entfernt.

Der Untergrund muss frei von durchschlagenden Stoffen (z. B. Nikotin) sein. Versottete (= von Teer und Ruß durchtränkte) Flächen an alten Kaminen und Schornsteinen müssen vor dem Verputz nach Regeln der Technik abgesperrt werden.

Stark alkalische Untergründe wie frischer Beton (auch Porenbeton, Kalksandsteine) müssen fluatiert werden, wenn dunkel oder kräftig gefärbte Lehm-Designputze oder -Anstrichstoffe als Finish geplant sind.

Untergrundeignung und Auftragsdicke sind in jedem Fall anhand einer ausreichend großen Arbeitsprobe zu überprüfen.

Putzträger

Ein im Lehmputzbau häufig verwendeter Putzträger ist Rohrgewebe St70 (ClayTec 34.001). Bei flächiger Verarbeitung wird der ca. 1 mm dicke Basisdraht mit verzinkten Klammern von mind. 16 mm Länge angeklammert. Der Basisdraht muss dabei das Schilfrohr an den Untergrund pressen, er liegt also auf den Halmen.

Der Abstand der Klammern untereinander beträgt 5-7 cm. Aus Schilfrohrgewebe können auch „Rabitz“-Konstruktionen erstellt werden. Der Unterkonstruktionsabstand darf max. 20 cm betragen, das Gewebe wird mit einem zusätzlichen 1,2-1,6 mm starken verzinkten Draht angeklammert.



Offene Systeme (Mischer und Mörtelpumpe) sind für erdfeuchte Ware geeignet z.B. PFT MULTIMIX und ZP3.



Geschlossene Systeme (Gipsputzmaschinen) sind nur für trockene Ware geeignet. z.B. PFT G4.

Zweilagige Lehmputze sind nötig

- bei Untergründen mit Fehlstellen und anderen Vertiefungen.
- bei unregelmäßig saugenden Untergründen.
- wenn der Mörtel die nötige Putzdicke nicht in einer Lage erlaubt.
- wenn Bewehrungsgewebe eingearbeitet werden muss.

Einlagige Lehmputze sind möglich

- auf ebenen grob-griffigen Untergründen mit grobkörnigem Lehmörtel.
- auf ebenen fein-griffigen Untergründen mit feinkörnigem Lehmörtel.

Putzträger sind nötig

- auf glatten Untergründen.
- auf Holzbauteilen und -flächen.
- für eine vom Untergrund weitgehend unabhängige Putzhaftung.



Anklammerung des Rohrgewebes mit dem Basisdraht

Festigen

Der farblose Tiefengrund und Festiger (ClayTec 13.405 und 13.400) fixiert sandende Altputze und andere Untergründe. Er wird auch zur Vorbereitung von Verfließungen verwendet, siehe unten.



Tiefengrund und Festiger

Grundieren

Wenig griffige und/oder schwach saugende Untergründe werden mit einer Grundierung vorbereitet. Bei stark oder unterschiedlich saugenden Untergründen reduziert und egalisiert die Grundierung die Saugfähigkeit.

DIE ROTE Grundierung mit der Körnung 0-1,6 mm (ClayTec 13.435 und 13.430) dient der Vorbereitung für grobe Lehmputze.



Grundierung DIE ROTE

DIE GELBE Grundierung mit der Körnung 0-1 mm (ClayTec 13.425 und 13.420) dient der Vorbereitung für feine Lehmputze (Körnung < 1 mm) und YOSIMA Lehm-Designputz.



Grundierung DIE GELBE

Vornässen

Untergründe können zur Staubbindung und Verlängerung der Mörtelbearbeitbarkeit angefeuchtet werden. Das Vornässen erfolgt sparsam per Sprühnebel. Ein zu sattes Wässern führt zu Stauwasser in den Oberflächenporen. Dies behindert den Haftverbund und verzögert die Trocknung unnötig.

Mörtelaufbereitung und Putzauftrag, Putzmaschineneinsatz

Die Wasserzugabe bestimmt die Verarbeitungskonsistenz, sie liegt wie bei anderen Putzmörteln im plastischen bis breiigen Bereich. Der Mörtel darf nicht zu steif verarbeitet werden, da sonst die Untergrundhaftung ungenügend ist. Zu dünn aufbereiteter Mörtel enthält zu viel Anmachwasser, was beim Trocknen zu Schwindrissen führt. Die Produktblätter bzw. Sackbeschriftungen enthalten nähere Angaben zur Anmachwassermenge.

Für die händische Verarbeitung kann die Aufbereitung per Kelle, Motorquirl oder Freifallmischer erfolgen. Der Mörtel muss gut durchmischt werden. Eine zu lange und übertrieben intensive Aufbereitung kann jedoch zu Schwindrissen führen.

ClayTec-Lehmputzmörtel können händisch mit der Kelle angeworfen oder mit dem Glätter aufgezogen werden. Meistens werden sie mit Putzpumpen und Putzmaschinen verarbeitet. Erdfeuchte Ware wird mit Zwangsmischer plus Mörtelpumpe, trockene mit dem Durchlaufmischer (Gipsputzmaschine, geschlossenes System) verarbeitet. Bei der Verarbeitung mit der Gipsputzmaschine darf die Förderfähigkeit nicht durch eine zu dünnen Verarbeitungskonsistenz verbessert werden.

Unsere Internetseite www.claytec.de/de/fuer-profis/maschinentech hilft weiter beim Einsatz von Putzmaschinen. Dort sind die Ansprechpartner aller großen Putzmaschinenhersteller genannt, für jeden Hersteller wird eine **Putzmaschinenliste für ClayTec-Produkte** geführt. Zu Silo-Lieferung rufen Sie uns bitte an.

Nach dem Auftrag wird der Putz mit dem Glätter oder der Kartätsche abgezogen. Durch das kräftige Andrücken wird der Mörtel im plastischen Zustand verdichtet, insbesondere nach dem Anspritzen mit der Gipsputzmaschine. Dadurch wird die mögliche Schwindrissbildung reduziert und das feste Erhärten gefördert.

Bewehrungen

Eine spezielle Bewehrung für den Lehmputz ist Flachsgewebe (ClayTec 35.031, 35.034). Es vereinbart optimierte ökologische Eigenschaften mit verlässlicher Anwendungssicherheit und guten Verarbeitungseigenschaften. Auch Jute- (ClayTec 35.002) und Glasgewebe (ClayTec 35.010, 35.013) sind geeignet. Das Gewebe wird in jedem Fall auf den noch nassen Unterputz aufgelegt und sofort eingearbeitet. Bei Jute werden dazu Holz- oder Reibebretter, bei Flachs- und Glasgewebe auch Glätter oder ähnliche Werkzeuge benutzt.

Putzwerkzeug und Oberflächen

Das übliche Werkzeug des Stuckateurs ist auch für Lehmputze geeignet. Lehmputzoberflächen werden meist gerieben, dazu können Schwamm-, Filz-, Kunststoff- oder Holzbretter verwendet werden. Die Oberflächentextur hängt von der Mörtelkörnung und dem verwendeten Werkzeug ab. Großen Einfluss auf die Oberflächenstruktur hat der Zeitpunkt der Bearbeitung (Trockenheitsgrad). Je später gerieben wird, desto feiner die Oberfläche.

Lehmputzoberflächen können auch mit der Kelle geglättet werden. Ideal geeignetes Werkzeug zum Auftragen und Glätten sind die ClayTec-Japankellen.

Bei Auftrag und Oberflächenbearbeitung von dünnen Lehmputzen sind Heizungs- und Zugluft zu vermeiden. Die Flächen trocknen sonst partiell unterschiedlich schnell an, dies führt zu ungleichmäßigen Oberflächen.

Putzprofile und Kantenschutzschienen

Schienen werden wie üblich mit Gips-Ansetzbinder festgesetzt. Die Befestigungspunkte sollen etwas enger als üblicherweise bei Gipsputz gesetzt werden, im unteren Wandbereich (bis 1,0 m über OKFF) ca. alle 20 cm. Vielfach werden Lehmputzkanten und -kehlen gerundet ausgeführt. Dafür bieten wir Japanische Kanten- und Kehlenkellen in jeweils drei Radien an.

Trocknung

Die Trocknung von Lehmputzen hängt stark von der Auftragsdicke, der Untergrundsauhfähigkeit und den Baustellenbedingungen (Durchlüftung, Wetter, Bautrocknung) ab, da das gesamte Anmachwasser aus dem Material heraus trocknen muss. Die Bauzeit wird bei guter Trocknung nicht verlängert: Ein 1 cm starker Putzauftrag auf einem gut saugenden Untergrund kann bei günstigen Bedingungen nach ca. einer Woche weiterbehandelt werden. 2-3 mm starke Dünnlagenaufträge trocknen in ca. 24-48 Stunden. Bei der Trocknung und Erhärtung von Lehmörtel findet keine Abbindung statt, für die Wasser über längere Zeit im Gefüge zurückgehalten werden müsste. Lehmputze können deshalb besser als andere Putze maschinell getrocknet werden. Übertriebene Trocknung kann zu Schwindrisen führen.

Die **Hinweise zur richtigen Trocknung von Lehmputzen** auf den Seiten 9-10 informieren darüber, wie Trocknung funktioniert und welche Maschinen eingesetzt werden können. Auch die Anforderung der DIN 18550 zur Führung eines **Protokolls** für kritische Anwendungsfälle sind dort wiedergegeben.

Die schnelle Trocknung vermeidet Schimmelbildung. Das ist besonders zu beachten bei Oberflächen, die nicht weiter behandelt werden wie Lehm-Farbputz grob.

Beachten Sie auch den Text „Mikrobielle Aspekte im Lehmabau“ auf unserer Internetseite unter www.claytec.de/weitere_downloads/W_G168-Mikrobielle-Aspekte-im-Lehmabau.pdf.

Bewehrungsgewebe sind nötig

- bei Mischuntergründen.
- bei weichen Untergründen.
- wenn Flächen aus gestoßenen Platten armiert werden müssen.
- um Materialwechsel zu überbrücken.
- um thermische Spannungen aufzunehmen (Öfen, Wandflächenheizungen).
- um Kanten zu stabilisieren.



Japanische Lehmputzkelle



Japanische Kelle für Putzkehlen

Weiterbehandlung

Die einfach-braunen CLAYTEC Lehmputze sind aus farblich nur grob einheitlichem Grob- und feinstem Lehm produziert. Mineralische Ausblühungen (kreisförmige Verfärbungen) sind möglich. Nach Trocknung werden sie der Regel mit YOSIMA Lehm-Designputz oder einem CLAYFIX Lehm-Anstrich weiterbehandelt.

YOSIMA Lehm-Designputz wird in 2 mm Dicke aufgetragen. Die Produkte dieser Linie haben die Farben der reinen Roh-tone, sie sind nicht „gefärbt“ sondern pur. YOSIMA bietet 146 Farbtöne und 7 Oberflächenvarianten.

YOSIMA Lehm-Farbspachtel ist ein sehr glattes farbiges Finish auf Lehm-Oberputz fein, der mit der Grundierung DIE WEISSE vorzubehandeln ist. Die Auftragsdicke ist 0,1-0,2 mm. Auch hier sind die 146 Farbtöne verfügbar.

CLAYFIX Lehm-Anstrich beginnt mit der Grundierung DIE WEISSE (ClayTec 13.415, 13.410, 13.412). Sie ist auf Lehm und allen anderen Untergründen geeignet. Sie ist solider Anstrichgrund und verhindert u.a., dass der braune Lehm der Putzoberfläche helle Anstriche verfärbt. Die Bindung des CLAYFIX Lehm-Anstrichs beruht auf einer Kombination aus Ton und pflanzlichen Bindemitteln. Wir bieten ihn ohne Körnung, mit Fein- und mit Grobkorn an. Auch CLAYFIX Lehm-Anstrich ist in 146 Farbtönen verfügbar.

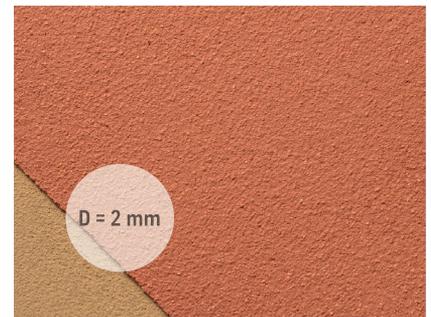
Nähere Informationen zur Anwendung von YOSIMA Lehm-Designputz und -Farbspachtel sowie CLAYFIX Lehm-Anstrich enthält das ClayTec Arbeitsblatt **Feine Oberflächen**.

CLAYTEC Lehmfarbe und Lehmstreichputz sind verarbeitungsfertige Anstrichstoffe, die auch mit der Rolle aufgetragen werden können. Der Anstrich ist frei von Lösungsmitteln und atmungsaktiv. Vorbereitende Grundierungen werden in der Regel nicht benötigt. Leicht unebene Flächen können mit CLAYTEC Lehmstreichputz egalisiert werden.

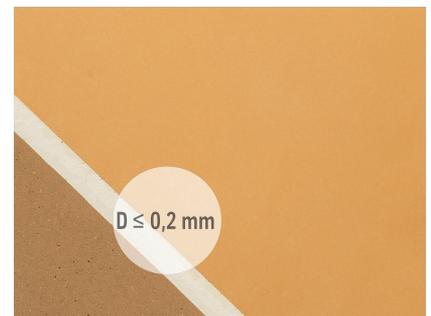
CLAYTEC Kalk-Dünnschichtputz fein ist ein feinkörniges Kalkfinish im Innenbereich. Es wird auf ClayTec Lehmputz insbesondere für Bauaufgaben der Denkmalpflege eingesetzt.

Sollen Lehmputze später einmal mit **Tapeten** versehen werden, so müssen sie ausreichend glatt sein. Raue Oberflächen müssen zunächst mit einer Glättlage überzogen werden, ggf. kann mit einer Makulatur-Tapete vorgeklebt werden. Wenn Putzflächen erneut tapeziert werden sollen, so muss bedacht werden, dass die Tapeten bei der Renovierung nur sehr vorsichtig abgelöst werden können.

Für **Fliesenbeläge** In Dusch- und Wannengebieten muss ein geeigneter Putz (z.B. Zementputz oder Kalkzementputz) oder eine fliesfähige (grüne) Gipskartonplatte verwendet werden. Auf anderen Flächen, die nur gelegentlich durch Spritzwasser beansprucht sind, können Fliesen auch auf den Lehmputz geklebt werden, z.B. wenn dies einfacher als der Wechsel des Putzmaterials ist. Die Fläche ist in diesem Fall zuvor mit Tiefengrund (ClayTec 13.405 und 13.400) zu behandeln. Das Material muss nach Möglichkeit tief in den Lehmputz eindringen, dies kann durch mehrere Aufträge nass in nass erzielt werden. Ähnlich wird verfahren, wenn Lehmputz als Untergrund für nur gelegentlich beanspruchte (kein Stauwasser!) Abdichtungen im Anschlussbereich zwischen Boden und Wand eingesetzt wird. Das Blatt „Belegung von Lehmputzen mit keramischen Fliesen“ ist in Zusammenarbeit mit der Firma SOPRO entstanden, dort sind geeignete Fliesenkleber zu finden, siehe www.claytec.de/Broschueren/sopro_verlegeempfehlung/Claytec_belegung_lehmputz.pdf.



YOSIMA Lehm-Designputz



YOSIMA Lehm-Farbspachtel



Grundierung DIE WEISSE



CLAYFIX Lehm-Anstrich

Trockenbau

Für den ökologischen Trocken- und Holzbau bietet CLAYTEC Lehmbaupatten und Holzfaserausbauplatten (HFA) an. Auch Gipskarton- oder Gipsfaserplatten können mit Lehmputz beschichtet werden.

Gipskartonbauplatten (GKB) mit Fugenrücksprung: Die Fugenbereiche sind fachgerecht zu spachteln und zu armieren, z. B. mit Kobau Elastic-Gewebe 10/10 („mit dem roten Faden“) oder Glasgitter Fugenband. Ein einfaches Fugenband aus Malervlies genügt nicht! Die Flächen sind dann nach Herstellervorschrift mit GKB-Tiefengrund vorzubehandeln. Nach dessen Trocknung erfolgt der sorgfältige und Fehlstellen-freie Auftrag der Grundierung DIE GELBE. Der folgende Putzaufbau ist dünnlagig, z.B. mit YOSIMA Lehm-Designputz.

Auf Holzfaserausbauplatten sind Dicklagenbeschichtung möglich. Die Flächen werden 3 mm dick mit Lehmklebe- und Armierungsmörtel überzogen. Er kann auch mit der Putzmaschine angespritzt werden, Ruhezeiten sind bei dieser Anwendung nicht notwendig. In die noch nasse Oberfläche wird Glasgewebe flächig eingearbeitet. Nach Trocknung wird YOSIMA Lehm-Designputz fachgerecht auftragen. Für das YOSIMA Lehm-Farbspachtelsystem oder das CLAYFIX Lehm-Anstrichsystem muss die Armierungslage sehr sorgfältig ausgeführt werden (= Schraublöcher und Vertiefungen vorab schließen und Stellen trocknen lassen). Es kann einfacher sein, die Armierungslage alternativ dünn mit Lehm-Oberputz fein vorzubereiten.

Dicklagenbeschichtung sind auf Holzfaserausbauplatten möglich. Die Flächen werden mit der Grundierung DIE ROTE vorbehandelt. Lehm-Unterputz Stroh, Lehmputz Mineral oder SanReMo wird in einer Lagendicke max. 8 mm auf Wandflächen und max. 5 mm auf Decken- oder Dachschrägenflächen aufgetragen. In die noch nasse Oberfläche wird Flachs- oder Glasgewebe flächig eingearbeitet. Trocknen lassen. Die Gesamtputzaufbaudicke von Wandputz ist max. 15 mm, von Decken- oder Dachschrägenputz max. 10 mm.

Gipskarton- oder Gipsfaserplatten werden nur ausnahmsweise mit Dicklagenbeschichtungen versehen, Fugenarmierung s.o. Dazu sind die Flächen mit einem Sperrgrund mit Quarzsandzusatz zu behandeln (z.B. KNAUF Aton), dann mit DIE ROTE zu grundieren. Danach wird eine Putzlage von max. 5 mm Dicke aufgetragen. Nach Trocknung ist eine zweite Lage von max. 5 mm Dicke möglich.

Für Wandflächenheizungen werden die Flächen von Holzfaserausbauplatten mit der Grundierung DIE ROTE oder mit einer Zahnspachtelung aus Lehmklebe- und Armierungsmörtel vorbereitet. Trocknen lassen. Dann erfolgt ein Vorspritz bis max. 8 mm mit einem der o.g. Lehmputzmörtel. Nach Trocknung des Vorspritzes folgt die zweite Lage, mit der bis zum Rohrscheitel der Wandheizung aufgefüllt wird. Der gesamte Unterputz muss mit Heizungsunterstützung getrocknet werden! Der weitere Aufbau ist unten beschrieben.

Wandflächenheizungen

Bei Wandflächenheizungen werden die auf der Wandfläche verlegten Heizrohre mit Lehm-mörtel eingeputzt. Das einige Zentimeter starke Putzpaket wird aufgeheizt und strahlt die Wärme in den Wohnraum ab. Für den Verputz haben sich folgende Arbeitsschritte bewährt:

- Die Wandheizung muss vor dem Verputzen mit dem vorgeschriebenen Prüfdruck abgedrückt werden. Beim Verputzen soll die Anlage unter Betriebsdruck stehen
- Unterputz ein- oder zweilagig bei kalter Heizung auftragen, über die Rohre abziehen.
- Nachdem die erste Unterputzlage weitgehend getrocknet ist (**schnelle Trocknung organisieren und überwachen!**) weitere Lage mit 5-10 mm Dicke bei kalter Heizung aufbringen.
- In die nasse Oberfläche der zweiten Unterputzlage Bewehrungsgewebe einbetten. Das Gewebe ist an den Stößen ausreichend zu überlappen und mindestens 25 cm über die Ränder der Heizfläche hinweg auf den nicht beheizten Bereich zu führen.
- Zweite Unterputzlage trocknen lassen.
- Finishlage aufbringen.



Lehm-Dünnlagen Beschichtung beim BV UN-Campus, Bonn



Der Unterputz wird über die Rohrscheitel abgezogen



Fachwerkrestaurierung und Denkmalpflege

ClayTec Lehmputze werden sehr häufig auf bestehenden Untergründen aus Strohlehm oder Lehmputzen in historischen Gebäuden angewendet. Arbeitsschritte: Zunächst werden alle losen Bestandteile entfernt, meist auch frühere Ausbesserungen aus fremdem Material. Die Fehlstellen werden nach Anrässen mit Lehmörtel beigeputzt. Holzbalken müssen mit einem Putzträger versehen werden. Die Balkenfläche braucht nicht zuvor mit einer Folie oder Pappe abgedeckt zu werden. Als Putzträger ist Rohrgewebe St70 (ClayTec 34.001) geeignet. Es wird in knapp balkenbreite Streifen geschnitten und auf das Holz geklammert. (Beim stroharmierten Lehm-Unterputz kann der Putzträger verzichtbar sein, sofern die Balken < 8 cm breit sind und keine Putzfläche begrenzen.) Das Schilfrohr dient lediglich der Putzhaftung: Der Materialübergang zwischen Holz und Altputz ist in der Regel und insbesondere bei der Verwendung faserfreier Mörtel zu bewehren. Das Bewehrungsgewebe wird in die nasse Oberfläche des Unterputzes eingearbeitet, ggf. ganzflächig. Vor Beginn aller Putzarbeiten werden die alten Lehmuntergründe mit einem weichen Besen abgekehrt. Danach wird die Fläche angehässelt, um den Staub auf der Oberfläche zu binden.



Rohrgewebe St70 auf Holzbalken einer Fachwerkwand

Zur Vorbereitung von alten Lehmputzen wird eine dünne Lage aus nicht zu steifem grobem Lehmputzmörtel in die Altputzfläche eingearbeitet (engerieben). Dies dient der Verbesserung des Verbundes und der Minimierung von Spannungen. Unverzichtbar ist diese Vorbereitung, wenn Lehm-Oberputz fein direkt auf alte Lehmputze aufgetragen wird, wie dies z. B. auf gut intakten homogenen Altputzen möglich sein kann. Auf alten Lehmuntergründen wird meist zweilagig verputzt, fast immer müssen Balken und Installationsschlitze überdeckt, Unebenheiten ausgeglichen oder Materialwechsel armiert werden. Oft muss vor dem Auftrag der eigentlichen Unterputzschicht eine oder mehrere Auffütterungslagen aufgebracht werden, sie müssen vor dem nächsten Auftrag trocknen. Nach dem Unterputz erfolgt die Weiterbehandlung wie oben beschrieben.

Ein weiteres Anwendungsgebiet der Denkmalpflege sind Decken mit umputzten Balken. Plastische Lehmputze haften gut. Mit Stroh gemischt wurden sie in früheren Zeiten immer dann eingesetzt, wenn sehr dick aufgetragen oder „über Kopf“ gearbeitet werden musste. Der Balkenverputz wurde parallel und scharfkantig angelegt, Fehlstellen wurden mit dicken Lehmputz- oder Strohlehmputz ausgeglichen. Das Finish bildete früher meist ein dünner Kalkverputz.



Decke mit umputzten Balken, ausgerundeten Kehlen und Stuckprofilen

Bei der im Rheinland verbreiteten „Kölner Decke“ wird der Übergang zwischen Balken und Wandfläche oder Unterzug mit einem Paket aus plastischem Lehm ausgerundet. Der Radius der Rundung beträgt üblicherweise 10-15 cm. Bei Reparaturen und Neuerstellungen kann die scharfkantige Form leicht mit Schilfrohrgewebe, das über Balken und Deckenfelder abgewickelt wird, vorgegeben werden. Der Verputz erfolgt dann mit Hilfe von unter die Balken geschraubten Brett-Lehren. Zunächst werden die Balkenflanken verputzt. Ist der Putz in diesen ausreichend getrocknet, können die Balkenuntersichten und Deckenfelder verputzt werden. Ggf. notwendige Bewehrungsgewebe werden in eine zusätzliche Lage Lehm-Oberputz fein eingearbeitet. Ebenso wie Deckenbalken werden auch Unterzüge oder vertikale Pfosten umputzt. Die Decklage wird in der Regel als Lehmputz ausgeführt, z. B. als weißer YOSIMA Lehm-Designputz. Der Verputz mit CLAYTEC Kalk-Dünnschichtputz fein ist ebenfalls möglich.

Bitte beachten:

Die Angaben der Arbeitsblätter entsprechen langjährigen Erfahrungen bei der Ausführung von Lehmputzarbeiten und der Anwendung unserer Produkte. Eine Rechtsverbindlichkeit kann daraus nicht abgeleitet werden. Vorausgesetzt werden ausreichende handwerkliche Erfahrung und die notwendigen Kenntnisse aus den entsprechenden Baugewerken. Es gilt die jeweils neueste, aktuelle Version des Arbeitsblattes, diese ist bei Bedarf z. B. unter www.claytec.de erhältlich. Kopie und Veröffentlichung sind auch in Auszügen nicht gestattet. Copyright ClayTec GmbH & Co. KG.

ClayTec GmbH & Co. KG

Nettetaler Straße 113
41751 Viersen-Boisheim

Telefon: +49 (0)2153 918-0
Telefax: +49 (0)2153 918-18

E-Mail: service@claytec.com
www.claytec.de

Vertrieb in Österreich:
ClayTec Lehmstoffe GmbH

Stranach 6
9842 Mörttschach

Telefon: +43 (0) 676 430 45 94

E-Mail: info@claytec.at
www.claytec.at

Lehmputze

sind seit vielen Jahren als baubiologisch besonders empfehlenswerte Wandbeschichtungen anerkannt. Da eine schnelle Trocknung ohne Schimmelercheinungen erwünscht ist, muss nach dem Auftrag für gute Belüftung gesorgt werden. Der folgende Text erklärt die Mechanismen der Trocknung und gibt Hinweise zur Durchführung. Diese Hinweise sind auch für andere Baustoffe nützlich, die keine fungiziden Bestandteile beinhalten, jedoch nass eingebaut werden oder während der Bauzeit hohen Luftfeuchten ausgesetzt sind.

Wie funktioniert Trocknung?

Der Trocknungsvorgang basiert auf dem Ausgleichsstreben zwischen feuchter und trockener Luft. In der Nähe der Grenzflächen nasser Materialien ist die Luft mit Wasserdampfmolekülen gesättigt oder angereichert, weiter entfernt nimmt die Konzentration ab. Die dicht gelagerten Moleküle verteilen sich in weniger belegte entferntere Bereiche, mechanische Luftbewegungen unterstützen diesen Vorgang.

Was ist die „Relative Luftfeuchte“?

Die Luftfeuchte wird als Prozentwert angegeben. 100% entspricht dabei der Grenze der Aufnahmefähigkeit, der Sättigung. Warme Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen als kalte. Zur Wasserdampfsättigung sind beispielsweise für 0 °C kalte Luft 4,85 g/m³ Wasser nötig, für 20 °C warme Luft sind es 17,30 g/m³. Das entspricht einem Faktor von ca. 3,5! (Siehe Tabelle 1 auf Seite 10.)

Feuchteaufnahme-fähigkeit der Außenluft

Wird trockene Außenluft an feuchte Flächen herangeführt, so nimmt sie Wasserdampfmoleküle auf. Je trockener die Luft ist, umso mehr Wasser kann sie aufnehmen. Der Temperatur- und Luftfeuchtegehalt der Außenluft unterscheidet sich jahreszeitlich und regional.

Die warme Sommerluft kann grundsätzlich größere Wassermengen aufnehmen als die kalte Winterluft. So beträgt die theoretische Aufnahmefähigkeit der Luft bis zur Sättigung in Köln im Januar nur 1,0 g/m³, im Juli dagegen 4,5 g/m³. (Siehe Tabelle 2 auf Seite 10.)

Ganz anders wird die Situation, wenn die kalte und absolut gesehen trockene Winterluft auf der Baustelle aufgeheizt wird. Bei einer Baustellentemperatur von 15 °C beträgt die Differenz zwischen dem Wassergehalt der Januar-Außenluft in Köln und der gesättigten Innenluft 8,2 g/m³. Dies ist die Menge, die dann über die Lüftung abgeführt werden kann.

Im Sommer ist dagegen sogar eine Aufwechtlung der Baustelle bei Außenlufteinströmung möglich, beispielsweise wenn schwül-warme Gewitterluft an Bauteiloberflächen abkühlt, die aufgrund der Wasserverdunstung kalt sind. Gleichzeitig herrschen bezüglich der Temperatur beste Wachstumsbedingungen für Schimmelpilze. Im Spätsommer ist deshalb besondere Aufmerksamkeit geboten

Bei einer ungeheizten Baustelle im Winter sowie im Spätsommer sind große Luftmengen für die Trocknung nötig. Eine geheizte Winterbaustelle ist dagegen leicht zu trocknen.

Luftwechselrate und nötige Luftmengen

Auf frisch verputzten Lehmputzbaustellen muss Durchzug gewährleistet sein, das heißt alle Fenster und Türen müssen rund um die Uhr geöffnet bleiben. Besonders effektiv sind Öffnungen in gegenüberliegenden Außenwänden. Die Luftwechselrate (= Faktor für den Austausch des gesamten Luftvolumens pro Stunde) kann bei geöffneten Fenstern mit 4 oder größer angenommen werden. Sind Fenster und Türen geschlossen, so ist die Luftwechselrate 0,8 oder kleiner. Das Luftstromvolumen reduziert sich in diesem Fall auf 1/5 oder weniger der Menge, die bei geöffneten Fenstern wirksam wäre.

Zur Trocknung feuchter Putzflächen sind generell recht große Luftmengen nötig, wie ein Beispiel zeigt: 1 m³ Lehmputz (2 cm Dicke, 50 m² Fläche) enthält gut 200 l Anmachwasser. Es müssen also, vereinfacht angenommen, 200.000 g Wasser durch die Lüftung abgetrocknet werden. Im Monat Mai kann die Raumluft maximal 3,5 g Wasser pro m³ aufnehmen (Fall Köln). Bei geöffneten Fenstern und 60 m³ Raumluftvolumen können 20.160 g Wasser in 24 Stunden herausgelüftet werden, bis zur vollständigen Trocknung vergehen demnach bei geöffneten n Fenstern knapp 10 Tage. Bei einer Luftwechselrate von 0,8 wären es 50 Tage!

Maschinell unterstützte Trocknung

Bei der Gebläsetrocknung wird der natürliche Luftwechsel unterstützt. Das Gebläse ist so zu plazieren, dass Zu- und Abluft gewährleistet ist. Der Volumenstrom muss das Gebäude verlassen. Umluftbewegungen verteilen die Luft zwar gut, sind aber davon abgesehen nicht effektiv. Einfache und kostengünstige Mietgeräte können einen Volumenstrom von einigen 100 m³ bis zu 1.000 m³ und mehr pro Stunde erzeugen. Als Heizluftgebläse können sie zusätzlich die Aufnahmefähigkeit der Luft um Größenordnungen steigern. Die Luft muss möglichst ungehindert an allen feuchten Bauteiloberflächen vorbei streichen können. Zu bedenken ist ggf. die erhebliche Verteilung von Baustellstäuben, diese können Sporen und Nährstoffe enthalten.

Kondensations- oder Kältetrocknung funktioniert nach dem Wärmepumpenprinzip. Das Wasser kondensiert an den Kühlflächen eines Kältekompressors. Kondensationstrockner arbeiten im Umluftbetrieb, Fenster und Türen müssen deshalb geschlossen bleiben. Die Wasserbehälter sind zu entleeren. Die Trocknungsleistung eines Gerätes kann bei mehreren 10-30 l Wasser pro 24 Std. liegen. Die Trocknung ist gleichmäßig und schonend. Bei Temperaturen unterhalb 15 °C sollten Sorptionstrockner eingesetzt werden.

Die maschinelle Bautrocknung ist einfach durchführbar und sehr leistungsfähig. Dies darf jedoch nicht zu Übertreibungen verführen. Zu schnell trocknende Putze bauen Spannungen auf, die aus der Schwindung der trockenen Oberflächen im Vergleich zu den noch feuchten tiefer liegenden Schichten resultieren. Je dicker der Auftrag, desto größer ist die Gefährdung. Im Extremfall entstehen massive Schwindrisse, die zu Aufschüsselungen bis hin zum Verlust der Putzhaftung führen können.

Andere Feuchtequellen

Zusätzliche Feuchte beispielsweise aus nass eingebrachten Gipsputzen und Estrichen kann die Trockenlast vervielfachen. Auch Trockenbaustoffe oder bereits getrocknete Flächen können dann erneut in einen kritischen Feuchtezustand geraten. Manchmal gibt es jedoch Interessenskonflikte, beispielsweise wenn ein nass eingebauter Estrich in der ersten Woche ohne Durchzug trocknen soll. Deren Lösung muss in die Koordination der Baustellenabläufe einbezogen werden. Schlechte und zu langsame Trocknung ist keine Lösung!

Trocknungsprotokoll

In der Putz-Anwendungsnorm DIN 18550-2 (6-2015) „Putz und Putzsysteme-Ausführung (Innenputz)“ sowie im Technischen Merkblatt TM 01 (6-2014) „Anforderungen an Lehmputz als Bauteil“ des Dachverband Lehm e.V. (DVL) wird die Überwachung der Einhaltung ausreichender Trocknungsbedingungen bei kritischen Anwendungsfällen gefordert. Zweck ist es, temporäre Schimmelercheinung auf den feuchten Oberflächen zu verhindern oder zu minimieren. Die Überwachung ist in einem Trocknungsprotokoll nachvollziehbar zu dokumentieren. (Siehe Kopiervorlage auf Seite 10.)

Anwendung

Ein Trocknungsprotokoll sollte insbesondere geführt werden wenn:

- Schichtdicken von mehr als 1,5 cm trocknen müssen
- Putz auf schlecht saugenden Untergründe (z.B. Beton) aufgebracht wurde
- Baustellen hohe Luftfeuchte aufweisen (z.B. nach Estricheinbau)

Bei allen mehr als dünnlagigen Aufträgen (> 3 mm Dicke) ist die Führung des Trocknungsprotokolls empfohlen.

Trocknungsmaßnahmen

Trocknungsmaßnahmen sind natürliche Be- und Entlüftung (Durchzug) oder maschinelle Bautrocknung. Die Maßnahmen sind von den am Bau Beteiligten abzustimmen und im Protokoll zu beschreiben (z.B. „8 Fenster ununterbrochen geöffnet, 2 Türen 10 Std. pro Tag geöffnet“ oder „Ununterbrochener Einsatz von 2 Kondensationstrocknern, Fenster und Türen geschlossen“). Die Maßnahmen sind so zu wählen, dass alle verputzten Flächen möglichst gleichmäßig erfasst werden. Vorsicht: Ein massiver Einsatz von maschineller Bautrocknung (Trocknungsgeräten) kann Spannungsrisse im Putz verursachen!

Verantwortlicher Protokollführer

Das Trocknungsprotokoll soll von einer Person mit ausreichender Sachkenntnis und Fachkunde geführt werden. Dies kann der bauüberwachende Architekt, der ausführen- de Lehmputz-Handwerker, der Bauherr oder eine andere geeignete Person sein.

Protokollführung

Die Baustelle und damit die Trocknung soll in regelmäßigen, abzustimmenden Zeitabständen von max. 48 Stunden kontrolliert werden. Dabei werden die Einhaltung der Trocknungsmaßnahmen sowie der Trocknungsfortschritt (z.B. „Zügige Trocknung, erste helle Stellen“) dokumentiert.

Bei Abweichung von den abgestimmten Trocknungsmaßnahmen müssen die Beteiligten unverzüglich informiert werden, damit Abhilfe geschaffen werden kann.

Vergütung

Die Vergütung der Protokollführung ist abzustimmen.

Tabelle 1: Wassergehalt der Luft pro m³ in Abhängigkeit von relativer Luftfeuchte und Temperatur

	-10 °C	-5 °C	0 °C	+5 °C	+10 °C	+15 °C	+20 °C	+25 °C	+30 °C
100 %	2,14 g	3,23 g	4,85 g	6,79 g	9,39 g	12,80 g	17,30 g	23,00 g	30,40 g
80 %	1,71 g	2,58 g	3,88 g	5,43 g	7,51 g	10,24 g	13,84 g	18,40 g	24,32 g
50 %	1,07 g	1,62 g	2,43 g	3,40 g	4,70 g	6,40 g	8,65 g	11,50 g	15,20 g

Tabelle 2: Beispiel der durchschnittlichen Monatstemperaturen und relativen Luftfeuchten für einen Standort (Köln)

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
+1,8 °C	+2,5 °C	+5,3 °C	+8,8 °C	+13,3 °C	+16,4 °C	+18,0 °C	+17,5 °C	+14,3 °C	+10,4 °C	+5,7 °C	+2,9 °C
82 %	78 %	75 %	70 %	69 %	70 %	71 %	73 %	78 %	80 %	82 %	83 %

Trocknungsprotokoll

BV

Zeitabstand Kontrolle	Protokollführer	Abgesprochene Trocknungsmaßnahmen

Datum / Uhrzeit	Einhaltung der Trocknungsmaßnahmen	Trocknungsfortschritt

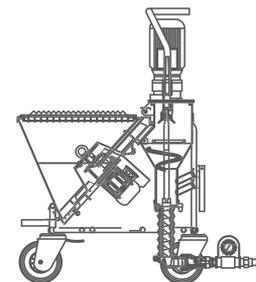
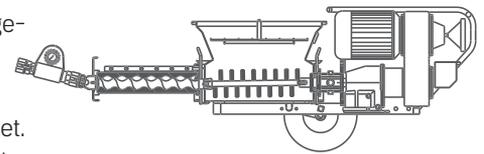
Arbeiten mit der Putzmaschine

ClayTec-Lehmputzmörtel sind entweder erdfeucht-rieselfähig oder trocken. Sie können von Hand mit der Kelle oder mit Quirlen, Rührwerken und Freifall-Mischern (Zementmischern) aufbereitet werden. Sie werden mit Kellen angeworfen oder mit Glättern aufgezogen.

Professionell werden Lehmputzmörtel meist mit Putzmaschinen verarbeitet. Dabei wird das Mischgut maschinell angerührt, mit einer rotierenden Schnecke durch einen Transportschlauch gedrückt und an dessen Ende mit Druckluft auf den Putzgrund gespritzt.

Erdfeuchte Lehmputzmörtel werden chargenweise gemischt und mit robusten Mörtelpumpen bis zur Putzfläche transportiert („Offene Systeme“).

Trockene Lehmputzmörtel können auch mit den verbreiteten Gipsputzmaschinen verarbeitet werden. Hier treibt der in einer geschlossenen Kammer rotierende Mischquirl auch die Transportschnecke an („Geschlossene Systeme“).
Detaillierte Information bietet unsere Webseite www.claytec.de/de/fuer-profis/maschinentchnik.



Wandheizung

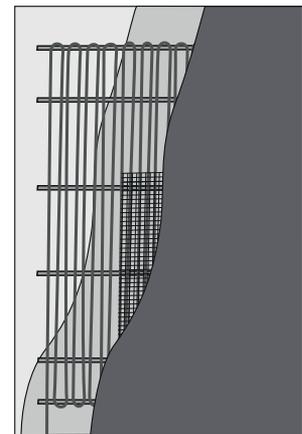
ClayTec-Lehmputzmörtel werden oft zum Einputzen von Wandflächenheizungen eingesetzt. Dabei werden wasserführende Rohre mit Lehmputz umhüllt. Das Putzpaket wird aufgeheizt und strahlt die Wärme in den Raum ab. Heizkörper sind also nicht notwendig.

Durch den hohen Anteil an Strahlungswärme wird diese Art der Heizung als besonders angenehm empfunden. Wandflächenheizungen helfen auch Energie sparen, eine Faustregel besagt: 17° werden bei hohem Strahlungsanteil wie 21° bei lediglich warmer Luft empfunden.

Die Heizung ist ideal für die Nutzung regenerativer Energien. Im Sommer können die Systeme zur Raumkühlung eingesetzt werden.

Am Markt werden zahlreiche Systeme angeboten. Sie unterscheiden sich durch das Rohrmaterial, die abgegebene Wärmemenge und die Rohrdurchmesser. Bei wasserführenden Systemen sind 8-18 mm gebräuchlich. Systeme mit elektrischem Strom sind besonders dünn.

Detaillierte Information zu den unterschiedlichen Anbietern finden Sie auf unserer Webseite www.claytec.de/de/fuer-profis/flaechenheizung.



ClayTec GmbH & Co. KG

Nettetaler Straße 113
41751 Viersen-Boisheim

Telefon: +49 (0)2153 918-0
Telefax: +49 (0)2153 918-18

E-Mail: service@claytec.com
www.claytec.de

**Vertrieb in Österreich:
ClayTec Lehmbaumstoffe GmbH**

Stranach 6
9842 Mörttschach

Telefon: +43 (0) 676 430 45 94

E-Mail: info@claytec.at
www.claytec.at