

Umwelt-Produktdeklaration

ClayTec Lehmputzmörtel nach DIN 18947

Kurzfassung des verifizierten und beglaubigten Hintergrundberichts zur Deklarationsnummer: UPD_LPM_CLAY 2023006_PKRÜ5-DE nach DIN ISO 14025 und DIN EN 15804 mehr unter claytec.link/UPD_Lehmputzmoertel

Deklarationsinhaber: Claytec GmbH & Co. KG, Nettetalter 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

Lehm ist ...

**CO₂-Speicher,
energiearm,
verfügbar,
gesund,
historisch,
vielfältig,
zirkulär,
Zirkularitäts-Enabler**



1. Allgemeine Angaben

Programmbetreiber

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

Deklarationsnummer

UPD_LPM_CLAY2023006_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

Deklarationsinhaber

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

Deklariertes Bauprodukt/Deklarierte Einheit

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

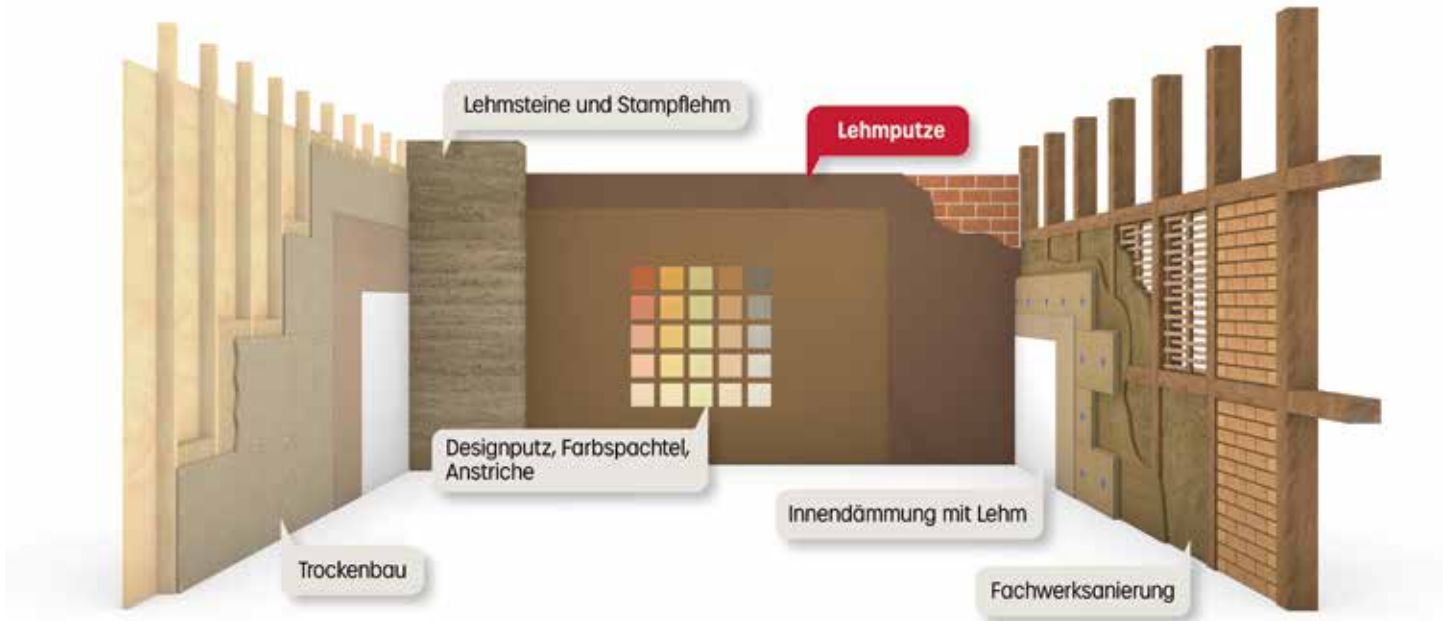
- **Lehmunterputz mit Stroh**
LPM 01, Erdfeuchtverfahren
- **Lehmoberputz grob mit Stroh**
LPM 02, Erdfeuchtverfahren
- **Mineral 20**
LPM 03, Erdfeuchtverfahren
- **Lehmdämmputz leicht**
LPM 04, Erdfeuchtverfahren
- **Lehmunterputz mit Stroh**
LPM 05, Nachrocknungsverfahren
- **Lehmoberputz grob mit Stroh**
LPM 06, Nachrocknungsverfahren
- **Lehmunterputz mit Stroh**
LPM 07, Trockendosierverfahren
- **Lehmoberputz grob mit Stroh**
LPM 08, Trockendosierverfahren
- **Mineral 20**
LPM 09, Trockendosierverfahren
- **Lehmoberputz Fein 06**
LPM 10, Trockendosierverfahren
- **Sanierungs- und Reparaturmörtel SanReMo**
LPM 11, 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 die dieser UPD zugrunde liegenden Herstellerinformationen ist ausgeschlossen.

Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten von Lehmbaustoffen



2. Angaben zum Produkt

2.1 Beschreibung des Unternehmens

ClayTec GmbH & Co. KG produziert Lehmbaustoffe, deren Qualität und Anwendungstechnik auf einer mehr als 40-jährigen Erfahrung auf diesem besonderen Gebiet beruhen.

2.2 Produktbeschreibung/Produktdefinition

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 werden und anschließend eine Trocknungsanlage durchlaufen (Nachtroknungsverfahren)
- getrocknete LPM, die mit vorgetrockneten Ausgangsstoffen dosiert und gemischt werden (Trockendosierverfahren)

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

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

2.3 Anwendung

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 Lehdünnlagenbeschichtungen (LDB) sowie im witterungsgeschützten Außenbereich, hier ggf. auch als Unterputz für witterungsbeständigen Oberputz.

2.4 Technische Daten

Die in der Tabelle 1 deklarierten LPM werden nach DIN 18947 geprüft.

Tabelle 1: Bautechnische Eigenschaften der deklarierten LPM

Eigenschaft / Prüfung n. DIN 18947	LPM 01 – 04 Erdfeuchtverfahren	LPM 05 – 06 Nachtroknungsverfahren	LPM 07 – 11 Trockendosierverfahren	Einheit
Rohdichteklassen	1,8 – 2,0 1,0 (LPM 04)	1,8	1,6 – 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 1,0 (LPM 04)	1,5 – 2,0	1,5 – 2,04	N/mm ²
Haftfestigkeit	0,1 – 0,2	0,10 – 0,15	0,10 – 0,15	N/mm ²
Wärmeleitfähigkeit	0,91 – 1,1 0,19 (LPM 04)	0,91	0,73 – 1,10	W/mK
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	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	–

2.5 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 sind bei sachgemäßer Lagerung unbegrenzt lagerfähig.

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

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

2.6 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Für die Auswahl der Ausgangsstoffe / Vorprodukte gelten die PKR LPM. Tab. 2 zeigt die Zusammensetzung der Ausgangsstoffe der deklarierten LPM.

Tabelle 2: 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

Baulehm gemäß LR DVL ist zur Herstellung von Lehmbauprodukten geeigneter Lehm, bestehend aus einem Gemisch aus schluffigen, sandigen bis kiesigen Gesteinskörnungen und bindekräftigen Tonmineralien.

Baulehm wird unterschieden nach Grubenlehm, Trockenlehm und Recyclinglehm.

Grubenlehm wird erdfeucht dem geologisch „gewachsenen“ Boden entnommen und ist natürlicher Primärrohstoff mit unterschiedlicher granulometrischer sowie schwankender mineralogischer Zusammensetzung (SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaCO₃). 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 an und kann als Sekundärrohstoff weiterverwertet werden. Er verliert dann seine Abfalleigenschaft.

Trockenlehm ist getrockneter, ggf. gemahlener Grubenlehm. Trockenlehm sowie getrocknete Gesteinskörnungen enthalten „graue“ Wärmeenergie aus Vorprozessen, die nach Art und Menge erfasst werden.

Recyclinglehm ist aus Abbruchbauteilen rückgewonnener Lehmabbaustoff. 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:

- Primärrecyclinglehm wird zielgerichtet als Lehmabbaustoff wiederverwertet.
- Sekundärrecyclinglehm wird für Anwendungen außerhalb des Lehmbaus weiterverwertet

Mineralische Zusatzstoffe / natürlich

natürliche Sandkörnungen (DIN EN 12620 / DIN EN 13139) mit dem Hauptmineral Quarz sowie natürlichen Neben- und Spurenmineralien, Bims und Lavabrushstein. Sie beeinflussen die bauphysikalischen (Trockenrohdichte, 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 (Trockenrohdichte, 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.

Alle in dieser UPD deklarierten LPM basieren auf Sekundärgrubenlehm, der als Bodenabfall bei der Kiesgewinnung anfällt und mit der Wiederverwendung als Ausgangsstoff seine Abfalleigenschaft verliert. Alle mineralischen Rohstoffe sind in ihrer Verfügbarkeit als „geologisch gewachsene“ Naturstoffe generell begrenzt. Die Weiterverwertung von lehmhaltigem Bodenaushub als Sekundärgrubenlehm für die Herstellung von Lehmabbaustoffen spart Deponieraum und verlängert die Verfügbarkeit von Primärrohstoffen.

Ein bisher kaum erschlossenes Rohstoffpotenzial für die Herstellung von Lehmabbaustoffen ist die sortenreine Rückgewinnung von LPM oder von mineralischen Komponenten in LPM aus Abbruchbauteilen / Baumischabfall als Primär- bzw. Sekundärrecyclinglehm. 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.

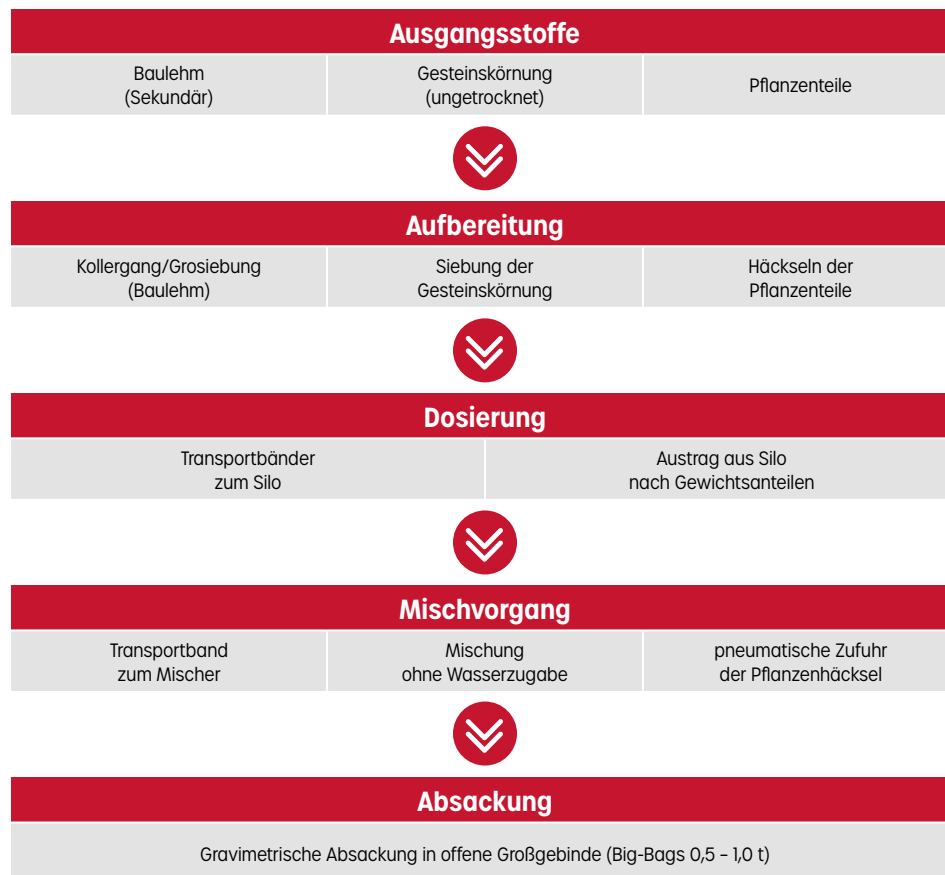
2.7 Herstellung

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.

Produktionsschema Erdfeuchteverfahren für LPM 01 - 04



Nachtrocknungsverfahren

Erdfeuchte LPM, die als Fertigmischung nach dem Erdfeuchtverfahren (Bild 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. Das Nachtrocknungsverfahren mit Hilfe eines Trommeltrockners schließt unmittelbar an das Erdfeuchtverfahren unter Auslassung der Absackung in Großgebinde an:

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.

Trockendosierverfahren

Die nach dem Trockendosierverfahren hergestellten LPM 07 – 11 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 Großgebinden, 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.

Produktionsschema Trockendosierung für LPM 07 – 11



2.8 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

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.

Wasser / Boden

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

Luft

Staubemissionen von pflanzlichen oder mineralischen Zusatzstoffen während des Produktionsprozesses werden durch Filter begrenzt. Ausgefilterte Zusatzstoffe werden wieder verwendet.

Lärm

Die geforderten Grenzwerte werden eingehalten.

Gesundheit

Die Grenzwerte und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften werden eingehalten.

2.9 Produktverarbeitung/Installation

Verarbeitungsempfehlungen

Die deklarierten LPM sind Lehmwerkmörtel für die Herstellung von Putzen. Sie werden i. d. R. maschinell mit üblicher Mischtechnik (Freifall- oder Zwangsmischer) aufbereitet. Kleinere Mengen werden mit einem Rührgerät oder manuell gemischt.

LPM werden auf größere Flächen mit einer Putzmaschine, auf kleinere Flächen auch manuell aufgetragen, insbesondere Lehmoberputz.

LPM müssen nach dem Auftrag schnell austrocknen können, bevorzugt durch natürliche Lüftung. In ungünstigen Fällen ist eine künstliche Trocknung sinnvoll. Eine Überwachung mittels Trocknungsprotokoll nach TM 01 DVL und Datenblätter wird empfohlen.

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.

Restmaterial

LPM werden abfallfrei verarbeitet, indem frischer oder erhärteter Mörtel der Wiederverwertung zugeführt wird. Reste von LPM dürfen nicht über die Kanalisation entsorgt werden (Verstopfung).

2.10 Verpackung

Die verwendeten Großgebilde aus Kunststoffgewebe (PP) und Kraftpapiersäcke ohne Kunststoffinlett 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.

2.11 Nutzungszustand

Für die Herstellung der deklarierten LPM werden ausschließlich die natürlichen Ausgangsstoffe verwendet. Diese Ausgangsstoffe sind im Nutzungszustand durch die Tonminerale des Baulehms als feste Stoffe im Bauteil gebunden. Dieser Verbund bleibt nach Erhärtung an der Luft wasserlöslich.

2.12 Umwelt und Gesundheit während der Nutzung

LPM emittieren keine umwelt- oder gesundheitsgefährdenden flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, TVOC). Der Nachweis erfolgt nach DIN EN ISO 16000-9. Die Kriterien nach natureplus RL 0803 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 Tonminerale 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. Die deklarierten LPM erfüllen die Prüfkriterien nach der ausgewiesenen Wasserdampfsorptionsklasse 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.

2.13 Referenz-Nutzungsdauer

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.

Die Anwendung der LPM ist 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.

2.14 Außergewöhnliche Einwirkungen

Brand

Die Baustoffklasse von Lehmwerkmörteln wird durch Prüfung nach DIN 4102-1 bzw. DIN EN 13501-1 bestimmt. 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.

Hochwasser

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

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.

2.15 Nachnutzungsphase

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 Klebkraft des alten Lehmputzes vor Auftrag des neuen LPM reaktivieren.

LPM können in einfacher Weise sortenrein zurückgebaut werden. Bewehrungsgewebe sind manuell leicht abziehbar und erleichtern die Rückgewinnung des LPM. 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.

Bei einer Wiederverwertung als (Primär-)Recyclinglehm 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 Lehm-Baustoffe wiederverwertet werden.

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.

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

2.16 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). Sie stellen keine außergewöhnlichen Belastungen für die Umwelt dar und können als Bauabfall deklariert werden.

2.17 Weitere Informationen

Die Produkt-Erstprüfung nach DIN 18942-100 sowie Wasserdampfsorptionsklassen nach DIN 18947, Tab. A.1 liegen dem Programmbetreiber vor.

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

3. LCA: Rechenregeln

3.1 Deklarierte 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. 3.1

3.2 Systemgrenze

Nach DIN EN 15804 entspricht diese Deklaration der EPD-Art „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Das sind die Module A1- A3, C1-C3 und D. Gemäß PKR LPM bleiben Transporte zu Baustellen (Modul A4) und vom Gebäudeabbruch (Modul C2) unberücksichtigt. IM A5 Einbau und B1 - B 6 zur Nutzungsphase haben keine quantifizierbaren umweltrelevanten Auswirkungen, werden daher als „Modul beschrieben (MB)“ bezeichnet.

3.3 Abschätzungen und Annahmen

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

Grubenlehm

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). 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.

Pflanzenanteile

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. 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. 3.4 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 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

Sie 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

Die 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. 3.4 Anwendung.

Abbruch/Abriss (C1)

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. Für den Fall eines maschinellen Mauerwerksabbruchs wird für die nachfolgende Modellrechnung auf die Leistungsdaten eines branchentypischen Abrissbaggers für LSM mit einem Dieserverbrauch 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 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 erdfechter 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.

3.4 Abschneideregeln

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.

3.5 Hintergrunddaten und Datenqualität

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

Zur Modellierung der Umweltwirkungen wurden die in der Tabelle aufgeführten Hintergrunddatensätze, Studien, UPD und weitere Fachliteratur herangezogen.

Übersicht Datengrundlagen

Nr.	Daten	Hintergrunddatensätze / Vergleichsdaten
1	Trockenlehm	EMAS Herstellerdaten [17]; verifiziert nach UEA proBAS Gesteinsmehl 2004 [20] und ÖKOBAUDAT 1.201 (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 Strohbällen [18]
6	Cellulose	Arbocel 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]

3.6 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 Lehmstoffe proportional auf die Masseanteile der deklarierten Produkte aufgeteilt (massebezogene Allokation).

4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

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 trockenen 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 trockenen 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).

Wiederverwendung von Abbruchmaterial für LPM im Erdfeuchteverfahren

LPM nach DIN 18947 – IM 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.
Entsorgungsstadium	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 erneuerbarer 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 CO₂ equiv. / 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.

Szenario D2 (Nachrocknung, 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. Das trockene LPM-Rezyklat wird ohne Einsumpfen trocken verarbeitet und ersetzt somit nicht nur Primärstoffe wie in Szenario D1, sondern auch das Nachrocknungsverfahren für neue LPM und die damit verbundenen Energieeinträge durch Flüssiggas.

IM D2 Wiederverwertung von LPM-Abbruchmaterial im Nachrocknungsverfahren

LPM nach DIN 18947 – Modul D2 Rückgewinnungspotenziale für LPM im Nachrocknungsverfahren						
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	M.I H _u	M.I H _u	M.I H _u	kg CO ₂ equiv.
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 (Nachrocknung)	D1	-1,38E-02	-9,75E-01	-9,89E-01	-1,79E-02
Netto-Rückgewinnungspotenzial	Wiederverwertung LPM (Nachrocknung)	D1+C1+C3	-1,38E-02	-5,90E-01	-6,03E-01	-1,77E-02

PERT

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

PENRT

Gesamtnutzung nicht erneuerbarer 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 Nachrocknung ergibt ein höheres Rückgewinnungspotenzial als bei der Wiederverwertung für neue LPM nach dem Erdfeuchtverfahren.

Der Gesamtenergieeinsatz PEI (Tab. C.4.2) vermindert sich durch die trockenen Sekundärstoffe und den möglichen Verzicht auf Nachrocknung um 9,89E-01 MJ / kg LPM. Die Treibhausgasemissionen sinken um 1,79E-02 kg CO₂ equiv. / kg LPM. Ursächlich dafür ist der mögliche Verzicht auf eine Nachrocknung ansonsten erdfeuchter Vorprodukte mit Flüssiggas.

Wird der Aufwand für den Abbruch (Abb. C.7) und die Aufbereitung durch Zerkleinerungsmöhlen (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 CO₂ equiv. / kg Abbruchmaterial). Szenario D2 ergibt gegenüber den LPM im Nachrocknungsverfahren 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-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. Die Trocknung und Aufbereitung von erdfeuchtem Baulehm zu Trockenlehm erfordert im vorgelagerten Herstellungsprozess einen Energieinput in Höhe von 1,13E+00 MJ/kg Trockenlehm. Das Claytec Treibhausgaspotenzial beträgt 6,63E-02 kg CO₂ equiv. / kg Trockenlehm. Hinzu kommt der „ökologische Rucksack“ für die Trocknung von Sand mit 5,58E-01 MJ/kg und 2,62E-03 kg CO₂ equiv. / kg.

IM D3 Wiederverwertung von LPM-Rezyklat im Trockendosierverfahren

LPM nach DIN 18947 – Modul D3 Rückgewinnungspotenziale für 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 H _u	kg CO ₂ equiv.
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 (Trockendosierv.)	D1	-1,77E-02	-7,41E-01	-7,59E-01	-2,79E-02
Netto-Rückgewinnungspotenzial	Wiederverwertung LPM (Trockendosierv.)	D1+C1+C3	-1,77E-02	-3,56E-01	-3,72E-01	-2,78E-02

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

PENRT
Gesamtnutzung nicht erneuerbare 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 CO₂ equiv. / kg LPM-Rezyklat. Wird der Aufwand für den Abbruch von LSM mit LPM-Anhaftungen und die Aufbereitung durch Zerkleinerungsmühlen 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 %.

5. LCA: Ergebnisse

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 des verifizierten und beglaubigten Hintergrundberichts Deklarationsnummer UPD_LPM_CLAY2023006_PKRÜ5-DE beziehen sich auf drei unterschiedliche Verfahren und Produktionsanlagen zur Herstellung der elf deklarierten LPM nach:

- 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. 5.1 Angabe der Systemgrenze

Herstellungsphase			Errichtungsphase		Nutzungsphase							Entsorgungsphase				Gutschriften und Lasten
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Rohstoffbereitstellung	Transport ins Werk	Herstellung	Transport zur Baustelle	Bau / Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Umbau, Erneuerung	betrieblicher Energieeinsatz	betrieblicher Wassereinsatz	Abbruch	Transport	Abfallbewirtschaftung	Entsorgung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs-, Recyclingpotenzial
X	X	X	MNR	MB	MB	MB	MB	MNR	MNR	MNR	MNR	X	MNR	X	X	X

X
betrachtete und quantifizierte Module

MNR
Modul nicht relevant nach PKR

MND
Modul nicht deklariert

MB
Modul beschreiben aber nicht qualifiziert

Die Tabellen 5.2 - 5.4 zeigen beispielhaft den Lehmputzmörtel **Lehmunterputz mit Stroh** (LPM 01, Erdfeuchtverfahren)

Tab. 5.2 Umweltauswirkungen

LPM 01: Lehmunterputz mit Stroh nach DIN 18497 - Erdfeuchtverfahren																					
Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA																					
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM																					
Parameter	IM / Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3
GWP total	kg Co ₂ eq.	-8,74E-03	2,49E-03	4,05E-03	-2,20E-03	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	-3,24E-05	MNR--	9,52E-05	2,53E-02	-2,61E-03	-1,79E-02	-2,79E-02
GWP-biogenic	kg Co ₂ eq.	-1,07E-02	-8,18E-06	-3,81E-05	-1,08E-02	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	3,85E-07	MNR--	1,13E-06	1,02E-02	-1,55E-06	-2,68E-03	-5,82E-05
GWP-luluc	kg Co ₂ eq.	5,48E-06	1,47E-05	2,45E-06	2,27E-05	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	5,22E-09	MNR--	1,54E-08	4,67E-05	-5,54E-06	-1,06E-05	-6,57E-06
GWP-fossil	kg Co ₂ eq.	1,99E-03	2,48E-03	4,08E-03	8,56E-03	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	3,20E-05	MNR--	9,40E-05	1,50E-02	-2,60E-03	-1,52E-02	-2,78E-02
ODP	kg CFC-11 eq.	1,08E-05	3,08E-13	2,00E-12	1,08E-05	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	4,03E-14	MNR--	1,18E-13	8,31E-05	-4,60E-10	-4,40E-06	-2,55E-06
POCP	kg NMVOC eq.	1,11E-08	1,03E-06	2,01E-06	3,05E-06	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	8,19E-08	MNR--	2,41E-07	3,86E-11	-1,55E-06	-2,33E-05	-2,05E-05
AP	Mole of H+ eq.	2,16E-02	8,35E-06	2,05E-06	2,16E-02	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	9,24E-08	MNR--	2,72E-07	1,07E-04	-1,71E-02	-2,95E-02	-1,71E-02
EP-terrestrial	Mole of N eq.	2,63E-05	4,37E-05	5,56E-06	7,56E-05	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	1,87E-07	MNR--	5,49E-07	3,03E-04	-2,66E-05	-4,78E-05	-1,07E-04
EP-freshwater	kg P eq.	4,77E-06	5,80E-06	4,37E-07	1,10E-05	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	5,00E-08	MNR--	1,47E-07	3,04E-05	-7,05E-06	-1,36E-05	-7,25E-06
EP-marine	kg N eq.	3,90E-06	3,90E-06	4,72E-07	8,27E-06	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	1,71E-08	MNR--	5,01E-08	2,75E-05	2,42E-06	-8,48E-06	-9,65E-06
WDP	m ³ world eq.	3,73E-05	1,29E-05	4,73E-05	9,75E-05	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	2,55E-07	MNR--	7,49E-07	1,65E-03	-3,77E-05	-1,40E-04	-1,62E-04
ADPE	kg Sb eq.	1,42E-07	1,77E-07	1,99E-07	5,18E-07	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	2,64E-09	MNR--	7,76E-09	6,95E-07	-1,44E-07	-2,49E-07	-4,34E-07
ADPF	MH H ₂ eq.	1,96E-02	3,35E-02	2,78E-02	8,08E-02	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	3,32E-03	MNR--	9,75E-03	2,00E-01	-3,66E-02	-7,34E-01	-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); **ADPE** = Potenzial für den abiotischen Ressourcenabbau - Elemente für nicht fossile Ressourcen; **ADPF** = Potenzial für den abiotischen Ressourcenabbau - fossile Brennstoffe; **MNR** = Modul nicht relevant; **MB** = Modul beschrieben

Tab. 5.3 Ressourceneinsätze

Ergebnisse der Ökobilanz – Indikatoren zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes nach EN 15807+A1: 1 kg Lehmputzmörtel																					
Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA																					
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM																					
Parameter	IM / Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3
PERE	MJ H _e	8,92E-03	2,24E-03	3,81E-02	4,93E-02	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	2,18E-05	MNR--	2,51E-03	3,27E-02	-8,83E-03	-1,38E-02	-1,77E-02
PERM	MJ H _e	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	0,00E+00	MNR--	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ H _e	8,92E-03	2,24E-03	3,81E-02	4,93E-02	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	2,18E-05	MNR--	2,51E-03	3,27E-02	-8,83E-03	-1,38E-02	-1,77E-02
PENRE	MJ H _e	3,00E-01	3,35E-02	8,63E-02	4,20E-01	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	3,32E-03	MNR--	3,82E-01	2,00E-01	-3,15E-01	-9,75E-01	-7,41E-01
PENRM	MJ H _e	3,02E-04	0,00E+00	3,88E-02	3,91E-02	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	0,00E+00	MNR--	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ H _e	3,00E-01	3,35E-02	1,25E-01	4,59E-01	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	3,32E-03	MNR--	3,82E-01	2,00E-01	-3,15E-01	-9,75E-01	-7,41E-01
SM	kg	4,46E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,46E-01	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	0,00E+00	MNR--	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ H _e	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	0,00E+00	MNR--	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ H _e	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	0,00E+00	MNR--	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FW	m ³	3,87E-05	2,00E-06	6,50E-05	1,06E-04	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	1,56E-08	MNR--	1,79E-06	5,05E-05	-3,68E-05	-3,68E-05	-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-erneuerbare PE; **SM** = Einsatz von Sekundärstoffen; **RSF** = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; **NRSF** = Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe; **FW** = Einsatz von Süßwasserressourcen; **MB** = Modul beschrieben; **MNR** = Modul nicht relevant

Tab. 5.4 Abfallskategorien und Outputeinflüsse

LPM 01: Lehmunterputz mit Stroh nach DIN 18947 – Erdfeuchteverfahren																					
Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA																					
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM																					
Parameter	IM / Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3
HWD	kg	7,32E-08	5,65E-11	8,84E-09	8,21E-08	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	5,54E-12	MNR--	6,37E-10	4,31E-12	-6,95E-08	-7,34E-08	-6,92E-08
NHWD	kg	1,38E-02	5,02E-06	6,00E-05	1,39E-02	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	3,79E-09	MNR--	4,16E-05	1,00E-00	-1,31E-02	-1,32E-02	-1,40E-02
RWD	kg	7,80E-07	4,41E-08	5,10E-06	5,93E-06	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	3,05E-09	MNR--	3,51E-07	2,25E-06	-7,41E-07	-1,41E-06	-1,17E-06
CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	0,00E+00	MNR--	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MFR	kg	7,60E-05	0,00E+00	0,00E+00	7,60E-05	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	1,00E+00	MNR--	9,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	0,00E+00	MNR--	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	0,00E+00	MNR--	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EET	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	MNR--	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MNR--	MNR--	0,00E+00	MNR--	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

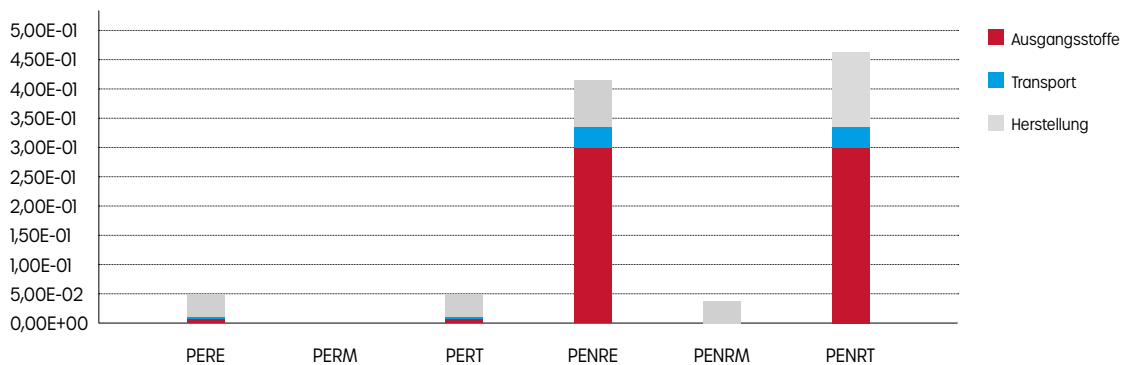
6. LCA: Interpretation

Primärenergieeinsatz

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.

Abb 1 zeigt die Verteilung des Energieeintrages von der Bereitstellung der Ausgangsstoffe bis zum Werktor. Die Ausgangsstoffe tragen mit $3,09E-01$ MJ/kg LPM 01. Die Energieeinträge durch LKW-Transporte für die Ausgangsstoffe und Verpackungen betragen $3,58E-02$ LPM 01. Der Herstellungsprozess auf der Erdfeuchtanlage benötigt, einschließlich Diesel für Baufahrzeuge im Werk, einen Energieinput von $1,63E-01$ MJ/kg LPM 01 und nutzt dazu 100 % regenerative elektrische Energie aus Wasserkraft.

Abb. 1 Primärenergieeinsatz für LPM 01 in MJ/kg LPM 01



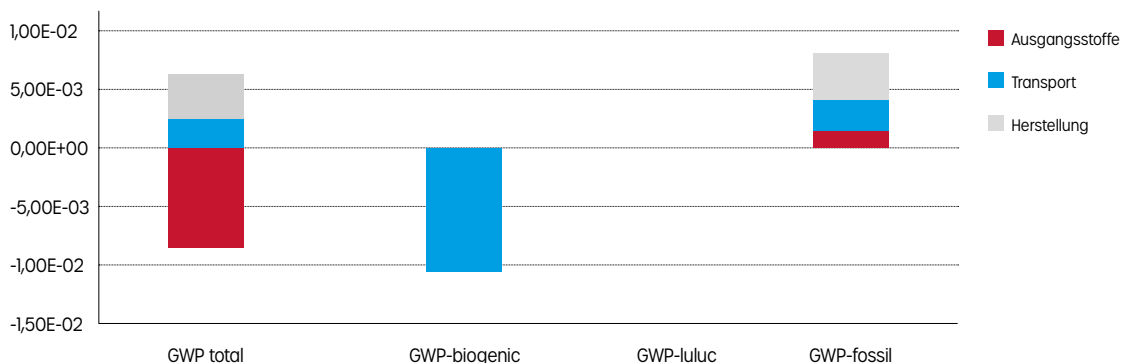
Treibhausgaspotenzial (GWP)

Der in den pflanzlichen Zusätzen aus Strohhäcksel in LPM 01 gebundene CO₂-Gehalt ($8,74E-03$ kg CO₂ equiv. / kg LPM 01) reduziert die Treibhausgaspotenziale soweit, dass sich in Verbindung mit dem energiearmen Erdfeuchtverfahren ein negativer Wert von $-2,20E-03$ kg CO₂ equiv. / kg LPM 01 ergibt.

Abb. 2 verdeutlicht die GWP-Anteile von der Bereitstellung der Ausgangsstoffe bis zum Werktor. Für den Grundputz LPM 01 beträgt das GWP der Ausgangsstoffe ohne eine CO₂ Gutschrift $2,00E-03$ kg CO₂ equiv. / kg LPM oder 24 % des gesamten GWP. Transporte ins Werk verursachen mit $2,50E-03$ kg CO₂ equiv. / kg LPM entsprechend 29% der gesamten GWP.

Der Herstellungsprozess einschließlich Verpackung in Großgebäude verursacht $4,05E-03$ kg CO₂ equiv. / kg LPM oder 47 % der gesamten GWP. Diesen Wirkungsfaktoren stehen CO₂-Gutschriften für Strohfasern in Höhe von $-1,02E-02$ kg CO₂ equiv. / kg LPM 01 gegenüber.

Abb. 2 Treibhausgaspotenziale in CO₂ equiv./kg LPM 01



Rückgewinnungspotenziale (Module D1 - D3)

Tab. 5.5 Rückgewinnungspotenziale D1 - D3 Energie in MJ/kg LPM 01

	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT
Szenario D1	-8,83E-03	0,00E+00	-8,83E-03	-3,15E-01	0,00E+00	-3,15E-01
Szenario D2	-1,41E-02	0,00E+00	-1,41E-02	-1,01E+00	0,00E+00	-1,01E+00
Szenario D3	-1,77E-02	0,00E+00	-1,77E-02	-7,41E-01	0,00E+00	-7,41E-01

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-erneuerbare PE

Tab. 5.6 Rückgewinnungspotenziale D1 - D3 CO₂-Senkung in kg CO₂equiv./kg LPM 01

	GWP total	GWP-biogenic	GWP-luluc	GWP-fossil
Szenario D1	-2,61E-03	-1,55E-06	-5,54E-06	-2,60E-03
Szenario D2	-1,79E-02	-2,68E-03	-1,06E-05	-1,52E-02
Szenario D 3	-2,79E-02	-5,82E-05	-6,57E-06	-2,78E-02

GWP total = Globales Erwärmungspotenzial; **GWP-biogenic** = Globales Erwärmungspotenzial - biogen; **GWP-luluc** = Globales Erwärmungspotenzial - luluc; **GWP-fossil** = Globales Erwärmungspotenzial - fossil

Szenario D1

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.

Szenario D 2

Der Gesamtenergieeinsatz PEI 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 CO₂equiv. / kg LPM. Ursächlich dafür ist der mögliche Verzicht auf eine Nachtrocknung ansonsten erdfeuchter Vorprodukte mit Flüssiggas.

Szenario D3

Bei der unterstellten Zusammensetzung rückgewonnener Ausgangsstoffe aus alten LPM und deren Wiederverwertung für Trockendosierverfahren zur Herstellung neuer, trockener Lehmprodukte reduziert sich der PEI für Trockenlehm und getrockneten Sand um 7,59E-01 MJ/kg Rezyklat. Die Treibhausgasemissionen sinken um 2,79E-02 kg CO₂equiv. / kg LPM-Rezyklat.

7. Nachweise

LPM sind nach DIN EN 16516 und Prüfkammerbedingungen nach DIN ISO 16000 geprüft worden. Der Prüfbericht liegt dem Programmbetreiber vor.

8. Literaturhinweise

Zitierte Standards und Literaturquellen siehe verifizierten und beglaubigten Hintergrundbericht. **Deklarationsnummer UPD_LPM_CLAY 2023006_PKRÜ5-DE**



Lehm in Bestform.

#clay4tomorrow



 **ClayTec®**

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