



Umweltproduktdeklaration

nach DIN EN ISO 14025:2025-05 und DIN EN 15804:2022-03

Schleusner & Söhne GmbH

Lehmplatten nach DIN 18948

Deklarationsinhaber	Lehmstoffe Schleusner & Söhne GmbH, Elbchaussee 1, 39524 Schönhausen (Elbe)
Herausgeber	Dachverband Lehm e.V., Postfach 1172, 99409 Weimar
Programmbetreiber	Dachverband Lehm e.V., Postfach 1172, 99409 Weimar
Deklarationsnummer	UPD_LP_schleusner2026001_PKRÜ5-DE
Ausstellungsdatum	11.02.2026
Gültig bis	10.02.2031

Umwelt-Produktdeklaration – Allgemeine Angaben

Programmbetreiber

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

Deklarationsnummer

UPD_LP_schleusner2026001_PKRÜ5-DE

Deklarationsbasis

Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen Grundregeln für die Baustoffkategorie Lehmplatten (PKR LP Version Ü5_2022_06)

Ersteller der Ökobilanz

Dipl.-Ök. Manfred Lemke

Ausstellungsdatum

11.02.2026

Gültigkeitsdauer

10.02.2031

Verifizierung

Die Europäische Norm DIN EN 15804:2022-03 dient als Kern-PKR. Unabhängige Verifizierung der Deklaration nach DIN EN ISO 14025:2025 in Verbindung mit CEN ISO/TS 14071:2016

intern extern

Deklarationsinhaber

Lehmbaumstoffe Schleusner & Söhne GmbH,
Elbchaussee 1, 39524 Schönhausen (Elbe)
www.schleusner.de

Deklariertes Bauprodukt / Deklarierte Einheit

Die Umweltproduktdeklaration (UPD) für die Lehmplatten nach DIN 18948 mit den Bezeichnungen:

- Hanf-Lehmbauplatte 22mm (Trockenbauplatte)
- Hanf-Lehmbauplatte 14mm (Trockenbauplatte)
- Hanf-Lehmbauplatte 10mm (Putzträgerplatte)

Als funktionale Einheit wurde ein Kubikmeter (m³) analog zu DIN 18948 Anhang A.3 für Lehmplatten festgelegt.

Gültigkeitsbereich

Die vorliegende UPD bildet die Ökobilanz zur Herstellung der deklarierten Lehmplatten und Klimaelemente nach DIN EN 15804 ab. Die Ökobilanz beruht auf erhobenen Daten zu Energie- und Stoffströmen im Werk Schönhausen (Elbe). Bezugsjahr dieser Herstellerangaben ist das Jahr 2025. Eine Haftung des Dachverbandes Lehm e.V. in Bezug auf dieser UPD zugrunde liegenden Herstellerinformationen ist ausgeschlossen.



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



Prof. Dr. Klaus Pistol
Prüfgremium



Dr.-Ing. Horst Schroeder
Verifizierer 1

Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen

**Umweltproduktdeklaration für die Baustoffkategorie Lehmplatten
nach DIN EN 15804**

für

Lehmbaustoffe Schleusner & Söhne GmbH

Stand: Januar 2026

INHALT

1	ALLGEMEINES.....	1
1.1	Normative Grundlagen	1
1.2	Nachverfolgung der Versionen	1
1.3	Begriffe / Abkürzungen.....	2
2	PRODUKTDEFINITION.....	2
2.1	Geltungsbereich	2
2.2	Produktbeschreibung	3
2.3	Einsatzzweck.....	3
2.4	Produktnorm / Zulassung / Inverkehrbringen / Anwendungsregeln	3
2.5	Gütesicherung	3
2.6	Lieferzustand	3
2.7	Bautechnische Eigenschaften	4
2.7.1	Mechanische/ bauphysikalische Eigenschaften.....	4
2.7.2	Schallschutz	4
2.7.3	Luftdurchlässigkeit.....	4
2.8	Brandschutz.....	4
3	AUSGANGSSTOFFE	4
3.1	Auswahl / Eignung.....	4
3.2	Stoffeläuterung	5
3.3	Bereitstellung	6
3.4	Verfügbarkeit.....	6
4	PRODUKTHERSTELLUNG	6
4.1	Verfahrensschema.....	6
4.2	Gesundheitsschutz Herstellung	7
4.3	Umweltschutz Herstellung	7
4.3.1	Abfall	7
4.3.2	Wasser / Boden	7
4.3.3	Lärm	7
4.3.4	Luft	8
5	PRODUKTVERARBEITUNG.....	8
5.1	Verarbeitungshinweise.....	8
5.2	Arbeitsschutz / Umweltschutz	8
5.3	Restmaterial	9
5.4	Verpackung.....	9
6	NUTZUNGSZUSTAND	9
6.1	Inhaltsstoffe.....	9

6.2	Wirkungsbeziehungen Umwelt / Gesundheit	9
6.3	Beständigkeit / Nutzungsdauer	9
7	AUSSERGEWÖHNLICHE EINWIRKUNGEN.....	10
7.1	Brand	10
7.2	Hochwasser	10
7.3	Havarie Wasserleitungen.....	10
8	HINWEISE ZUR NUTZUNGSPHASE.....	10
9	NACHNUTZUNGSPHASE.....	10
9.1	Recycling.....	11
9.2	Verwertung von Abfällen und Verpackungen.....	11
9.3	Entsorgung	11
10	NACHWEISE	11
TEIL A ÖKOBILANZ		12
A.1	Systemdefinition und Modellierung des Lebenszyklus	12
A.1.1	Deklarierte Einheit.....	12
A.1.2	Biogener Kohlenstoffgehalt	12
A.1.3	Systemgrenzen	12
A.1.4	Abschneidekriterium	12
A.1.5	Betrachtungszeitraum	13
A.1.6	Referenznutzungsdauer.....	13
A.1.7	Allokation	13
A.2	Sachbilanz.....	13
TEIL B LEBENSZYKLUSANALYSE (LCA).....		15
B.1	Annahmen und Abschätzungen	15
B.2	Datenerhebung und Datenqualität.....	16
B.3	Indikatoren der Umweltwirkungen	18
TEIL C INTERPRETATION DER ÖKOBILANZ		19
C.1	Primärenergieeinsatz.....	19
C.2	Treibhausgaspotenzial (GWP).....	20
C.4	Aufbereitung (IM C3) und Rückgewinnung (Modul D).....	21
C.6	Rückgewinnungsszenarien	22
C.6.1	Szenario D1 - Wiederverwendung	23
C.6.2	Szenario D2 - Wiederverwertung	23
D. TABELLENANHANG.....		25
D.1	Inputfaktoren	25
D.2	Outputfaktoren	26
D.3	Umweltwirkungsfaktoren	27
ZITIERTER STANDARDS / LITERATURHINWEISE		28

1 ALLGEMEINES

1.1 Normative Grundlagen

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

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

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

DIN EN ISO 14025: 2025-05: *Umweltaussagen u. -programme für Produkte – Umweltproduktdeklarationen*

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	Dez 2025
Ü2	Überarbeitung nach Werksbesichtigung	Dez 2025
Ü3	Verifizierte Version	Feb 2026

Kontakt:

Lehmbaumstoffe Schleusner & Söhne GmbH, Elbchaussee 1, 39524 Schönhausen (Elbe)

PKR Lehmplatten:

dvl@dachverband-lehm.de; www.dachverband-lehm.de/wissen/PKR-UPD

© Dachverband Lehm e. V.

Bilanzerstellung:

Dipl.-Ök. Manfred Lemke

1.3 Begriffe / Abkürzungen

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

Produktkategorieregeln (PKR) nach DIN EN ISO 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 ISO 14025 sind freiwillig und stellen auf der Grundlage festgelegter Parameter quantitative, umweltbezogene Daten und ggf. umweltbezogene Informationen bereit, die den Lebensweg eines Produkts vollständig oder in Teilen abbilden.

Ökobilanz (LCA): für Baustoffe nach DIN EN 15804 beinhaltet eine Zusammenstellung und Beurteilung der In- und Outputflüsse sowie 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.

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

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

IM Informationsmodul nach DIN EN 15804

LP Lehmplatte

LPM Lehmputzmörtel

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 Produktdeklaration auf Grundlage der Musterdeklaration bzw. der Produktkategorieregeln des Dachverbandes Lehm e. V. (DVL) für Lehmplatten [4][5]. Die Quantifizierung der auf dieser Basis spezifizierten Ökobilanz für drei bandgestrichene, auf derselben Produktionsanlage hergestellte Lehmplatten (*Tab. 2.1*) beruht auf einer Analyse der vom Hersteller beim DVL hinterlegten Energie- und Stoffströmen und einer Werksbegehung.

Tab. 2.1 Hersteller, Verfahrensart und Produktbezeichnung

Nr.	Hersteller	Werksanschrift	Verfahrensart n. Kap. 4.1	Produktbezeichnung
1	Lehmbaumstoffe Schleusner & Söhne GmbH	Elbchaussee 1 39524 Schönhausen (Elbe)	bandgestrichen	24er Lehmplatte Trockenbauplatte
2	Lehmbaumstoffe Schleusner & Söhne GmbH	Elbchaussee 1 39524 Schönhausen (Elbe)	bandgestrichen	22er Lehmplatte Trockenbauplatte
3	Lehmbaumstoffe Schleusner & Söhne GmbH	Elbchaussee 1 39524 Schönhausen (Elbe)	bandgestrichen	10er Lehmplatte Putzträgerplatte

Die deklarierten Produkte Nr. 1 – 3 sind nach einem in *Abs. 4.1* definierten Verfahren im Werk hergestellte, ungebrannte „dünne“ ($t \leq 1/5$ der Plattenbreite) LP für unterschiedliche Anwendungen nach DIN EN 18948. Lehmplatten nach Nr. 1 und 2 in *Tab. 2.1* sind als *Trockenbauplatten* zur Beplankung von Ständer- bzw. Abhangkonstruktionen im Bereich von Wänden bzw. Decken vorgesehen. Lehmplatten

nach Nr. 3 in *Tab. 2.1* sind *Putzträgerplatten* zur Bekleidung durch Verklebung oder Verschraubung oder anderer Befestigung auf flächige Untergründe im Innenbereich.

Für die Anwendung gelten die LR DVL [2], die technischen Merkblätter TM 05 und TM 06 des DVL [6][7] sowie die besonderen Herstellerangaben für die verschiedenen Konstruktionen.

2.2 Produktbeschreibung

Die genannten Produkte sind ungebrannte, ebene Platten aus Lehmbaustoff mit Zusatzstoffen und Jutebewehrungen zum Beplanken und Bekleiden von Bauteilen im Innen- und witterungsgeschützten Außenbereich. Die Tonmineralien des Baulehms bilden i. d. R. das alleinige Bindemittel im Stoffgemisch.

2.3 Einsatzzweck

Die deklarierten LP werden für die Beplankung von Ständerkonstruktionen für Trennwände und Vorsatzschalen sowie zur Bekleidung von Wänden, Decken und Dachschrägen im Innen- und witterungsgeschützten Außenbereich eingesetzt. LP sind für eine Anwendung in Spritzwasserbereichen von Küchen und Bädern so-wie in Räumen mit dauerhaft stark erhöhter Luftfeuchte (Schwimmbäder, gewerbliche Küchen) nicht geeignet.

Entsprechend der Art der Anwendung erfolgt eine Zuordnung der deklarierten Plattentypen nach DIN 18948 (*Tab.2.2*).

Tab. 2.2 Typen und Anwendungsbereiche von Lehmplatten nach DIN 18948

Produkt-nach Tab. 2.1	Typ	Anwendungsbereich
1, 2	A	Beplankung von Ständer-/ Abhängkonstruktionen im Bereich von Wänden, Decken und Dachschrägen
3	B	Bekleidung von Wänden, Decken und Dachschrägen (Trockenputzplatten)

2.4 Produktnorm / Zulassung / Inverkehrbringen / Anwendungsregeln

- DIN 18942-1 Lehmbaustoffe – Begriffe,
- DIN 18942-100 Lehmbaustoffe – Konformitätsnachweis,
- DIN 18948 Lehmplatten (LP),
- Lehmbau Regeln des Dachverbandes Lehm e. V. (LR DVL) [2].

Weiterhin gelten die Muster-UPD Lehmplatten (LP) des DVL [4] und damit im Zusammenhang das Dokument „Teil 2“ mit den entsprechenden Begriffsbestimmungen und Abkürzungen [1] sowie die Technischen Merkblätter TM 05 und TM 06 des DVL [6][7]. Darüber hinaus müssen die AVV [3], die Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) [8] sowie die Arbeitsblätter der Hersteller beachtet werden.

2.5 Gütesicherung

Die Gütesicherung des Herstellungsprozesses aller LP erfolgt in Eigenüberwachung gem. DIN 18942-100. Für die Eignungsprüfung von Baulehm gelten die LR DVL [2] sowie auf freiwilliger Basis das TM 05 DVL [6].

2.6 Lieferzustand

Die Lieferformate der deklarierten LP werden in den Abmessungen Länge l x Breite w (i. d. R. Vielfaches von 125 mm) und Dicke t ($t \leq 1/5$ der Breite w) deklariert (*Tab. 2.3*). Zulässige Abweichungen vom Nennmaß (Rechtwinkligkeit, Nennlänge, Nennbreite, Nennstärke, Ebenheit) entsprechen der Maßhaltigkeitsklasse MHK I gem. DIN 18948. Die Längs- und Querkanten der deklarierten LP bilden ein

Rechteck, die Ränder sind stumpf ausgebildet. Die deklarierten LP sind mit Jutegewebe oberflächennah bewehrt.

Tab. 2.3 Lieferformate der deklarierten LP

LP nach Tab. 2.1	max. Formate l x w [mm]	Dicke t in [mm]	Maßhaltigkeitsklasse MHK (nach DIN18948)	Art der Bewehrung
LP 01	1250x1000	22	MHK I	Jutegewebe, beidseitig
LP 02	1000 x 625	14	MHK I	Jutegewebe, beidseitig
LP 03	2000 x 62,5	10	Nicht relevant	Jutegewebe, beidseitig

2.7 Bautechnische Eigenschaften

2.7.1 Mechanische/ bauphysikalische Eigenschaften

Tab. 2.4 zeigt ausgewählte mechanische / bauphysikalische Eigenschaften nach Deklaration des Herstellers der LP.

Tab. 2.4 Bautechnische Eigenschaften der deklarierten LP nach DIN 18948

Eigenschaft	LP 01	LP 02	LP 03	Einheiten
Trockenrohdichte	680			kg/m ³
Oberflächenhärte	-	22	23	mm
Oberflächenzugfestigkeit	-	<0,10	<0,10	N/mm ²
Biegezugfestigkeit	-	>1,05	>1,49	N/mm ²
Wärmeleitfähigkeit λ	0,21	0,21	0,21	W/mK
Wärmespeicherkapazität c	1,4	1,4	1,4	kJ/kgK
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ	5-10	5-10	5-10	-
Wasserdampfsorptionsklasse	-	WS III	WS III	
Feuchtetoleranzklasse	-	FTK II	FTK II	

2.7.2 Schallschutz

Der nach DIN EN 10140-2 geprüfte Aufbau (Trennwand) mit der LP 01 (22mm; Tab.2.1) erreicht einen Luftschallwiderstand bis $R_w = 49$ dB. Der nach DIN EN 10140-2 geprüfte Aufbau (Trennwand) mit der LP 02 (14mm; Tab.2.1) erreicht einen Luftschallwiderstand bis $R_w = 54$ dB.

2.7.3 Luftdurchlässigkeit

Konstruktionen aus LP mit vollflächigen Lehmputzen mit ≥ 2 mm Dicke sind luftdicht.

2.8 Brandschutz

Alle deklarierten LP sind nach DIN EN 13501-1 der Klasse B, s1, d0 zugeordnet. Die deklarierte LP 01 (22mm, Tab.2.1) erreicht einen Feuerwiderstand von EI60 für die geprüfte nichttragende, raumabschließende, wärmedämmende Wandkonstruktion in Holz-Ständerbauweise mit einlagiger symmetrischer Bekleidung/Beplankung mit der LP Nr.1 (22mm; Tab. 2.1) bei einseitiger Brandbeanspruchung gemäß DIN EN 1364-1: 2015-09 in Verbindung mit DIN EN 1363-1: 2012-10.

3 AUSGANGSSTOFFE

3.1 Auswahl / Eignung

Die deklarierten LP bestehen aus Baulehm, Gesteinskörnung, Hanfschäben als pflanzlicher Zusatz und beidseitigem Bewehrungsgewebe aus Jutefasern. Es gelten die Stoffverbote und -beschränkungen der DIN 18948 und natureplus RL 1006 [9].

3.2 Stofflerläuterung

Baulehm gemäß LR DVL [2]: zur Herstellung von Lehmstoffen geeigneter Lehm, bestehend aus einem Gemisch aus schluffigen, sandigen bis kiesigen Gesteinskörnungen und bindekräftigen Tonmineralien. Baulehm wird unterschieden nach Lehmaushub, Trockenlehm / Tonmehl und Recyclinglehm. Tensidfreier Presslehm kann ebenfalls als Baulehm weiterverwertet werden [1, Bild 3.3].

Lehmaushub ist erdfeucht dem geologisch „gewachsenen“ Boden entnommener 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 [1, Bild 3.3]:

Primärlehmaushub wird zielgerichtet für die Herstellung von Lehmstoffen abgebaut.

Sekundärlehmaushub fällt bei Tiefbauarbeiten als Bodenaushub (AVV Nr. 170504 [3]) an und kann als Sekundärrohstoff weiterverwertet werden. Er verliert damit seine Abfalleigenschaft, tritt in ein neues Produktsystem über und erfährt dort eine Aufwertung (Upycling).

Trockenlehm ist getrockneter, ggf. gemahlener Lehmaushub. Tonmehl ist natürlicher, getrockneter, ggf. gemahlener Ton, der zur Erhöhung der Bindekraft magerer Baulehme verwendet werden kann.

Recyclinglehm ist aus Abbruchbauteilen zurückgewonnener Lehmstoff [2]. Er liegt i. d. R. als Bestandteil von Baumischabfall (Bauschutt / Baustellenabfälle, AVV 170107 /170904 [3]) vor und muss durch geeignete Trennverfahren separiert werden. Er kann trocken zerkleinert, durch Zugabe von Wasser replastifiziert und als Baulehm im Produktionsprozess weiterverwertet werden.

Primärrecyclinglehm wird zielgerichtet als Lehmstoff wiederverwertet.

Sekundärrecyclinglehm wird für andere Anwendungen weiterverwertet (z. B. Abtrennung der Sandkornfraktion für Betonherstellung, Erdbau, Landschaftsgestaltung) [1, Bild. 3.3]. Dabei muss die Ersatzbaustoffverordnung (EBV) beachtet werden [9].

Mineralische Zusatzstoffe: Sandkörnungen (DIN EN 12620 / DIN EN 13139) mit dem Hauptmineral Quarz sowie natürlichen Neben- und Spurenmineralien. Natürliche Sandkörnungen sind Bestandteile geologisch „gewachsener“ Strukturen und können problemlos in geogene Kreisläufe zurückgeführt werden. RC-Gesteinskörnungen sind rückgewonnene und zerkleinerte Abbruchmaterialien aus Mauerwerk, die primäre Gesteinskörnungen teilweise ersetzen.

Durch mineralische Zusatzstoffe können die bauphysikalischen (Trockenrohddichte, Wärmeleitung, Trocknungsschwindmaß) und baumechanischen (Festigkeits-)Eigenschaften des Endprodukts, vor allem aber die plastischen Eigenschaften des Baulehms beeinflusst werden.

Organische Zusatzstoffe / natürlich: Pflanzenteile und -fasern (z. B. Hanf, Flachs, Strohhäcksel, Stärke) ohne relevante Rückstände aus Herbiziden, Tierhaar, zerkleinertes, chemisch unbehandeltes Holz (keine Holzwerkstoffe). Durch organische Zusatzstoffe können die bauphysikalischen Eigenschaften (Trockenrohddichte, Trocknungsschwindmaß) des Endprodukts beeinflusst werden. Faserartige Zusatzstoffe wirken einer Rissbildung der LP bei Austrocknung / Erhärtung entgegen.

Jutegewebe als Bewehrung: Spezialgewebe aus biologisch abbaubarem Jute-Naturgarn, Kett- / Schussfäden ca. 20 / 20 Fäden je 10 cm, lichte Maschenweite ca. 5 x 5 mm zur Oberflächen- bzw. zur Fugenarmierung von LP und an Materialübergängen. Jutegarn ist mit Stärkeappretierung ausgestattet und biologisch abbaubar.

Wasser: „Anmachwasser“ ist zum Erreichen der geeigneten Verarbeitungskonsistenz der Arbeitsmasse für den Formgebungsprozess der LP grundsätzlich notwendig. Durch Verdunstung des Anmachwassers erhärten LP und erreichen ihre vorgesehenen Produkteigenschaften. Erhärtete LP können durch Wasserzugabe replastifiziert werden.

3.3 Bereitstellung

Die identifizierten Baulehmkategorien sind Ausgangsstoffe für die Herstellung von Lehmbaustoffen. Sekundärrecyclinglehm verlässt den Lehm-Stoffkreislauf und wird zum Ausgangsstoff in einem anderen Produktsystem. Die Baulehmkategorien werden vor einer Bilanzierung im IM A1 hinsichtlich der Art ihrer Bereitstellung nach Abs. 3.2 klassifiziert. In IM A2 werden die Transportwege der Stoffströme zum Werk bilanziert.

3.4 Verfügbarkeit

Alle mineralischen Rohstoffe sind in ihrer Verfügbarkeit als „geologisch gewachsene“ Naturstoffe generell begrenzt. Statt der primären Entnahme aus Ton- bzw. Lehmgruben wird deshalb bevorzugt bei Erdarbeiten anfallender, geeigneter Bodenaushub als Sekundärrohstoff verarbeitet. Ebenso enthalten die deklarierten LP 4M.-% RC-Gesteinskörnung aus zerkleinertem Abbruchmaterial, hauptsächlich aus der Umgebung des Werkes in Schönhausen/Elbe.

Aufgrund der besonderen hydraulischen Eigenschaften des bindekräftigen Lehms ist eine Replastifizierung und Wiederverwertung von LP jederzeit möglich. Die deklarierten LP werden vom Hersteller zurückgenommen und nach Möglichkeit wiederverwendet oder für neue LP wiederverwertet. Eine Rohstoffknappheit besteht nicht.

Enthaltene pflanzliche Zusätze und Jutegewebe sind nachwachsende Rohstoffe.

4 PRODUKTHERSTELLUNG

Die Ausgangsstoffe – Baulehm, mineralische und organische Zusatzstoffe – werden im Werk lose unter Dach gelagert. Aus den Vorratsbehältern werden die Rohstoffe entsprechend der jeweiligen Rezeptur gravimetrisch dosiert und intensiv miteinander vermischt. Die Wasserzugabe bis zum Erreichen der geeigneten Konsistenz der Arbeitsmasse ermöglicht die Anwendung des vorgesehenen Formgebungsverfahrens- „bandgestrichen“. Die Mischung wird maschinell auf ein endlos umlaufendes Förderband über eine Breite von 3m aufgetragen, durch eine Formatwalze horizontal abgestrichen und angedrückt. Dabei werden Oberflächenbewehrungen aus Jutegewebe beidseitig mit eingearbeitet. Nach Durchlauf durch einen Trockentunnel folgt der Zuschnitt der Plattenformate.

4.1 Verfahrensschema

Bild 4.1 zeigt das Produktionsschema für alle deklarierten bandgestrichenen Lehmplatten mit den relevanten Prozessabläufen:

- erdfeuchter Lehm, Gesteinskörnung und Hanfschäben werden gravimetrisch dosiert,
- die erdfeuchte Lehmmischung wird über Transportbänder dem Intensivmischer zugeführt, mit Anmachwasser in die Arbeitskonsistenz gebracht und auf ein Endlosband nass aufgetragen,
- Jute-Armierungsgewebe wird dabei in die Unter- und Oberseite des Stranges eingebettet,
- der feuchte Strang durchläuft einen Netzbandtrockner zur Trocknung durch Strahlungswärme und Konvektion. Energieträger sind Holz und in Ergänzung zusätzliche Wärme aus einer mit

Erdgas betriebenen Kraft-Wärme-Kopplungsanlage im Werk,

- nach Trocknungsdurchlauf lassen sich die getrockneten LP nach Formatvorgaben zuschneiden,
- die zugeschnitten LP werden auf Holzpaletten mit Zwischenlagen aus Pappe aufgestapelt und mit einer Schutzfolie transportfähig und witterungsgeschützt gelagert.

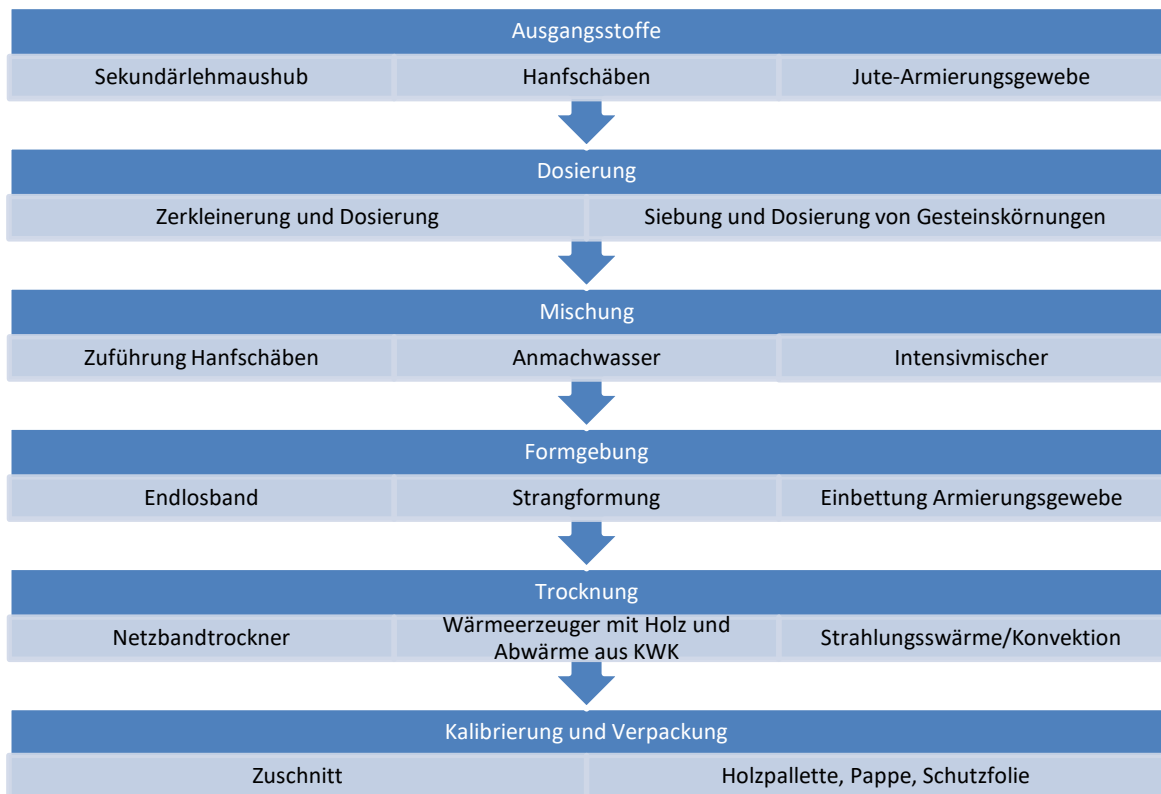


Bild 4.1 Herstellungsschema „Lehmplatten 01-03 (Tab. 2.1), bandgestrichen“

4.2 Gesundheitsschutz Herstellung

Die Grenzwerte der TA Luft [11] werden eingehalten. Belastungen von Wasser / Boden entstehen nicht. Der Herstellungsprozess verläuft abwasserfrei. Die noch verbliebene Restfeuchte aus dem Anmachwasser der Mischung wird während des Trocknungsprozesses in Form von Wasserdampf wieder freigesetzt.

4.3 Umweltschutz Herstellung

4.3.1 Abfall

Mineralische Abfälle aus dem Produktionsprozess (Bild 4.1) werden in den laufenden Herstellungsprozess zurückgeführt.

4.3.2 Wasser / Boden

Belastungen von Wasser / Boden entstehen nicht. Das erfasste und beschriebene Herstellungsverfahren arbeitet abwasserfrei.

4.3.3 Lärm

Die geforderten Grenzwerte werden eingehalten.

4.3.4 Luft

Bei künstlicher Trocknung der LP (Netzbandtrockner) entstehenden Emissionen liegen unter den Grenzwerten der TA Luft und der BImSchV [11][12]. Maßnahmen des Umweltschutzes sind ausgerichtet auf möglichst geringen Energieverbrauch und schadstoffarme Abluft. Luftemissionen durch den Betrieb eines Notstromaggregats im Werk werden im Rahmen der Ökobilanz mit den spezifischen Umweltfaktoren des Dieserverbrauchs erfasst und bewertet.

5 PRODUKTVERARBEITUNG

5.1 Verarbeitungshinweise

Die Verarbeitung der LP erfolgt nach DIN 18948, LR DVL [2] und produktspezifischen Herstellerangaben.

LP des Typs A nach Tab. 2.2 werden mit der Unterkonstruktion punktuell vernagelt, verschraubt oder geklammert (Beplankung). LP des Typs B werden vollflächig mit Lehmklebemörtel LKAM nach DIN 18947 oder punktuell durch Verschraubung oder Klammern auf dem Untergrund befestigt (Bekleidung).

LP zur Bekleidung / Beplankung von Bauteilen sind Teil eines Bausystems. Die Eigenschaften der Systemkomponenten müssen aufeinander abgestimmt und insgesamt zur Erstellung eines gebrauchstauglichen Bauteils geeignet sein. Die Systemkomponenten sind in der Verarbeitungsrichtlinie des Herstellers benannt und ihre Eigenschaften beschrieben

Nichttragende innere Trennwände mit Beplankung aus LP müssen derart konstruiert sein, dass die unmittelbare Anbringung von leichten Konsollasten nach DIN 4103-1 möglich ist. Die Verarbeitungsrichtlinie empfiehlt, leichte zusätzliche Lasten wie Lampen, Melder oder auch Schienen für Vorhänge unter Beachtung der korrekten Auswahl und Anwendung von Dübeln zu befestigen. Schwere Lasten (> 6kg pro Befestigungspunkt) müssen immer direkt an den tragenden Bauteilen oder ggf. an der Unterkonstruktion befestigt werden.

Bei der Beplankung von Holzständerkonstruktionen mit LP des Typs A sind die Herstellerangaben zur Wahl der Befestigungspunkte entsprechend des vorgegebenen Systemrasters der Unterkonstruktion einzuhalten.

LP des Typs A, die zur Beplankung von Decken und Dachschrägen eingesetzt werden, müssen über eine ausreichende Formstabilität verfügen. Die für LP 01 und LP 02 (Tab. 2.2) vom Hersteller angegebenen Unterkonstruktionsraster im System vermeiden Verformungen unter Dauerlast. Die Platten werden versetzt befestigt und auf den Ständern der Unterkonstruktion (entsprechend bei Decken und Dachschrägen) gestoßen.

Für die Verarbeitung von LP kommen i. d. R. übliche Geräte des Trockenbaus (z. B. Stichsäge, Handkreissäge, Trennscheibe) zum Einsatz. Für die weitere Verarbeitung sind die Herstellerangaben insbesondere zur Bewehrung der Plattenfugen sowie der Bewehrung von nachfolgenden Lehmputzbeschichtungen zu beachten.

An die Baustelle gelieferte LP müssen witterungsgeschützt gelagert werden.

5.2 Arbeitsschutz / Umweltschutz

Es gelten die Regelwerke der Berufsgenossenschaften und die jeweiligen Sicherheitsdatenblätter der Bauprodukte. Während der Verarbeitung der LP sind keine besonderen Maßnahmen zum Schutz der Umwelt zu treffen. Staubemissionen, z. B. bei Schneid- und Trennarbeiten, liegen unterhalb der geforderten Grenzwerte zur Staubfreisetzung der TA Luft [11]. Vorsorglich werden Atemschutzmasken verwendet.

5.3 Restmaterial

Alle deklarierten LP werden vom Herstellerwerk zurückgenommen und dort in den Produktionsprozess zurückgeführt.

5.4 Verpackung

Mehrwegpaletten aus Holz werden vom Hersteller oder durch den Baustoffhandel zurückgenommen (Pfandsystem) und mehrfach wiederverwendet in den Produktionsprozess zurückgeführt. Einwegpaletten aus Holz werden sortenrein durch duale Entsorgungssysteme energetisch verwertet (AVV 150103 Verpackungen aus Holz, [3]).

PE-Schrumpffolien werden sortenrein durch duale Entsorgungssysteme dem Recyclingprozess zugeführt (Folienhersteller, AVV-Nr. 150102 Verpackungen aus Kunststoff [3]).

6 NUTZUNGSZUSTAND

6.1 Inhaltsstoffe

Bei der Produktion von LP werden ausschließlich die Ausgangsstoffe nach Abs. 3.1 verwendet. Diese Inhaltsstoffe sowie die ggf. eingesetzten Bewehrungsgewebe sind im Nutzungszustand durch die Tonmineralien des Baulehms als feste Stoffe im Bauteil gebunden. Dieser Verbund ist wasserlöslich.

6.2 Wirkungsbeziehungen Umwelt / Gesundheit

Die deklarierten LP enthalten keine schädlichen Stoffe wie z. B. flüchtige organische Komponenten (VOC; TVOC), Formaldehyd, Isocyanate usw. Entsprechende schädigende Emissionen sind deshalb nicht zu erwarten. Von dem Produkt gehen keine bzw. keine produktfremden Gerüche aus.

Die Mikroporenstruktur der Tonmineralien des Baulehms ermöglicht eine rasche, besonders hohe Adsorption / Desorption von überschüssigem Wasserdampf im Innenraum. Bauteile aus LP tragen deshalb zu einem ausgeglichenen Innenraumklima bei. Die deklarierten LP des Herstellers besitzen die Wasserdampfadsorptionsklasse WS III gemäß DIN 18948, Tab. A.2.

Die natürliche ionisierende Strahlung der LP ist abhängig von der geologischen Herkunft des Baulehms („hot spots“). Die durchschnittliche Radon-Exhalation durch den verwendeten Baulehm für die deklarierten LP beträgt $< 2 \text{ Bq/m}^2\text{h}$.

6.3 Beständigkeit / Nutzungsdauer

Tonminerale sind nicht hydraulische Bindemittel, d. h. sie erhärten nur an der Luft und werden bei Wiederbefeuchtung erneut plastisch. Die Anwendung von LP ist deshalb auf den Bereich des deklarierten Plattentyps nach *Tab. 2.2* beschränkt. Bauteile mit Beplankungen / Bekleidungen aus LP sind über den gesamten Nutzungszeitraum vor stehendem und fließendem Wasser sowie dauerhafter Durchfeuchtung zu schützen. LP sind darüber hinaus für eine Anwendung in Spritzwasserbereichen von Küchen und Bädern sowie in Räumen mit dauerhaft stark erhöhter Luftfeuchte (z. B. Schwimmbäder, gewerbliche Küchen) ungeeignet.

LP müssen unter den üblichen Schwankungen der Raumluftfeuchte entsprechend ihrer Anwendungsbereiche (*Tab. 2.2*) weitgehend formstabil sein. Geringfügige Schwankungen der Abmessungen und der Ebenheit der LP infolge Feuchteeinwirkung sind zulässig, wenn diese durch das Bausystem kompensiert werden können. Im Ergebnis der ermittelten Verformungen (Längenänderungen, Krümmung /

Schüsselung) werden LP in Feuchtetoleranzklassen FTK eingeteilt. Die deklarierten LP des Typs A erfüllen die Anforderungen an FTK II nach DIN 18948 A.1.

7 AUSSERGEWÖHNLICHE EINWIRKUNGEN

7.1 Brand

Im Brandfall können sich keine toxischen Gase / Dämpfe entwickeln. Bei LP mit organischen Zusatzstoffen können geringe Mengen CO entstehen. Zur Brandbekämpfung eingesetztes Löschwasser kann Schäden an Bauteilen aus LP erzeugen. Abgeschwemmtes Material von LP im Löschwasser erzeugt keine Umweltrisiken.

7.2 Hochwasser

Unter Wassereinwirkung (z. B. Hochwasser) kann das Bindemittel Baulehm in den LP replastifiziert und ausgewaschen werden. Dabei werden keine wassergefährdenden Stoffe freigesetzt. Aufgeweichte Bereiche müssen ggf. auf ihre Stabilität untersucht werden.

7.3 Havarie Wasserleitungen

Infolge von Schäden an Wasserleitungen kann im Gebäude Wasser austreten und verarbeitete LP aufweichen. Aufgeweichte Bereiche müssen ggf. auf ihre Stabilität untersucht werden.

8 HINWEISE ZUR NUTZUNGSPHASE

Die deklarierten LP emittieren keine umwelt- oder gesundheitsgefährdenden flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, TVOC).

Die dynamische Luftfeuchtesorption der LP in der Nutzungsphase hat Auswirkungen auf das Raumklima und trägt damit zur energetischen Optimierung notwendiger Luftwechselraten bei. Entsprechende Nachweise nach DIN 18948, A.2 sind in *Tab. 2.4* dokumentiert. Die dortige Zuordnung zur Sorptionsklasse WS III wird als Feuchtesorption in g/m^2 und h geprüft. WS III erreicht folgende Sorptionswerte:

nach 1 Stunde: $\geq 13 \text{ g/m}^2$

nach 6 Stunden: $\geq 61 \text{ g/m}^2$

nach 12 Stunden: $\geq 91 \text{ g/m}^2$.

Die Lebensdauer von verarbeiteten LP ist abhängig von der jeweiligen Konstruktion, der Nutzungssituation, dem Nutzer selbst, Unterhalt und Wartung usw. Bauteile mit den deklarierten LP sind reparaturfreundlich. LP sind gut mit anderen Baustoffen kombinierbar.

9 NACHNUTZUNGSPHASE

Die Nachnutzungsphase wird sofern zutreffend in den Informationsmodulen C1-C4 und im Modul D deklariert (*Abs. C*).

Umweltgerechte Baustoffe zeichnen sich aus durch die Möglichkeit der sortenreinen Trennung und energiearmen Aufbereitung für ein Recycling. Dabei ist zu unterscheiden in [1, Bild 3.5]:

Produktrecycling bedeutet die Wieder- / Weiterverwendung von Baustoffen / Bauteilen in ihrer ursprünglichen Gestalt und i. d. R. für die ursprüngliche Verwendung. Dazu erforderlich ist ein selektiver Rückbau, um sortenreine / unbeschädigte Produkte / Bauteile zu erhalten, gefolgt von den Teilprozessen Zwischenlagerung, Säuberung und ggf. Reparatur.

Materialrecycling ist die Wieder- / Weiterverwertung von Baustoffen / Bauteilen nach Auflösung ihrer ursprünglichen Gestalt. Die Verwertung kann anschließend im ursprünglichen Produkt (Primärrecycling) oder in einem Produktsystem außerhalb des Lehmbaus erfolgen (Sekundärrecycling).

9.1 Recycling

Der Haltbarkeitszeitraum von in Bauteilen verarbeiteten LP liegt i. a. über dem Nutzungszeitraum der errichteten Gebäude. LP können i. d. R. in einfacher Weise zurückgebaut werden. Nach Entfernung anhaftender mitverarbeiteter Baustoffe (z. B. Fugenbewehrungen) können LP bei zielgerichtetem Rückbau von Gebäuden für den gleichen Verwendungszweck wiederverwendet werden. In die LP oberflächennah eingebettete Bewehrungsgewebe lassen sich manuell leicht abziehen.

Die rückgebauten LP dürfen bei einer Wiederverwendung keine Spuren chemischer / biologischer Einwirkungen aus der zurückliegenden Nutzung enthalten (bauschädigende Salze, Moose / Algen, Hausschwamm, Schimmelpilze usw.).

Bei Gebäudeabbruch sortenrein und frei von Reststoffen (z. B. Altanstriche) gewonnene LP ohne Kernbewehrungen können durch Wasserzugabe ohne zusätzlichen Energieaufwand replastifiziert oder trocken zerkleinert als Sekundärrohstoff in einem erneuten Formgebungsprozess wiederverwertet werden. Ihre ursprüngliche Zusammensetzung entspricht i. d. R. den für eine Wiederverwertung als LP geforderten Eigenschaften.

Sofern die o. g. Möglichkeiten der Wiederverwertung nicht praktikabel sind, können aus Gebäudeabbruch sortenrein rückgewonnene LP ohne Kernbewehrungen mit natürlichen mineralischen Zusatzstoffen und einem homogen verteilten Gehalt an natürlichen organischen Zusatzstoffen ≤ 1 M.-% nach Aufbereitung zu rezyklierter Körnung wie Bodenaushub weiterverwertet werden, z. B. im Landschaftsbau, zur Rekultivierung, zur Trassierung von Verkehrswegen oder in der Land- und Forstwirtschaft. Dabei müssen die Bundes-Bodenschutz- u. Altlastenverordnung BBodSchV [26] und die EBV [10] beachtet werden.

Die Rücknahme und direkte Wiederverwendung demontierter LP sind das präferierte Rückgewinnungsszenario in IM D1 für alle deklarierten LP. Der Hersteller bietet eine freiwillige Rücknahme für alle deklarierten LP an.

9.2 Verwertung von Abfällen und Verpackungen

Die Verwertung von Verpackungen wird von zertifizierten Entsorgern gem. Abfallwirtschaftsgesetz (KrW-/AbfG) [13] durchgeführt. Bei der Herstellung von LP entstehen keine Produktionsabfälle. Überschüssige Lehmmischungen gehen zurück in den Produktionsprozess.

9.3 Entsorgung

Bei Gebäudeabbruch zurückgebaute, nicht sortenrein gewinnbare LP, die für eine direkte Wiederverwendung oder Weiterverwertung ungeeignet sind, können auf Grund ihres chemisch neutralen und inerten Verhaltens auf Deponien der Deponieklasse A eingelagert werden (AVV Abfallschlüssel 17 09 04 [3]). Sie stellen keine außergewöhnlichen Belastungen für die Umwelt dar und können als ungefährlicher Siedlungsabfall (NHWD) deklariert werden.

10 NACHWEISE

Die Messung des Radon-Exhalation für alle deklarierten beträgt < 2 Bq/m² h.

TEIL A ÖKOBILANZ

Die Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040 / DIN EN ISO14044 zur Erstellung einer Typ III UPD nach DIN EN 15804 beruht auf einer Sachbilanz der Lebenszyklusindikatoren (LCI) und der Lebenszyklusanalyse (LCA) nach Herstellerangaben, bei der für jede deklarierte Zyklusstufe die Ressourcenverbräuche und entsprechende potenzielle Umweltwirkungen abgeleitet werden. Die Bilanzdaten sind Durchschnittswerte für alle relevanten Energie- und Stoffström im Produktionsjahr 2025.

A.1 Systemdefinition und Modellierung des Lebenszyklus

A.1.1 Deklarierte Einheit

Die funktionale Einheit für die Herstellung von LP ist in DIN 18948, A.3 sowie in der entsprechenden PKR [5] geregelt und wird volumenbezogen mit einem Kubikmeter (1 m³) festgelegt. *Tab. A1* enthält Umrechnungsfaktoren zur deklarierten Einheit.

Tab. A.1 Deklarierte Einheit für alle LP (Tab. 2.1)

Deklarierte Einheit	1	m ³
Rohdichte	680	kg/m ³
Flächengewicht (Durchschnitt)	13	kg/ m ²

A.1.2 Biogener Kohlenstoffgehalt

Nach DIN EN 15804:2022 muss der im Produkt und Verpackung enthaltene biogene Kohlenstoffgehalt C gesondert ausgewiesen werden.

Tab. A.2: Enthaltener biogener Kohlenstoffgehalt in kg C pro m³ LP

Produkte nach Tab. 2.1	LP 01	LP 02	LP 03
Biogener Kohlenstoff im Produkt	26,2 kg C / m ³ LP		
Biogener Kohlenstoff in der Verpackung	0 kg C		

A.1.3 Systemgrenzen

Die gewählten Systemgrenzen entsprechen der UPD –Art: von der Wiege bis zum Werkstor (IM A1 – A3) mit den Modulen C1 – C4 und D [1].

Die Transporte für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Verpackungen zum Werk werden in IM A2 erfasst. Die Transporte von LP nach einem Gebäudeabbruch oder einer Demontage in IM C2 liegen außerhalb der Systemgrenze und gehen in die Umweltbilanz des jeweiligen Gebäudes ein.

A.1.4 Abschneidekriterium

Entsprechend DIN 18948, 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 betrifft die Holzpaletten, Pappzwischenlagen und Verpackungsfolien.

Abweichend davon werden auch alle Stoffflüsse erfasst, deren Umweltauswirkungen < 1 % der gesamten Auswirkungen einer in der Bilanz berücksichtigten Wirkungskategorie darstellen. Das trifft auf das Jutegewebe zu.

A.1.5 Betrachtungszeitraum

Die verwendeten Daten beziehen sich auf das Geschäftsjahr 2025. Die eingesetzten Mengen an Rohstoffen, Energien, Hilfs- und Betriebsstoffen wurden als Jahresmittelwerte für das Werk Schönhausen (Elbe) berücksichtigt.

A.1.6 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 [15] wird eine RSL für LP von 50 Jahren zugrunde gelegt.

Die zur Herstellung benötigten Maschinen, Anlagen und Infrastruktur wurden nicht bilanziert.

A.1.7 Allokation

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

Lehmaushub als *Sekundärlehmaushub* wird als bei der Kiesgewinnung abfallender Bodenaushub bereitgestellt und für LP stofflich ohne Aufbereitung wiederverwendet. Der Hauptanteil der Belastungen wird entsprechend der nach DIN EN ISO 14044, Abs. 4.3.2 zugrundeliegenden *physikalischen Allokation* der Kiesgewinnung als Hauptprodukt zugewiesen.

Im Werk eingesetzte Energien, Hilfs- und Betriebsstoffe, die nicht eindeutig einem der im Werk hergestellten Produkte zuordenbar sind, werden nach Gewichtsanteil dem bilanzierten Produkt (*massebezogene Allokation*) zugerechnet.

A.2 Sachbilanz

Die Sachbilanz nach DIN EN ISO 14040, DIN EN ISO 14044 bzw. DIN EN 15804 dient der Quantifizierung der In- und Outputströme des Produktsystems LP auf Basis der Datenerhebung und des Berechnungsverfahrens des Programmbetreibers. Alle Daten beziehen sich auf das Bandstreichverfahren (Abs. 4.1). Das untersuchte Trocknungsverfahren kombiniert Abwärme aus einer mit Erdgas betriebenen Kraft-Wärme-Kopplung und Holzfeuerung zum Betrieb eines Netzbandtrockners. Auf einem luftdurchlässigen, perforierten Förderband durchlaufen die noch feuchten LP eine Trockenkammer mit mehreren Trocknungsbereichen.

Der Input umfasst direkte Ausgangsstoffe (A1), Energieträger, Strom- und Wassereinsatz (A3). Hinzu kommen Transporte ins Werk (A2). Der Output ist 1 m³ des Produktes und Emissionen aus dem System. Die Darstellung der Sachbilanz erfolgt getrennt für die Lebenswegphasen innerhalb der gewählten Systemgrenze. Die Sachbilanz muss dem Prüfungsgremium für eine gesonderte Verifizierung [5] zur Verfügung gestellt werden und wird zentral beim DVL hinterlegt.

Tab. A.1 bildet die Inputfaktoren für die deklarierten LP ab.

Tab. A1: Sachbilanz der Inputfaktoren aller deklarierten LP
Einheit: m³ (680 kg/m³)

Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
IM/Einheit	MJ H _u	MJ H _u	MJ H _u	MJ H _u	MJ H _u	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u	m ³
A1	7,85E+03	4,50E+01	7,89E+03	1,16E+03	8,58E+00	1,17E+03	8,14E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,40E-01
A2	4,51E+00	0,00E+00	4,51E+00	4,71E+01	0,00E+00	4,71E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,16E-03
A3	2,63E+03	0,00E+00	2,63E+03	3,04E+02	0,00E+00	3,04E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,43E-03
A1-A3	1,05E+04	4,50E+01	1,05E+04	1,51E+03	8,58E+00	1,52E+03	8,14E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,49E-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-erneuerbarer PE

SM = Einsatz von Sekundärstoffen

RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe

NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe

FW = Einsatz von Süßwasserressourcen

MB = Modul beschrieben

MNR = Modul nicht relevant

ND = nicht deklariert

Hauptinputfaktoren sind die mineralischen und pflanzlichen Ausgangsstoffe der LP, insbesondere ca. 73 M.-% Sekundärlehmaushub als Bodenabfall aus der Kiesgewinnung und rund 18 M.-% Hanfschäben. Die Trocknungsenergie der bandgestrichenen Lehm Masse kommt hauptsächlich aus der thermischen Verwertung von Holzchips (ähnlich Holzpellets) mit einem durchschnittlichen Jahresbedarf von 181 kg Holz/m³ LP. Frischwasser zur Mischung der Lehm Masse und zum Auftrag auf das Band verdampft im Trocknungsprozess. Strom aus dem bundesdeutschen Strommix, Diesel- und Erdgasverbrauch für den Werksbetrieb wird über eine massebezogene Allokation anteilig dem Produktsystem LP zugerechnet.

Die direkte Wiederverwendung nach manueller Demontage der LP ist das favorisierte Rückgewinnungsszenario D1 mit einem unterstellten Masseverlust von 5M.-%. Nicht direkt wiederverwertbare LP werden in IM C3 zerkleinert und in Rückgewinnungsszenario D2 als Ausgangsstoff für neue LPM wiederverwertet.

Tab. A.2 bildet die Outputfaktoren für die deklarierten LP ab.

Tab. A.2: Sachbilanz der Outputfaktoren aller deklarierten LP

Einheit: m^3 ($680 \text{ kg}/m^3$)

Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ	MJ
A1	2,05E-04	4,47E-01	6,22E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
A2	1,52E-06	7,67E-03	7,07E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
A3	6,42E-05	9,59E-02	3,40E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
A1-A3	2,71E-04	5,51E-01	4,03E-02	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

ND = nicht deklariert

Die Abfälle HWD, NHWD und RWD in IM A1 – A3 stammen aus den Vorketten zur Bereitstellung und Nutzung von fossilen Energieträgern. Die Produktion der LP läuft abfall- und abwasserfrei. Bei manueller Demontage in IM C1 verbleiben als Output 95M.-% von $680 \text{ kg}/m^3$ LP und 5M.-% von $680 \text{ kg}/m^3$ LP als Recyclingmaterial. Bei Wiederverwertung in IM C3 entsteht Recyclinglehm und Gesteinskörnung nach Zerkleinerung der LP als Substitut für Ausgangsstoffe außerhalb des Systems. Die Rückgewinnungsszenarien D1 und D2 vermeiden insbesondere ungefährliche Abfälle aus IM A1 und IM A3.

TEIL B LEBENSZYKLUSANALYSE (LCA)

B.1 Annahmen und Abschätzungen

Die Annahmen und Abschätzungen betreffen Lehmaushub als Sekundärrohstoff, Pflanzenanteile, die Abfallaufbereitung (IM C3), die Deponierung (IM C4) sowie die Rückgewinnungspotenziale (IM D1 – D3).

Lehmaushub: Die Angaben der Hersteller zur Bereitstellung des Ausgangsstoffes Erdaushub (Grubenlehm) werden getrennt nach Primär- und Sekundärlehmaushub erfasst:

Bei Primärlehmaushub wird der gesamte Abbauprozess mit Rekultivierungsmaßnahmen bewertet. Der Ressourceneinsatz und die Umweltwirkungen der Prozesse des Grubenbetriebes entfallen auf die Lehm- bauprodukte.

Sekundärlehmaushub wie auch Recyclinglehm entstammen Vorprozessen, die ursprünglich mineralische Abfallstoffe außerhalb der Systemgrenze waren und sich beim Eintritt in das System LP u. KE zu Ausgangsstoffen für deren Herstellung verwandeln. Diese Vorprozesse außerhalb des Systems werden in der Bilanz nicht berücksichtigt. Sekundärgrubenlehm wird in Tab. A.1, Z. 8 als „eingesetzte Sekundärstoffe SM“ erfasst.

Trockenlehm ist getrockneter, ggf. gemahlener Lehmaushub. Trockenlehm wird nach der vorliegenden EMAS-zertifizierten Umweltbilanz eines Herstellers bewertet [17][18]. Danach bemisst sich auch der

Substitutionseffekt durch trocken rückgewonnene und aufbereitete Lehmanteile aus demontierten LP in IM D3.

Hanfschäben machen 50% des Hanfstängels aus. Sie sind damit das mengenmäßig umfangreichste Produkt des Faseraufschlusses. Hanfschäben haben eine längliche Form und setzen sich zusammen aus ca. 35 % Zellulose, 18 % Hemizellulose und 21 % Lignin. Proteine, Pektine und Kohlenhydrate sind insgesamt zu etwa 18 % enthalten. Hanfschäben können bis zum Vierfachen ihres Eigengewichts an Feuchtigkeit aufnehmen und sind leicht kompostierbar. Im Vergleich zu anderen natürlichen Faserstoffen zeichnen sich Schäben durch ein geringes Gewicht, eine hohe Porosität und damit hohe Wärmedämmwirkung sowie eine hohe Elastizität aus. In einer Faseraufschlussanlage werden getrockneten Pflanzenstängel (Hanf) in Fasern und Schäben getrennt. Dieser Aufschluss erfolgt in der Regel rein mechanisch: der verholzte Innenteil des Stroh wird gebrochen, dabei entstehen die Schäben, die dann in mehreren Prozessschritten von den Fasern getrennt werden. Als gereinigtes Produkt stellen Schäben ein marktfähiges Erzeugnis dar. Auf 1 t Hanfstängel entfallen 0,5 t Hanfschäben. Die Gewinnung und Bereitstellung von Hanfschäben wird auf Basis der spezifischen Ökobilanzdaten für Ernte und Aufbereitung des Herstellers modelliert [22].

Während des Pflanzenwachstums wird der Atmosphäre durch die Photosynthese CO_2 entzogen und in Form von C in den Pflanzen eingelagert. Am Ende des Lebenszyklus wird dieser C nur bei energetischer Verwertung wieder in die Atmosphäre entlassen. LP werden am Lebensende nicht energetisch verwertet, sondern demontiert, herstellerseitig zurückgenommen und wiederverwendet (IM D1) oder stofflich wiederverwertet (IM D2/D3). Somit verbleibt das gebundene CO_2 des Pflanzenanteils technisch im System. Gemäß DIN EN 15804, Abs. C.2.4 müssen Emissionen von biogenem CO_2 aus Biomasse und Übergänge von Biomasse in nachfolgende Produktsysteme als $+1 \text{ kg CO}_2\text{-Äq/kg CO}_2$ des biogenen Kohlenstoffs charakterisiert werden. Die CO_2 -Gutschrift wird entsprechend der normativen Vorgabe in IM C3 bzw. IM C4 bilanziell wieder aufgelöst.

Abfallaufbereitung (C3): Die Annahmen zum IM C3 für LP basieren auf Untersuchungen der FH Potsdam zur Aufbereitung durch Auflösung in Wasser (Einsumpfen / Nassverfahren) und trockenes Zermahlen (Trockenverfahren) [20][21]. Dabei wurde eine im Baustoffrecycling übliche Zerkleinerungstechnik mit einem Prallbrecher unterstellt. Dazu wurde die Stoffzusammensetzung hinsichtlich der Möglichkeit der Wiederverwertung für neue LP oder zur Weiterverwertung für andere Lehmbaumstoffe labortechnisch analysiert.

Rückgewinnungspotenzial (D): Eine direkte Wiederverwendung demontierter LP ersetzt den gesamten Produktionsdurchlauf und verschafft LP einen weiteren Lebenszyklus (IM D1).

Nicht direkt wiederverwendbare LP ermöglichen die Wiederverwertung der rückgewinnbaren mineralischen Inhaltsstoffe zur Substitution der Ausgangsstoffe zur Wiederverwertung für neue LP (IM D2).

B.2 Datenerhebung und Datenqualität

Die Datenerfassung für die untersuchten Produkte und Verfahren erfolgte durch Befragung mittels eines strukturierten Erfassungsbogens, einer Vor-Ort-Besichtigung im Werk am 13.12.2025 und einer Aktualisierung der erfassten Daten im Januar 2026. Alle Daten und Berechnungen sind beim Programmbetreiber hinterlegt.

Der überwiegende Teil der Daten für die Vorketten stammt aus Datenbanken, die unter konsistenten zeitlichen und methodischen Bedingungen erhoben wurden. Es wurde auf eine weitgehende Vollständigkeit der Erfassung umweltrelevanter Stoff- und Energieströme Wert gelegt. Die Datenqualität ist somit als sehr gut zu bezeichnen. Die verwendeten Daten beziehen sich auf das Geschäftsjahr 2025. Die Ökobilanz wurde für den Bezugsraum Deutschland erstellt.

Zur Modellierung der Umweltwirkungen wurden zusätzlich die in *Tab. B.2* aufgeführten Ökobilanzen, UPD und relevante Studienergebnisse [19][20][21][23][24][25] herangezogen.

Tab. B.2 Übersicht Datengrundlagen

Nr.	Daten	Hintergrunddatensätze
1	Hanfschäben	Ökobilanzdaten Hanfernte/-verarbeitung, Hanf Uckermark [22]
2	Jutearmierung	Anteilige Berechnung nach BAU-EPD-Hempflax-2022-1-GaBi [16]
3	Holzverbrennung	UBA 2024 [23], FNR [24]; Diedrichs, Rüter [25]
4	Trockenlehm	EMAS Stephan Schmidt GmbH [17]; Nachhaltigkeitsbericht Stephan Schmidt GmbH 2024 [18]. Zum Vergleich: Lehmpulver, 01.01.04 ÖKOBAUDAT Nov. 2025 [1][4]
5	Abfallaufbereitung	FH Potsdam [19][20]; Schroeder/Lemke [21]
6	Wiederverwertung S	FH Potsdam [19][20]; Schroeder/Lemke [21]

Zur Modellierung der Umweltwirkungen des Lebenszyklus wurden aktuelle GaBi-Hintergrunddatensätze und spezifische Produktdatensätze aus dem Software-System ÖKOBAUDAT [14] (www.oeko-baudat.de) des Bundesinstituts f. Bau-, Stadt- u. Raumforschung (BBSR) verwendet.

Die verwendeten Daten sind nicht älter als 5 Jahre.

B.3 Indikatoren der Umweltwirkungen

Die detaillierten Bilanzdaten zu den Input-, Umweltwirkungs- und Outputfaktoren befinden sich im *Tabellenanhang Abs. D*.

Aus der Sachbilanz und den Hintergrunddaten ergeben sich die Indikatoren der Umweltwirkung von der Bereitstellung der Ausgangsstoffe bis zum Werkstor (IM A1 bis A3). Die Umweltwirkungen werden in *Tab. B.3* zusammenfassend dargestellt.

Tab. B.3 Indikatoren zur Beschreibung der Umweltwirkung der deklarierten LP

Einheit: m³ (680 kg/m³)

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.	m ³ world eq.	kg Sb eq.	MJ H _u eq.
A1	-3,22E+02	-3,48E+02	2,28E+01	2,96E+00	4,96E-03	1,44E-01	4,75E-01	5,42E-01	5,49E-02	9,71E-02	8,81E+00	1,84E-03	1,16E+03
A2	3,63E+00	8,13E-03	2,35E+00	1,27E+00	8,91E-10	8,14E-03	1,22E-02	6,35E-02	9,23E-03	5,62E-03	2,31E-02	4,84E-04	3,07E+04
A3	2,69E+02	2,52E+02	1,63E+01	1,31E-03	3,15E-07	-1,53E-02	7,56E-03	5,98E-02	1,91E-03	2,54E-01	4,55E-02	6,89E-04	2,88E+02
A1-A3	-4,96E+01	-9,54E+01	4,15E+01	4,23E+00	4,97E-03	1,37E-01	4,94E-01	6,65E-01	6,61E-02	3,56E-01	8,87E+00	3,02E-03	3,22E+04

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 Abbau nicht fossiler Ressourcen

ADPF = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe

MNR = Modul nicht relevant

MB = Modul beschrieben

ND = nicht deklariert

TEIL C INTERPRETATION DER ÖKOBILANZ

Im Teil C werden ausgewählte Ergebnisse der Sach- und Ökobilanz (Tab. A.1 und B.3) in Form von Balkendiagrammen für die Parameter Primärenergieeinsatz (PEI) und Treibhausgaspotenzial (GWP 100) sowie für das Nachnutzungsmodul IM C3 und die Rückgewinnungspotenziale in IM D1 – D3 zusammenfassend dargestellt und interpretiert (Abb. C.1 – C.3, Tab. C.3.1 – C.3.3).

C.1 Primärenergieeinsatz

Die Durchschnittswerte zum PEI in der Sachbilanz (Tab. A.1) basieren auf Angaben des Herstellers bezogen auf das gesamte Jahr 2025.

Der Primärenergieeinsatz PEI beträgt insgesamt 12.000 MJ/m³ LP, davon 10.500 MJ/m³ oder 88% aus regenerativen Energiequellen (Abb. C.1).

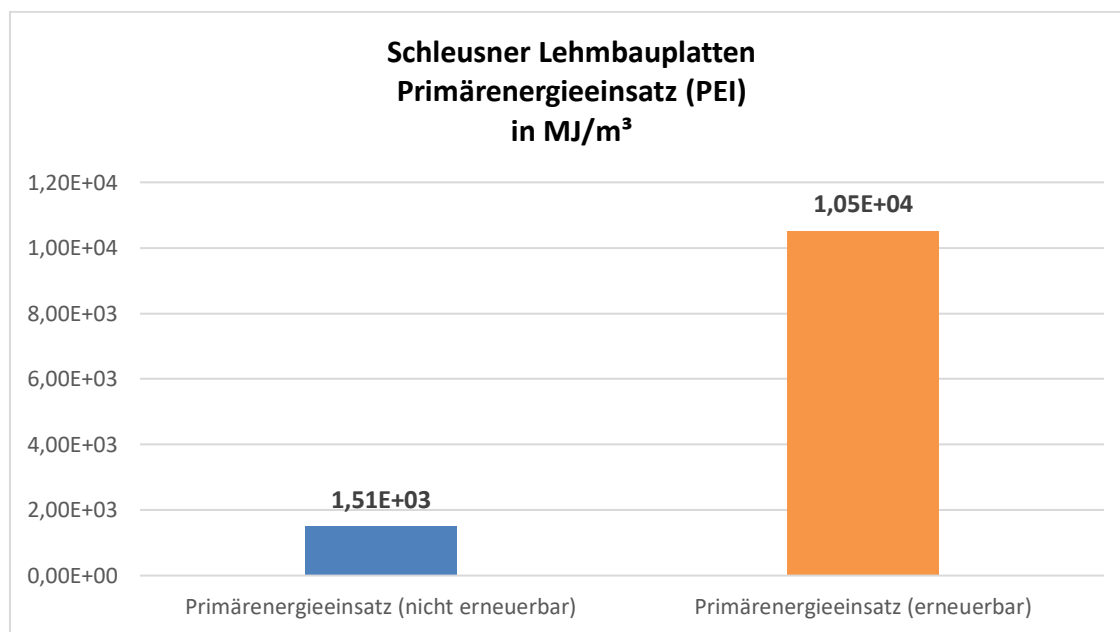


Abb. C.1 Primärenergieeinsatz PEI der deklarierten LP in MJ/m³

Die Holzhackschnitzel (kurz: Holzchips) zur Wärmeerzeugung und Trocknung der LP und die Herstellung von Hanfschäben stellen mit 8.950 MJ/m³ LP oder rund 75% den Hauptanteil an den regenerativen Energieeinträgen (Abb. C.2). Der Herstellprozess benötigt zusätzlich zur Trocknungsenergie aus energetischer Holznutzung 2.920 MJ/ m³ LP für anteilige Verbräuche aus Strom, Diesel und Erdgas im Werk. Die Ausgangsstoffe der Lehmmischung bestehen auf der mineralischen Achse aus 73 M.-% Sekundärlehmaushub, 3 M.-% Gesteinskörnung und 4 M.-% RC-Gesteinskörnung (Abb. C.2). Alle mineralischen Ausgangsstoffe tragen insgesamt 11,9 MJ/ m³ LP zu den Energieeinträgen bei. Die Bereitstellung des Sekundärlehmaushubs und der RC-Gesteinskörnung bleibt außerhalb des Systems, nur die Transporte ins Werk werden deklariert. Die Transporte ins Werk verbrauchen insgesamt 51,6 MJ/m³ LP.

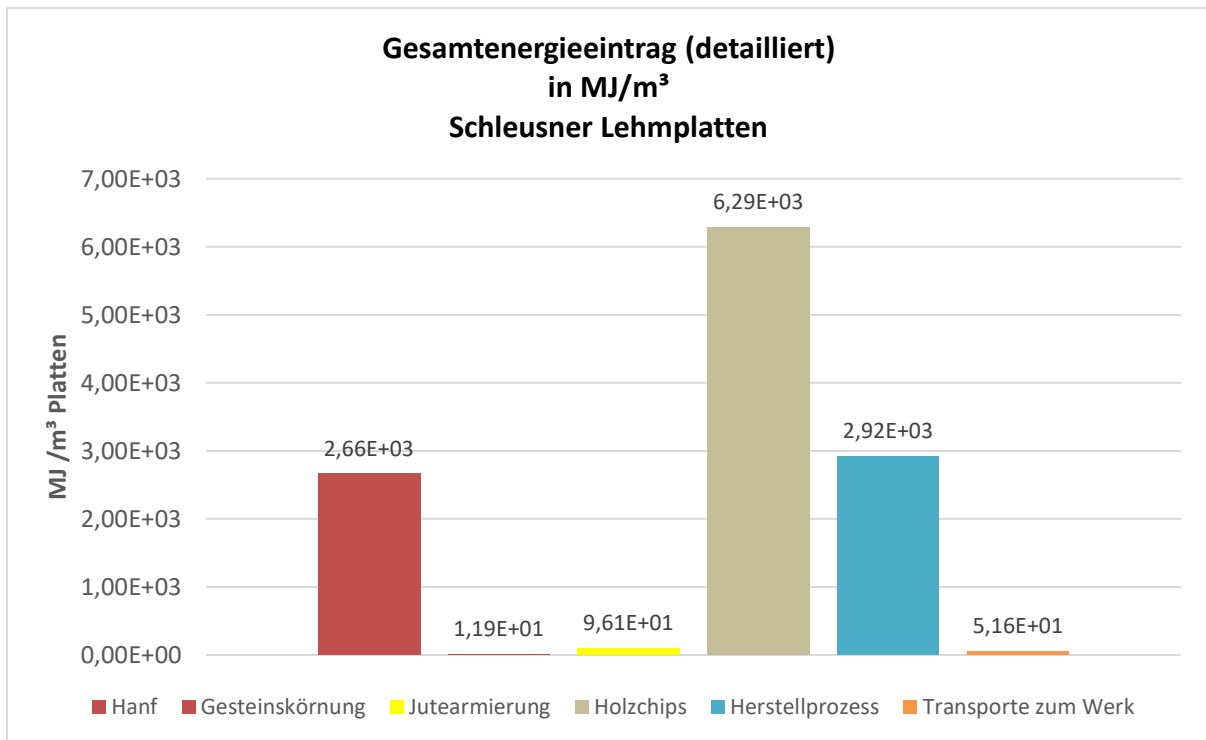


Abb. C.2 Verteilung des Primärenergieeinsatzes PEI für die deklarierten LP nach Tab. 2.1

C.2 Treibhausgaspotenzial (GWP)

Die in der LP-Mischung verwendeten Hanfschäben und die Jutearmierung enthalten gebundenes CO₂, das in die Berechnung mit -1,07 kg CO₂ pro kg dieser Ausgangsstoffe einbezogen wurde. Die Holzfeuerung erfolgt mit zerkleinerten Holzhackstücken, sog. Holzchips. Diese Holzchips zur Trocknung der LP haben CO₂ über die Photosynthese in Kohlenstoff gebunden. Bei einem durchschnittlichen Feuchtegehalt der Holzackschnitzel (kurz; Holzchips) von 12% ergibt sich ein CO₂-Gehalt von 1,39 kg CO₂/kg Holzchips nach folgender stöchiometrischen Berechnung: C-Gehalt 0,38kg x 44/12 = 1,39 kg CO₂. Dieses gebundene CO₂ wird als Teil der Ausgangsstoffe gutgeschrieben (IM A1) und bei energetischer Nutzung zur Trocknung in IM A3 belastet.

Demnach ergibt sich ein insgesamt negatives Treibhausgaspotenzial (GWP total) vom Ausgangsstoff bis zum Werkstor (IM A1 – A3) in Höhe von rund -4,96E+01 kg CO_{2equiv}/m³ LP.

Zur besseren Vergleichbarkeit empfiehlt sich eine Umrechnung des GWP auf CO_{2equiv}/m². Bei einer Rohdichte der LP von 680 kg/m³ und durchschnittlich ca. 13 kg/m² ergibt das ein *flächenbezogenes* GWP von durchschnittlich -0,95 kg CO_{2equiv}/m² LP.

In Abb. C.3 summiert sich der Herstellungsprozess in IM A3 auf 2,69E+02 kg CO_{2equiv}/m³ LP, davon entfallen 86 % auf die Freisetzung von CO₂ aus der Holzverbrennung. Der Rest verteilt sich, anteilig nach massebezogener Allokation auf den Strommix, den Verbrauch von Erdgas und Diesel im Werk.

Dagegen stehen weitere Gutschriften für gebundenes, nicht freigesetztes CO₂ in Hanfschäben (-8,85E+01 kg CO_{2equiv}/m³ LP) und für Jutegewebe (-1,69E+00 kg CO_{2equiv}/m³ LP).

Alle Transporte ins Werk, einschließlich der Sekundärrohstoffe verursachen zusammen 3,63E+00 kg CO_{2equiv}/m³ LP.

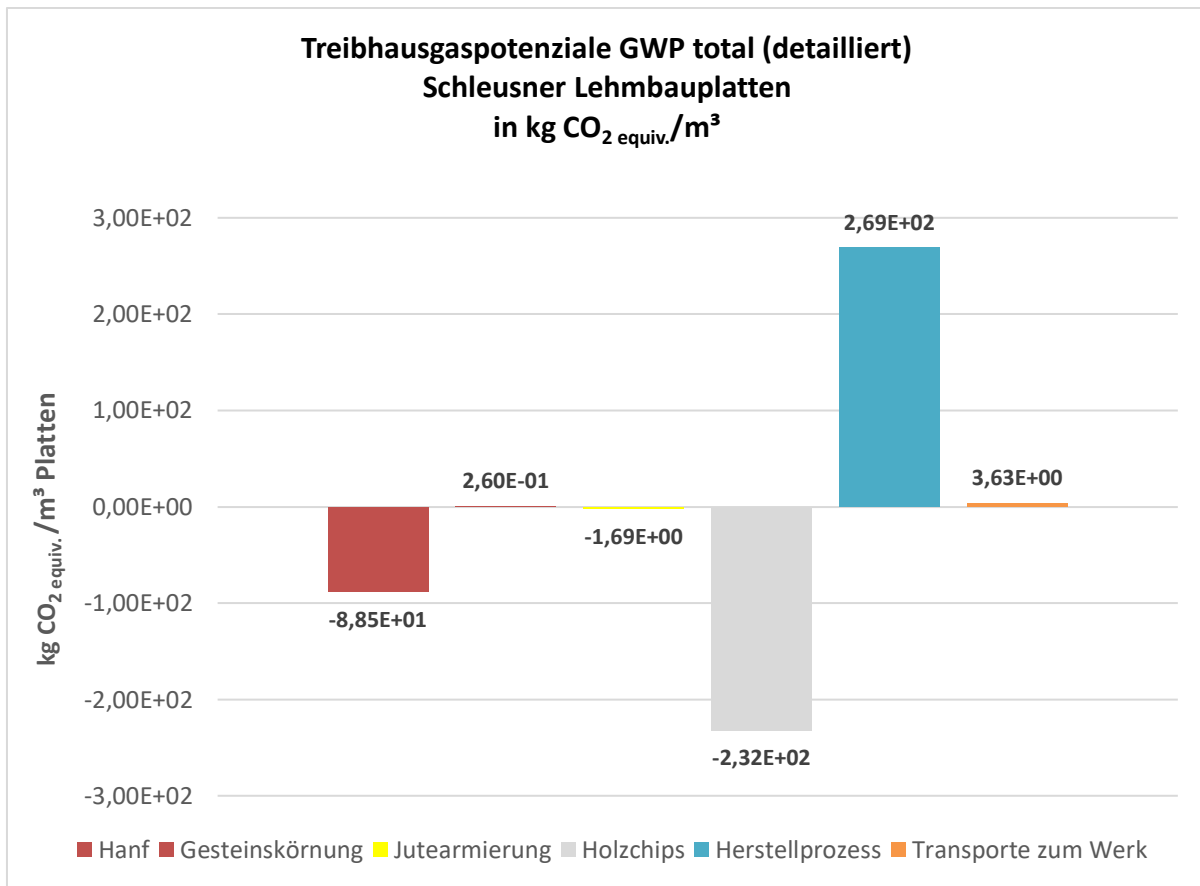


Abb. C.3 Verteilung der Treibhausgaspotenziale GWP nach IM A1 – A3 für LP nach Tab. 2.1

C.4 Aufbereitung (IM C3) und Rückgewinnung (Modul D)

Demontierte LP können grundsätzlich ohne erneute Prozessschritte wiederverwendet werden. Wie alle Lehmbaumstoffe lassen sich auch LP mit geeigneten LPM reparieren. Abbruchkanten, die bei Demontage entstehen können, lassen sich damit wieder auffüllen und glätten. Diese Anwendungspraxis vorausgesetzt, wird das Rückgewinnungspotenzial der Wiederverwendung in *DI* mit einem angenommenen Demontageverlust von 5 M.-% berechnet.

Zur möglichen Aufbereitung von LP-Abbruchmaterial fanden Versuche und Laboranalysen an der FH Potsdam statt [19][20]. Damit wurde die prinzipielle Realisierbarkeit der Aufbereitung erstmals nachgewiesen. Die Aufbereitung des LP -Abbruchmaterials wurde nach zwei Verfahren erprobt:

- Wässern („Einsumpfen“) des LP-Abbruchmaterials (*Nassverfahren*),
- mechanische, maschinelle Aufbereitung des Abbruchmaterials (*Trockenverfahren*) zu Lehm-Rezyklat.

Die Aufbereitung von LP-Abbruchmaterial kann als Teil des Prozesses zur Wiederverwertung im Werk auch im *Nassverfahren* erfolgen. Für das *Nassverfahren* lassen sich Bilanzdaten jedoch nicht sinnvoll quantifizieren, weil bisher keine industrielle Verfahrenstechnik bekannt ist.

Beim *Trockenverfahren* wird die ursprüngliche Produktgestalt der LP durch mechanische Zerkleinerung zerstört (*IM C3*) und zu trockenem Lehm-Rezyklat aufbereitet.

Das *Trockenverfahren* wird durch Leistungsdaten typischer mechanischer Aufbereitungsanlagen bilanziert. Trockene Aufbereitungstechniken sind maschinelle Zerkleinerungsprozesse mit stationär oder mobil einsetzbaren Maschinen, deren Leistungsdaten für eine Bilanzierung in *IM C3* genutzt werden können. Diese Aufbereitungstechnik eröffnet zusätzliche Rückgewinnungspotenziale zur Wiederverwertung

für andere Lehmbaustoffe als LP und Weiterverwertung außerhalb des Produktsystems Lehm. Zur Bewertung des Nettoeffektes dieses Rückgewinnungsverfahrens werden dessen Primärenergieeinsatz PEI sowie die Umweltwirkung GWP ermittelt, um diese dem Einsparpotenzial bei einer Wiederverwertung für andere Lehmbaustoffe gegenüberzustellen.

Ausgewählt wurde eine für das Baustoffrecycling typische Prallmühle mit 0,23 l/t Dieselverbrauch einschließlich Stromgenerator. Solche Prallmühlen zerkleinern vor allem härtere Materialien als Lehm, z. B. Beton. Deshalb dürfte der hier zur Bilanzierung angenommene Verbrauch für LP tendenziell zu hoch angesetzt sein, wird aber beibehalten. Ein zusätzlicher Windsichter mit 30 kW Leistung bei 80 t/h Durchsatz sorgt für die Trennung leichterer Holzbestandteile von schwereren mineralischen Komponenten. Eine kombinierte trockene Aufbereitungstechnik, bestehend aus Schredder und Windsichter, verbraucht 0,27 l Diesel / t Materialdurchsatz.

Abb. C.7 bezieht sich auf die tatsächlichen Energie- und Wirkungsfaktoren für die Abfallaufbereitung ohne den nach DIN EN ISO 15804 vorgeschriebenen bilanziellen Ausgleich des gebundenen biogenen CO₂. Im Rückgewinnungsszenario D2 wird der tatsächliche Wert der mechanischen Zerkleinerung von LP angewendet.

Abb. C. 7 zeigt zwei Kenngrößen der Bilanzierung des IM C3: der PEI beträgt bei Dieselbetrieb mit der unterstellten Aufbereitungstechnik 1,92E-03 MJ/kg LP-Abbruch bzw. umgerechnet auf die deklarierte Einheit m³ 1,65E-02 MJ/m³ LP-Abbruch. Das entspricht einem GWP-Wert von 1,47E-04 kg CO_{2equiv}/m³ LP-Abbruch bzw. 1,86E-05 kg CO_{2equiv}/kg LP-Abbruch.

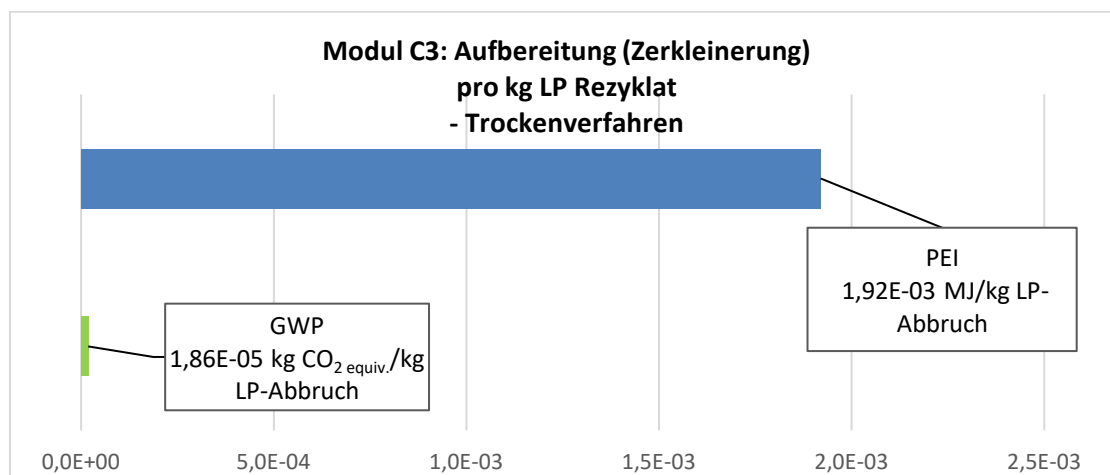


Abb. C.7 PEI u. GWP für trockene Aufbereitung von LP –Abbruchmaterial

Das gebundene biogene CO₂ in Pflanzenteilen aus IM A1 (Hanfschäben, Jutegewebe) wird in IM C3 bilanziell wieder neutralisiert. Das gebundene CO₂ im Brennholz wird in IM A3 bei energetischer Nutzung zur Trocknung bilanziell neutralisiert. Nach dieser Bilanzregel errechnet sich ein GWP total in IM C3 von 96,3 kg CO_{2equiv}/kg LP (Tab. B.2 und Wirkungsindikatoren in Tabellenanhang Teil D).

C.6 Rückgewinnungsszenarien

Nachfolgend werden zwei Rückgewinnungsszenarien D1 und D2 für LP bewertet:

D1: zerstörungsfreie Demontage von LP mit einem Verlust von 5M.-% bei Umbauten oder vor Gebäudeabbruch zur Wiederverwendung (Tab. C.3.1). In *D1* verbleibt das gebundene CO₂ aus den pflanzlichen Komponenten weiterhin im Produkt und wird nicht freigesetzt.

D2: Zerkleinern/Schreddern von LP-Abbruch und trockene Aufbereitung nach IM C3 zur Wiederverwertung der trocken zurückgewonnenen mineralischen Ausgangsstoffe Trockenlehm und Gesteinskörnung (Tab. C.3.3). Das Rückgewinnungsszenario D2 basiert auf den Masseanteilen der mineralischen Ausgangsstoffe Lehmaushub (73M.-%) und Gesteinskörnung (7 M.-%).

C.6.1 Szenario D1 - Wiederverwendung

Tab. C.6.1 veranschaulicht die Rückgewinnungspotenziale in IM D1 unter der Annahme von 5 % Materialverlust bei der LP-Demontage. Der Hersteller bietet in den Datenblättern eine freiwillige Rücknahme der LP an. Bei der manuellen Demontage IM C1 entstehen keine quantifizierbaren Energie- und Stoffströme. Es gibt keine Aufbereitung (IM C3).

Tab. C.6.1 Rückgewinnungspotenziale – Wiederverwendung demontierter LP

Szenario D 1: Wiederverwendung demontierter LP pro m ³ LP					
680 kg/m ³	Parameter	PERT	PENRT	PEI	GWP
	Einheiten	reg. Primärenergie MJ H _u	nicht reg. Primärenergie MJ H _u	(total) MJ H _u	(total) kg CO ₂ equiv.
Rückbau/Demontage; manuell	C1	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Abfallbehandlung Zerkleinerung	C3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Wiederverwendung LP	D1	-9,99E+03	-1,40E+03	-1,14E+04	-1,88E+02

Unter dieser Voraussetzung kann eine Wiederverwendung einen großen Teil des sonst erforderlichen Energieinputs für neu zu produzierende LP in Höhe von durchschnittlich 11.400 MJ/m³ LP (berechnet nach IM A1 u. A3 ohne A2) einsparen.

Die Wiederverwendung von LP vermeidet potenziell 188 kg CO₂equiv/m³ LP. Das liegt insbesondere an den vermiedenen GWP-Emissionen durch die entfallene Trocknung mit Holzhackschnitzel (sog. Holzchips).

C.6.2 Szenario D2 - Wiederverwertung

Tab. C.6.2 zeigt die Umweltkennzahlen PEI und GWP bei einer Wiederverwertung des in den LP enthaltenen Lehmaushubs (73 M.-%) und der Gesteinskörnung (7 M.-%) als Substitut für Lehmprodukte, die im Trockendosierverfahren hergestellt werden (z. B. Trockenlehm Mörtel). Das Szenario unterstellt einen Masseverlust von 5 M.-%. Die homogene Zusammensetzung von Lehmstoffen nach DIN 18945-18948 erleichtert die Wiederverwertung im System Lehm.

Zur Berechnung der Rückgewinnungspotenziale bei Wiederverwertung der trockenen mineralischen Ausgangsstoffe aus LP-Abbruch konnte auf Umweltbilanzdaten und Nachhaltigkeitsbericht 2025 eines Herstellers für diese Trockenbestandteile vieler Lehmprodukte zurückgegriffen werden [17][18].

Tab. C.6.2 LP Rückgewinnungspotenziale D2 – Wiederverwertung

Szenario D 2: Wiederverwertung demontierter LP pro m³ LP					
680 kg/m ³	Parameter	PERT reg. Primärenergie MJ H _u	PENRT nicht reg. Primär- energie MJ H _u	PEI (total) MJ H _u	GWP (total) kg CO _{2equiv.}
	Einheiten				
Rückbau/Demontage; manuell	C1	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Abfallbehandlung/ Zerkleinerung	C3	4,14E-02	6,30E+00	6,34E+00	6,15E-02
Wiederverwertung als LPM (Trockendosierverfahren)	D2	-1,13E+01	-5,48E+02	-5,59E+02	-3,27E+01

Die pulverigen, trocken rückgewonnenen und zerkleinerten mineralischen Bestandteile aus LP-Abbruch eignen sich für Trockendosierverfahren, wie sie z. B. für LPM angewendet werden. Allein der Trocknungsprozess von erdfeuchtem Lehm erfordert nach Angaben von Lieferanten einen PEI von 1,13 MJ/kg Trockenlehm. Die Substitution getrockneter mineralischer Ausgangsstoff für neue trockene Lehmabbaustoffe durch trocken wiederverwerteten LP-Abbruch spart PEI für die Bereitstellung getrockneter Ausgangsstoffe (Lehm/Sand) in Höhe von 559 MJ/ m³ LP-Abbruch. Der Substitutionseffekt nach Szenario D2 vermeidet Treibhausgasemissionen GWP in Höhe von 32,7 kg CO_{2equiv}/m³ LP-Abbruch (Tab. C.6.2). Unter Berücksichtigung d der trockenen Aufbereitungstechnik (IM C.3) verbleibt ein Netto-Vermeidungseffekt von GWP von 32,6 kg CO_{2equiv}/m³ LP-Abbruch oder > 99 %.

D. TABELLENANHANG

Im Abs. D werden die Input-, Wirkungs- und Outputfaktoren für die nach dem beschriebenen Formgebungsverfahren hergestellten LP (Nr. 01 – 03, Tab. 2.1) im Format nach DIN EN 15824 tabellarisch dargestellt.

D.1 Inputfaktoren

Im Abs. D.1 werden in der Tab. D.1 die Inputfaktoren für die deklarierten LP tabellarisch dargestellt.

Tab. D.1 Hanf-Lehmplatten Schleusner, bandgestrichen, Inputfaktoren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA												
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM												
Hanf-Lehmbauplatten Schleusner												
Deklarierte Einheit m ³ : 680kg/m ³		Parameter	PERE	PERM	PERT	PENRE	PENRM	PENRT	SM	RSF	NRSF	FW
		IM/Einheit	MJ H _u	MJ H _u	MJ H _u	MJ H _u	MJ H _u	MJ H _u	MJ H _u	kg	MJ H _u	MJ H _u
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	7,85E+03	4,50E+01	7,89E+03	1,16E+03	8,58E+00	1,17E+03	8,14E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,40E-01
	Transport	A2	4,51E+00	0,00E+00	4,51E+00	4,71E+01	0,00E+00	4,71E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,16E-03
	Herstellung	A3	2,63E+03	0,00E+00	2,63E+03	3,04E+02	0,00E+00	3,04E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,43E-03
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	1,05E+04	4,50E+01	1,05E+04	1,51E+03	8,58E+00	1,52E+03	8,14E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,49E-01
Nutzungs-stadium	Nutzung	B1	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Instandhaltung	B2	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Reparatur	B3	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Ersatz	B4	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Erneuerung	B5	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	Betriebliche Energienutzung	B6	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
	Betriebliche Wassernutzung	B7	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--	MNR--
Entsorgungs- stadium	Rückbau manuell	C1	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	C2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Abfallaufbereitung, Zerkleinerung	C3	4,14E-02	0,00E+00	4,14E-02	6,30E+00	0,00E+00	6,30E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,96E-05
	Deponierung	C4	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rückgewinnungs- potenziale	Wiederverwendung LP	D1	-9,95E+03	-4,27E+01	-9,99E+03	-1,39E+03	-8,15E+00	-1,40E+03	-7,74E+00	0,00E+00	0,00E+00	-2,32E-01
	Wiederverwertung LPM	D2	-1,13E+01	0,00E+00	-1,13E+01	-5,48E+02	0,00E+00	-5,48E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,11E-02

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

ND = nicht deklariert

D.2 Outputfaktoren

Im Abs. D.2 werden in den Tab. D 2 die Outputfaktoren für die deklarierten LP tabellarisch dargestellt.

Tab. D.2 Hanf-Lehmplatten Schleusner, bandgestrichen, Outputfaktoren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA										
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM										
Hanf-Lehmbauplatten Schleusner										
Funktionale Einheit m ³ : 680kg/m ³		Parameter	HWD	NHWD	RWD	CRU	MFR	MER	EEE	EET
		IM/Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ	MJ
Produkt-stadium	Ausgangsstoffe	A1	2,05E-04	4,47E-01	6,22E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	A2	1,52E-06	7,67E-03	7,07E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Herstellung	A3	6,42E-05	9,59E-02	3,40E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	2,71E-04	5,51E-01	4,03E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
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; manuell	C1	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,46E+02	3,40E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	C2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Aufbereitung, Zerkleinerung	C3	1,05E-08	3,40E+01	5,79E-06	0,00E+00	6,46E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Deponierung	C4	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rückgewinnungs-potenziale	Wiederverwendung LP	D1	-2,56E-04	-5,16E-01	-3,82E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Wiederverwertung LPM	D2	-1,20E-05	-1,32E+00	-5,24E-04	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

ND = nicht deklariert

D.3 Umweltwirkungsfaktoren

Im Abs. D.3 werden in der Tab. D 3 die Umweltwirkungsfaktoren für die deklarierten LP tabellarisch dargestellt.

Tab. D.3 Hanf-Lehmplatten Schleusner, bandgestrichen, Umweltwirkungsfaktoren

Deklaration der Umweltparameter, abgeleitet aus der LCA															
Darstellung gemäß DIN EN 15942 Anhang A Muster ITM															
Hanf-Lehmbauplatten Schleusner															
Funktionale Einheit m ³ : 680kg/m ³	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.	m ³ world eq.	kg Sb eq.	MJ H _u eq.	
Produktstadium	Ausgangsstoffe	A1	-3,22E+02	-3,48E+02	2,28E+01	2,96E+00	4,96E-03	1,44E-01	4,75E-01	5,42E-01	5,49E-02	9,71E-02	8,81E+00	1,84E-03	1,16E+03
	Transport	A2	3,63E+00	8,13E-03	2,35E+00	1,27E+00	8,91E-10	8,14E-03	1,22E-02	6,35E-02	9,23E-03	5,62E-03	2,31E-02	4,84E-04	3,07E+04
	Herstellung	A3	2,69E+02	2,52E+02	1,63E+01	1,31E-03	3,15E-07	-1,53E-02	7,56E-03	5,98E-02	1,91E-03	2,54E-01	4,55E-02	6,89E-04	2,88E+02
	Summe (cradle to gate)	A1-A3	-4,96E+01	-9,54E+01	4,15E+01	4,23E+00	4,97E-03	1,37E-01	4,94E-01	6,65E-01	6,61E-02	3,56E-01	8,87E+00	3,02E-03	3,22E+04
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	Demontage, Abriss; manuell	C1	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Transport	C2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Aufbereitung, Auflösung GWP bionic	C3	9,63E+01	9,62E+01	9,92E-06	6,07E-02	7,65E-11	1,55E-04	1,75E-04	3,55E-04	9,49E-05	3,24E-05	4,84E-04	5,01E-06	6,30E+00
	Deponierung	C4	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Rückgewinnungspotenziale	Wiederverwendung LP	D1	-1,88E+02	-1,48E+02	-3,72E+01	-2,81E+00	-4,72E-03	-1,23E-01	-4,58E-01	-5,71E-01	-5,40E-02	-3,33E-01	-8,41E+00	-2,41E-03	-1,38E+03
	Wiederverwertung LPM	D2	-3,27E+01	-7,31E-02	-1,77E-03	-3,27E+01	-4,71E-09	-2,57E-02	-2,02E-02	-1,01E-01	-3,51E-03	-9,13E-03	-1,55E-01	-3,71E-04	-5,48E+02

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 Abbau nicht fossiler Ressourcen
 ADPF = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe
 MNR = Modul nicht relevant
 MB = Modul beschrieben
 ND = nicht deklariert

ZITIERTER STANDARDS / LITERATURHINWEISE

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

DIN 4103-1:2015-06: Nichttragende innere Trennwände – Teil 1: Anforderungen und Nachweise

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

DIN 18942-1:2024-03: Lehmabaustoffe und Lehmabauprodukte – Teil 1: Begriffe

DIN 18942-100:2024-03: Lehmabaustoffe und Lehmabauprodukte – Teil 100: Konformitätsnachweis

DIN 18948:2024-03: Lehmplatten – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung

DIN EN 1363-1: 2020-05: Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN EN 1364-1: 2015-09: Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile – Teil 1: Wände
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 v. Bauprodukten

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

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

DIN EN ISO 354:2003-12: Akustik – Messung der Schalladsorption in Hallräumen

DIN EN ISO 717-1:2021-05: Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung

DIN EN ISO 10140-2:2021-09: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen im Prüfstand

DIN EN ISO 14025: 2025-05: Umweltaussagen u. -programme für Produkte – Umweltproduktdeklarationen

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

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

- 1 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Allgemeine Hinweise für die Erstellung von Ökobilanzen und Projektberichten (Teil 2). Weimar: 2025-12
- 2 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): Lehmabau Regeln – Begriffe, Baustoffe, Bauteile. Wiesbaden: Vieweg + Teubner | GWV Fachverlage, 3., überarbeitete Aufl., erscheint 2026
- 3 Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung AVV) v. 10.12.2001 (BGBl. I, S. 3379), letzte Fassung v. 30.06.2020 (BGBl. I, S.1533)
- 4 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen, Musterumweltproduktdeklaration für die Baustoffkategorie Lehmplatten nach DIN EN 15804, Weimar, 2025-12
- 5 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmabaustoffe – Grundregeln für die Produktkategorie Lehmplatten. Weimar: 2025-12
- 6 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): Qualitätsüberwachung von Baulehm als Ausgangsstoff für industriell hergestellte Lehmabaustoffe – Richtlinie. Technische Merkblätter Lehmabau, TM 05, Weimar: 2011
- 7 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): Lehmdünnlagenbeschichtungen – Begriffe, Anforderungen, Prüfverfahren, Deklaration. Technische Merkblätter Lehmabau, TM 06, Weimar: 2015-06
- 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.: Vergaberichtlinie RL 1006 zur Vergabe des Qualitätszeichens, Lehmplatten. Neckargemünd: 2015-06
- 10 Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV) v. 09.07.2021 BGBl. I S.2598 (Nr. 43), Geltung ab 01.08.2023.

- 11 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft v. 24.07.2002 (BGBl. I, S. 511) BM f. Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit, Berlin 2002
- 12 Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV vom 26. Januar 2010, BGBl. I S. 38
- 13 Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002) (BGBl. I, Nr. 102/2002, Fassung v. 20.03.2017)
- 14 Bundesinstitut f. Bau-, Stadt- u. Raumforschung (BBSR) (Hrsg.): ÖKOBAUDAT – Grundlage für die Gebäudeökobilanzierung. SR Zukunft Bauen | Forschung für die Praxis | Band 09, Bonn 2017, www.oeko-baudat.de
- 15 Bau-EPD (Hrsg.): Nutzungsdauerkatalog der Bau-EPD für die Erstellung von UPDs. Bau-EPD GmbH, Wien 2014
- 16 Bau-EPD (Hrsg.): BAU-EPD-HEMPFLAX-2022-1-GABI-THERMOHANF, Wien Nov. 2022
- 17 EMAS D-146-00004: 2. Aktualisierte Umwelterklärung der Stephan Schmidt KG, 2008
- 18 https://www.schmidt-tone.de/fileadmin/zertifikate/StephanSchmidt_Nachhaltigkeitsbericht_DE_2024.pdf
- 19 Sommerfeld, M.: Umweltproduktdeklaration von Lehmbaustoffen – Ermittlung des Rückgewinnungspotenzials. Unveröff. Diplomarbeit, FB Bauingenieurwesen, FH Potsdam 2019
- 20 Zohlen, F.; Pistol, K.: Baustoffrecycling & Lehmbaustoffe - Perspektiven für eine Kreislaufwirtschaft im Bauwesen, Wiesbaden April 2025
- 21 Schroeder, H.; Lemke, M.; Lehm im Baustoffkreislauf, Wiesbaden Juni 2025
- 22 Hanffaser Uckermark: Klimaschutz durch Kohlendioxidbindung; <https://www.hanf-akademie.de/>; Abfrage Dez. 2025
- 23 Umweltbundesamt (Hrsg.): Auswirkungen der energetischen Nutzung forstlicher Biomasse in Deutschland auf deutsche und internationale LULUCF-Senken (BioSINK); Ökoinstitut e.V. September 2023
- 24 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe FNR (Hrsg.): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2026, November 2025
- 25 Diederichs, S.; Rüter, S.: Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz. Institut für Holztechnologie, Hamburg April 2012
- 26 Bundes-Bodenschutz- u. Altlastenverordnung (BBodSchV) (BGBl. I S. 2598, 2716 v. 09.07.2021)