

# Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaustoffe

## Grundregeln für die Baustoffkategorie Lehmputzmörtel (PKR LPM) nach DIN EN 15804

Stand: April 2022

## INHALT

1	Allgemeines.....	4
1.1	Normative Grundlagen.....	4
1.2	Nachverfolgung der Versionen.....	4
1.3	Begriffe / Abkürzungen.....	5
2	Produktdefinition.....	5
2.1	Geltungsbereich.....	5
2.2	Produktbeschreibung.....	5
2.3	Einsatzzweck.....	6
2.4	Produktnorm / Zulassung / Inverkehrbringen / Anwendungsregeln.....	6
2.5	Gütesicherung.....	6
2.6	Lieferzustand.....	6
2.7	Bautechnische Eigenschaften.....	7
2.8	Brandschutz.....	7
2.9	Sonstige Eigenschaften.....	7
3	Ausgangsstoffe.....	8
3.1	Auswahl / Eignung.....	8
3.2	Stoffeklärung.....	8
3.3	Bereitstellung.....	10
3.4	Verfügbarkeit.....	10
4	Produkt Herstellung.....	11
4.1	Herstellungsprozess.....	11
4.2	Gesundheitsschutz Herstellung.....	11
4.3	Umweltschutz Herstellung.....	11
5	Produktverarbeitung.....	12
5.1	Verarbeitungsempfehlungen.....	12
5.2	Arbeitsschutz / Umweltschutz.....	12
5.3	Restmaterial.....	13
5.4	Verpackung.....	13
6	Nutzungszustand.....	13
6.1	Inhaltsstoffe.....	13
6.2	Wirkungsbeziehungen Umwelt / Gesundheit.....	14
6.3	Beständigkeit / Nutzungsdauer.....	14

7	Aussergewöhnliche Einwirkungen.....	15
7.1	Brand .....	15
7.2	Hochwasser / Havarie.....	15
8	Nachnutzungsphase .....	15
8.1	Recycling von LPM.....	15
8.2	Entsorgung.....	16
9	Ökobilanz .....	16
9.1	Allgemeines.....	16
9.2	Systemdefinition und Modellierung des Lebenszyklus.....	17
9.2.1	Deklarierte Einheit.....	17
9.2.2	Systemgrenzen.....	17
9.2.3	Verfahrensgrundlagen .....	17
9.2.3.1	Abschneidekriterien.....	17
9.2.3.2	Transporte.....	17
9.2.3.3	Betrachtungszeitraum .....	18
9.2.3.4	Allokationen .....	18
9.2.4	Verwertung von Abfällen und Verpackungen.....	18
9.2.5	Hinweise zur Nutzungs- / Entsorgungsphase .....	18
9.3	Sachbilanz .....	19
9.3.1	Datenerhebung.....	19
9.3.2	Datenqualität .....	19
9.3.3	Indikatoren des Ressourceneinsatzes.....	20
9.4	Abschätzung der Umweltwirkung.....	21
9.5	Interpretation .....	22
10	Nachweise .....	22
10.1	Radioaktivität .....	22
11	PKR-dokument und Überprüfung .....	22
12	Zitierte Standards / Literaturhinweise .....	22

## 1 ALLGEMEINES

### 1.1 Normative Grundlagen

Dieses Dokument wurde durch den Programmbetreiber Dachverband Lehm e. V. (DVL) auf der Grundlage folgender Normen sowie der in Abs. 2.4 genannten Normen und Regeln erstellt:

- DIN EN 15804:2022-03, *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte*,
- DIN EN 15942: 2022-04, *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Kommunikationsformate zwischen Unternehmen*,
- DIN EN ISO 14025:2011-10, *Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen, Grundsätze und Verfahren*,
- DIN EN ISO 14040:2021-02, *Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen*,
- DIN EN ISO 14044:2018-05, *Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen*.

### 1.2 Nachverfolgung der Versionen

<b>Version</b>	<b>Kommentar</b>	<b>Stand</b>
Ü3	<i>Finaler Entwurf des Prüfungsausschusses mit Anmerkungen</i>	22.02.2018
Ü4	<i>Durch den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses nach Einarbeitung aller Anmerkungen zur Veröffentlichung freigegeben</i>	10.03.2018
Ü5	<i>Redaktionelle Überarbeitung nach DIN EN 15804:2022-03, DIN EN 15942:2022-04, DIN EN ISO 14040:2021-02</i>	30.04.2022

Version Ü5

Weimar, d. 30.04.2022

Kontakt:

Dachverband Lehm e. V., Postfach 1172; 99409 Weimar, Deutschland  
[dvl@dachverband-lehm.de](mailto:dvl@dachverband-lehm.de) · [www.dachverband-lehm.de/wissen/pkr-upd](http://www.dachverband-lehm.de/wissen/pkr-upd)

© Dachverband Lehm e. V.

### 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:

*Produktkategorieeregeln (PKR)* nach DIN EN 15804 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 15804 sind freiwillig und stellen auf der Grundlage festgelegter Parameter quantitative, umweltbezogene Daten und ggf. umweltbezogene Informationen bereit, die den Lebensweg des Bauprodukts vollständig oder in Teilen abbilden

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

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

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

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

LS Lehmstein

LMM Lehmmauermörtel

LPM Lehmputzmörtel

LP Lehmplatte

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

AVV Europäische Abfallverzeichnis-Verordnung [3]

## 2 PRODUKTDEFINITION

### 2.1 Geltungsbereich

Die Produkte und Werke, auf deren Daten die Ökobilanz beruht und für die die Produktkategorieeregeln (PKR) gelten, sind zu nennen.

*Beispiel:*

*Diese Produktkategorieeregeln (PKR) sind anwendbar auf im Werk hergestellte Lehmputzmörtel (LPM) (Lehmwerkmörtel). Die genannten Produkte sind nicht stabilisierte, mineralische Putzmörtel mit Tonmineralien als alleinigem Bindemittel. Lehmdünnlagenbeschichtungen (LDB) mit Auftragsdicken < 3 mm sowie Lehmbaustellenmörtel sind nicht Gegenstand dieser PKR.*

*Für die Anwendung gelten die LR DVL [2], die DIN 18947, sowie die Muster-UPD LPM des DVL [4] auf der Grundlage der Ökobilanzdaten folgender Hersteller: Xxx, Yyy....*

### 2.2 Produktbeschreibung

Ausgangsmischung und Endprodukt sind zu beschreiben.

*Beispiel:*

*Endprodukt ist nicht stabilisierter LPM nach DIN 18947 / DIN 18942-1, -100 zur Herstellung von ein- oder mehrlagigem Lehmputz zur Beschichtung von Bauteilen. Die Ausgangsmischung besteht aus Baulehm, Zusatzstoffen und Wasser. Die Erhärtung des LPM erfolgt durch Verdunstung des Anmachwassers. Erhärteter LPM kann durch Wasserzugabe replastifiziert werden.*

### **2.3 Einsatzzweck**

Der Einsatzzweck der genannten Produkte ist zu spezifizieren.

*Beispiel:*

*LPM dient zur Beschichtung von Wänden und Decken im Innenbereich, ggf. auch als Unterputz für Lehm dünnlagenbeschichtungen (LDB), sowie im witterungsgeschützten Außenbereich, hier ggf. auch als Unterputz für witterungsbeständigen Oberputz. In den Lehmputz-Frischmörtel können Temperierungssysteme sowie Bewehrungsgewebe zur Vermeidung von Rissbildungen eingearbeitet werden.*

*Die Auftragsdicken von LPM entsprechend dieser PKR sind  $\geq 3$  mm.*

### **2.4 Produktnorm / Zulassung / Inverkehrbringen / Anwendungsregeln**

Die zutreffende Norm bzw. die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder vergleichbare nationale Regelung ist zu nennen.

*Beispiel:*

- *DIN 18550-2 in Verbindung mit DIN EN 13914-2 für Lehmputzmörtel (LPM),*
- *DIN 18942-1 Lehmbaumstoffe – Begriffe,*
- *DIN 18942-100 Lehmbaumstoffe – Konformitätsnachweis,*
- *DIN 18947 Lehmputzmörtel (LPM),*
- *Lehmbau Regeln des Dachverbandes Lehm e. V. (LR DVL) [2].*

*Weiterhin gelten die Muster-UPD Lehmmauermörtel (LMM) des DVL [4] und damit im Zusammenhang das Dokument „Teil 2“ mit den entsprechenden Begriffsbestimmungen und Abkürzungen [1] sowie die Technischen Merkblätter TM 01 und TM 05 des DVL [5][6].*

### **2.5 Gütesicherung**

Die zutreffende Norm ist zu nennen.

*Beispiel:*

*Die Gütesicherung für die Herstellung von LPM erfolgt nach DIN 18942-100:2018-12.*

### **2.6 Lieferzustand**

Vom Hersteller ist anzugeben, ob es sich bei den gelieferten LPM um Werk trockenmörtel oder um ungetrockneten LPM mit einem höheren Feuchtegehalt (z. B. „erdfeucht“) handelt. Luftdicht verpackter Trockenmörtel mit organischen Fasern darf keinen höheren Feuchtegehalt als den Ausgleichsfeuchtegehalt des Mörtels bei 23°C / 65% RLF aufweisen.

## 2.7 Bautechnische Eigenschaften

Die bautechnischen Eigenschaften der deklarierten LPM im Lieferzustand sind entsprechend den Vorgaben der zutreffenden Produktnorm anzugeben (z. B. deklarierte Werte, Klassen oder Kategorien, genormte Bezeichnungen etc.).

*Bautechnische Produkteigenschaften (Tab. 2.1)*

Tabelle 2.1 Bautechnische Produkteigenschaften

Nr.	Eigenschaft	Klasse / Wert	Dimension
1	Trockenrohdichte $\rho_d$ (auf volle $100 \text{ kg/m}^3$ aufgerundet)		$\text{kg/m}^3$
2	Festigkeitsklassen, Prüfungen n. DIN 18947 – Druck- u. Biegezugfestigkeit, Abs. 8.7 – Haftfestigkeit, Abs. 8.8		$\text{N/mm}^2$ $\text{N/mm}^2$
3	Wärmeleitfähigkeit $\lambda_R$ nach LR DVL, Tab. 5-3 [2]		$\text{W/mK}$
4	Wasserdampfdiffusionswiderstand $\mu$ nach LR, Tab. 5-5 [2]		–
5	untere / obere Siebgröße (< als angegebene Mindestauftragsdicke des LPM)		mm
6	lineares Trocknungsschwindmaß <sup>1</sup> , DIN 18947, Abs.8.6		%
7	Mechanischer Abrieb, DIN 18947, Abs. 8.9		g
8	Wasserdampfadsorptionsklasse <sup>2</sup> , DIN 18947, Tab. A.1		$\text{g/m}^2$

<sup>1</sup>zulässige Werte LPM:  $\leq 2,0 \%$ , faserbewehrt  $\leq 3 \%$ , <sup>2</sup>optional

## 2.8 Brandschutz

*Beispiel:*

Die Baustoffklasse von Lehmwerkmörteln wird durch Prüfung nach DIN 4102-1 bzw. DIN EN 13501-1 bestimmt. LPM ohne bzw. mit einem Gehalt  $\leq 1 \text{ M.-%}$  an homogen verteilten organischen Zusatzstoffen können gemäß DIN 4102-4 ohne weitere Prüfung der Baustoffklasse A1 (nicht brennbar) zugeordnet werden. LPM mit einem Gehalt von  $> 1 \text{ M.-%}$  an organischen Zusatzstoffen werden nach Prüfung gemäß DIN 4102-4 der Baustoffklasse B zugeordnet.

Der LPM XXX erfüllt die Anforderungen der Baustoffverhaltensklasse x nach DIN 4102-1.

## 2.9 Sonstige Eigenschaften

Sonstige Eigenschaften sind ggf. zu deklarieren / zu spezifizieren.

*Beispiel:*

LPM dürfen bauschädliche Salze nur bis zu folgenden Mengen enthalten:

- Nitrate  $\leq 0,02 \text{ M.-%}$
- Sulfate  $\leq 0,10 \text{ M.-%}$
- Chloride  $\leq 0,08 \text{ M.-%}$ .

Der Gesamtgehalt an bauschädlichen Salzen darf  $0,12 \text{ M.-%}$  nicht überschreiten.

### 3 AUSGANGSSTOFFE

Die Verwendung von Lehmbaumstoffen soll in besonderem Maße dem Schutz der Umwelt und der Gesundheit von Verarbeitern und Nutzern dienen. Hersteller von LPM müssen deshalb bei der Auswahl der Ausgangsstoffe entsprechend verantwortungsvoll handeln und mögliche Risiken ihrer Produkte bei der Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung / Recycling weitgehend ausschließen.

#### 3.1 Auswahl / Eignung

Zur Erzielung spezieller technischer Leistungsparameter von LPM werden Stoffgemische aus Baulehm und geeigneten Ausgangsstoffen hergestellt. Die Ausgangsstoffe zur Herstellung von LPM müssen der in DIN 18947, Abs. 4 angegebenen Auflistung entsprechen. Alle Ausgangsstoffe sind bezogen auf die verarbeitungsfähige Ausgangsmischung in M.-% anzugeben (durchschnittliche Einsatzmengen), getrennt nach:

Baulehm (Grubenlehm, Trockenlehm / Tonmehl, Recyclinglehm), natürlichen / künstlichen mineralischen und ggf. natürlichen organischen Zusatzstoffen, Stoffverbänden oder anorganischen Pigmenten (DIN EN 12878 und pflanzlichen Farbstoffen).

*Beispiel:*

- Grubenlehm [t] bis zu ... M.-% [1, Bild 3.3],
- Trockenlehm / Tonmehl [t] bis zu ... M.-% [1, Bild 3.3],
- Recyclinglehm [t] bis zu ... M.-% [1, Bild 3.3],
- Sand [t] bis zu ... M.-%,
- Ziegelmehl [t] bis zu ... M.-%,
- thermisch expandierte mineralische Produkte [t] bis zu ... M.-% (spezifizieren),
- Pflanzenteile / -fasern [t] bis zu ... M.-%,
- Tierhaar [t] bis zu ... M.-%,
- zerkleinertes, chemisch unbehandeltes Holz (keine Holzwerkstoffe) [t] bis zu ... M.-%,
- anorganische Pigmente / pflanzliche Farbstoffe [t] bis zu ... M.-%.

Für die Eignungsprüfung von Baulehm gelten die LR DVL [2] sowie auf freiwilliger Basis das TM 05 DVL [6]. Bei erheblichen Schwankungen der Qualität der Lehmbaumprodukte kann durch die Zertifizierungsstelle für Lehmbaumprodukte die Anwendung des TM 05 DVL angeordnet werden. Erläuterung der eingesetzten Ausgangsstoffe gem. Definitionen in „Anleitungen (Teil 2)“ [1].

#### 3.2 Stofflerläuterung

*Beispiel:*

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

Grubenlehm ist erdfeucht dem geologisch „gewachsenen“ Boden entnommener natürlicher Primärrohstoff [2] mit unterschiedlicher granulometrischer sowie schwankender mineralogischer

*Zusammensetzung ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ). 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]:*

*Primärgrubenlehm wird zielgerichtet für die Herstellung von Lehmbaumstoffen abgebaut.*

*Sekundärgrubenlehm 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 (Upcycling).*

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

*Recyclinglehm ist aus Abbruchbauteilen zurückgewonnener Lehmbaumstoff [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 wiederverwertet werden.*

*Primärrecyclinglehm wird zielgerichtet als Lehmbaumstoff wiederverwertet. Sekundärrecyclinglehm wird für Anwendungen außerhalb des Lehmbaus weiterverwertet (z. B. Abtrennung der Sandkornfraktion für Betonherstellung) [1, Bild 3.3].*

*Presslehm ist ein bei der Kiesgewinnung anfallendes Abfallprodukt (AVV Nr. 010412) [3]. Er wird als Kies-Wasch-Schlamm in Silos oder Becken aufgefangen und enthält die für die Betonindustrie nicht nutzbaren Feinkörnungen Schluff, Ton und Feinsand. Der nach Entwässerung zurückbleibende Filterkuchen besitzt noch einen hohen Wassergehalt, der durch Pressen reduziert und wodurch die Masse des „Presslehms“ erheblich verringert wird. Tensidhaltige Presslehme sollen von einer Weiterverwertung als Baulehm ausgeschlossen werden [1, Bild 3.3].*

**Mineralische Zusatzstoffe / natürlich:** natürliche 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.

**Mineralische Zusatzstoffe / künstlich:** Ziegelmehl aus mörtelfreien Ziegeln, thermisch expandierte mineralische Produkte (Bläherlit, Blähton sowie Blähglas und Schaumglas (Umweltverträglichkeit ggf. durch allg. bauaufsichtliche Zulassung nachzuweisen), Blähschiefer und Naturbims (DIN EN 13055)) als leichte Zusatzstoffe. Perlit ist vulkanisches Glas, das durch einen thermischen Prozess bei ca. 1.000 °C stark zu einem Granulat (Expandierte Perlite EP) aufgebläht wird. Dabei entsteht ein nicht brennbarer Dämmstoff ( $\lambda = 0,04 - 0,07 \text{ W/mK}$ ).

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

*Natürliche organische Zusatzstoffe sind biologisch abbaubar / kompostierbar und können problemlos in biogene Kreisläufe zurückgeführt werden. Sie werden dabei durch Bakterien und Pilze unter Energiefreisetzung wieder vollständig zu  $\text{CO}_2$  und Wasser umgebaut.*

**Anorganische Pigmente / pflanzliche Farbstoffe:** Erden oder Mineralien (DIN EN 12878) bzw. „Tier-“ oder „Pflanzenfarben“ zur Erzielung einer bestimmten Farbgebung des Bauteils Lehmputz.

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

### 3.3 Bereitstellung

Angaben zur Bereitstellung der Ausgangsstoffe und deren Qualitätsüberwachung sowie zur durchschnittlichen Transportentfernung.

Geeigneter Bodenaushub, Recyclinglehm und tensidfreier Presslehm als mineralische Sekundärrohstoffe (AVV Nr. 170504, Nr. 170107/170904 bzw. Nr. 010412 [3]) sollen gegenüber primär abgebautem Grubenlehm vorrangig verwendet werden, wenn sie in ausreichender Menge und Qualität innerhalb ökologisch vertretbarer Transportentfernungen zur Verfügung stehen. Der Hersteller legt offen, in welchem Umfang er Bodenaushub / Recyclinglehm im Verhältnis zu primär abgebautem Grubenlehm im Produktionsprozess einsetzt.

*Beispiel:*

*Der Grubenlehm stammt aus heimischen Tongruben in einer Entfernung xx km zum Herstellerwerk. Der Abbau geschieht oberflächennah frei von Wurzeln und Humusanteilen mittels Schürfkübelraupe / Radlader nach DIN 18300. Beim Abbau von Grubenlehm und Sand werden Belange des Naturschutzes beachtet (natureplus RL 5003 [7]). Der Sand stammt aus einer Sandgrube in einer Entfernung xx km zum Herstellerwerk.*

*Trockenlehm, Tonmehl und getrocknete Sande sind Vorprodukte. Sie enthalten „graue Energie“ aus deren Herstellungsprozessen, insbesondere Wärmeenergie, die nach Art und Menge zu deklarieren ist.*

*Die Rohstoffe für Blähglas / Schaumglas und Blähschiefer sind Abfallprodukte (Glasbruch aus sortiertem Altglas bzw. Abfall aus der Dachschieferherstellung), die aufbereitet und geschmolzen bzw. thermisch gebläht werden. Der Rohstoff für Blähton ist Tonmehl. Der Rohstoff für Blähperlite ist ebenso wie Naturbims natürliches vulkanisches Gestein aus einer Entfernung von i. d. R. xx km zum Herstellerwerk.*

*Die Rohstoffe für die organischen Zusatzstoffe stammen aus heimischer Produktion aus einer Entfernung von max. xx km.*

*Alle weiteren Ausgangsstoffe werden zugekauft und stammen aus einer Entfernung von i. d. R. maximal xx km zum Werk.*

### 3.4 Verfügbarkeit

Angaben zur allgemeinen und regionalen Verfügbarkeit der eingesetzten Ausgangsstoffe.

*Beispiel:*

*Alle mineralischen Ausgangsstoffe sind in ihrer Verfügbarkeit als „geologisch gewachsene“ Naturstoffe generell begrenzt. Neben der primären Entnahme aus Ton- bzw. Sandgruben (Primärgrubenlehm) soll deshalb bevorzugt bei Erdarbeiten anfallender, geeigneter Bodenaushub als Sekundärrohstoff verarbeitet werden [1, Bild 3.3]. Bodenaushub bildet mit 128 Mio. t/a den größten Teil (64 %) der gesamten mineralischen Bauabfälle in Deutschland [8]. Die Weiterverwertung von Bodenaushub als Sekundärrohstoff (Sekundärgrubenlehm AVV Nr. 170504 [3]) spart Deponieraum und verlängert die Verfügbarkeit von Primärrohstoffen. Beim Einsatz entsprechender Techniken der Kreislaufführung können Energieverbräuche gesenkt und entsprechende Emissionen reduziert werden.*

*In die Kategorie der Sekundärrohstoffe gehören auch die Rohstoffe für Blähglas / Schaumglas und Blähschiefer.*

*Alle Pflanzenteile und -fasern sowie Holzteile sind nachwachsende Rohstoffe.*

## **4 PRODUKTHERSTELLUNG**

### **4.1 Herstellungsprozess**

Der Herstellungsprozess muss beschrieben werden. Gilt die UPD für mehrere Standorte, müssen die Produktionsverfahren aller Standorte dargestellt werden.

Die verwendeten Rezepturen werden den jeweiligen Rohstoffeigenschaften angepasst und variieren innerhalb des in *Abs. 3* angegebenen Bereiches. Weitere Stoffe sind nicht enthalten.

*Beispiel:*

*Nach Abbau des Grubenlehms erfolgt der Transport zur Zwischenlagerung / Lufttrocknung auf dem Werksgelände. Hier werden abbaubedingte Strukturen des Lehms durch Grobzerkleinerung (Kollergang, Walzwerk) zerschlagen / zerquetscht. Danach erfolgt eine erneute Feinzerkleinerung in geeigneten Walzwerken (Feinwalzwerk).*

*Beim anschließenden Sieben wird der grob zerkleinerte Baulehm nach Korn- bzw. Agglomeratgrößen zwischen etwa 2 – 5 mm klassiert, wobei unbrauchbare Steine und Grobkörnungen sowie organische Bestandteile aussortiert werden. Trockene Lehmklumpen können nach Zerkleinerung in den Produktionsablauf zurück geführt werden. Der fertig aufbereitete Baulehm besitzt eine krümelige Struktur und ist gut rieselfähig.*

*Die Ausgangsstoffe – Baulehm, Sand, mineralische und organische Zusatzstoffe – werden im Herstellerwerk lose oder in Silos / Materialboxen / Transportverpackungen gelagert. Aus den Vorratsbehältern werden die Rohstoffe entsprechend der jeweiligen Rezeptur gravimetrisch dosiert und intensiv ohne Wasserzugabe miteinander vermischt.*

*Anschließend wird das Fertigprodukt zur Verpackung transportiert, verladen und entweder trocken in Papiergebinden oder Silos oder erdfeucht in feuchtestabilen Transportverpackungen ausgeliefert.*

### **4.2 Gesundheitsschutz Herstellung**

Darstellung von Maßnahmen des Gesundheits- bzw. Arbeitsschutzes im Herstellungsprozess, die über die nationalen Vorschriften (des Produktionslandes) hinausgehen. Besondere Maßnahmen können aufgeführt werden.

*Beispiel:*

*Staubvermeidung durch Sprühwasser, vorsorglich Verwendung von Atem-/Mundschutz.*

### **4.3 Umweltschutz Herstellung**

Darstellung von Maßnahmen des Umweltschutzes im Herstellungsprozess, die über die nationalen Vorschriften (des Produktionslandes) hinausgehen. Besondere Maßnahmen können aufgeführt werden.

*Beispiel:*

*Wasser / Boden: Belastungen von Wasser / Boden entstehen nicht. Der Herstellungsprozess verläuft abwasserfrei. Die Restfeuchte des erdfeuchten LPM wird zusammen mit dem Anmachwasser während des Trocknungsprozesses im / am Bauteil in Form von Wasserdampf wieder freigesetzt.*

*Luft: Staubemissionen während des Produktionsprozesses werden durch Zyklone, Filter oder Sprühwasser begrenzt.*

*Lärm: Aufgrund von Schallschutzmaßnahmen liegen die Messwerte (Arbeitsplatz und Außenraum) weit unter den geforderten Grenzwerten.*

## **5 PRODUKTVERARBEITUNG**

### **5.1 Verarbeitungsempfehlungen**

Art der Verarbeitung, der einzusetzenden Maschinen, Werkzeuge, Staubabsaugung sowie Maßnahmen zur Lärminderung.

*Beispiel:*

*LPM sind (überwiegend) erdfeucht oder trocken gelieferte Lehmwerkmörtel für Putz, die verarbeitungsfähig sind und auf der Baustelle nur mit Wasser angemacht werden.*

*Erdfeucht oder trocken gelieferte LPM werden i. d. R. maschinell mit üblicher Mischtechnik (Freifall- / Zwangsmischer) aufbereitet. Sie können automatisch mit einem Trockenfördergerät aus dem Silo oder aus einzelnen Gebinden entnommen werden. Die Verwendung von Silomischpumpen ist möglich. Kleinere Mengen werden mit einem Motorquirl oder manuell gemischt.*

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

*LPM werden mit einer Putzmaschine, kleinere Mengen auch manuell aufgetragen. Zur Beschränkung von Rissweiten kann LPM mit Bewehrungsmatten sowie der Putzgrund mit Putzträgern versehen werden. Weiterhin können Temperierungssysteme in den Frischmörtel eingebettet werden. Diese werden vor Auftrag des LPM am Putzgrund befestigt.*

*In Schläuchen oder Mörtelkästen erhärteter LPM kann durch Wasserzugabe wieder in die erforderliche Verarbeitungskonsistenz überführt werden.*

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

*Trocken / erdfeucht an die Baustelle gelieferter LPM muss witterungsgeschützt gelagert werden.*

### **5.2 Arbeitsschutz / Umweltschutz**

Darstellung von Maßnahmen des Arbeits- und Umweltschutzes im Herstellungsprozess, die über die nationalen Vorschriften (des Produktionslandes) hinausgehen. Besondere Maßnahmen können aufgeführt werden.

*Beispiel:*

*Es gelten die Regelwerke der Berufsgenossenschaften und die jeweiligen Sicherheitsdatenblätter der Bauprodukte.*

*Während der Verarbeitung von LPM sind keine besonderen Maßnahmen zum Schutz der Umwelt zu treffen. Unkontrollierte Staubemissionen sind zu vermeiden.*

*LPM nach DIN 18947 erzeugen keine Reizungen oder Schäden bei Hautkontakt während der Verarbeitung. 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.*

### **5.3 Restmaterial**

Die Verwertung der Restmaterialien ist zu deklarieren, z. B. Handhabung der Reste, Sortierung, Verwertung, Beseitigung.

*Beispiel:*

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

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

### **5.4 Verpackung**

Die verwendeten Verpackungen und der Umgang damit sind nach Typ und Zusammensetzung zu deklarieren. Dabei kann auf Angaben des jeweiligen Entsorgungssystems zurückgegriffen werden.

*Beispiel:*

*Auf der Baustelle anfallende Verpackungen und Mehrwegpaletten aus Holz und Mörtelsäcke werden getrennt gesammelt. Mehrwegpaletten aus Holz werden vom Hersteller oder durch den Baustoffhandel zurück genommen (Pfandsystem) und in den Produktionsprozess zurück geführt.*

*Mörtelsäcke aus Papier, Großgebinde aus Kunststoffen (PE/PP) sowie Schrumpffolien werden sortenrein als Transportverpackungen durch duale Entsorgungssysteme dem Recyclingprozess zugeführt.*

*Die Hersteller sind verantwortlich für den Nachweis des Entsorgungssystems.*

## **6 NUTZUNGSZUSTAND**

### **6.1 Inhaltsstoffe**

Hinweise auf Besonderheiten der stofflichen Zusammensetzung für den Zeitraum der Nutzung

*Beispiel:*

*Bei der Produktion von LPM werden ausschließlich Ausgangsstoffe nach Abs. 3.1 verwendet. Diese Inhaltsstoffe sind im Nutzungszustand durch die Tonminerale des Baulehms als feste Stoffe im Bauteil gebunden. Dieser Verbund ist wasserlöslich.*

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

## 6.2 Wirkungsbeziehungen Umwelt / Gesundheit

Hinweise auf Wirkungsbeziehungen zwischen Produkt, Umwelt und Gesundheit, mögliche Schadstoffgehalte oder -emissionen entsprechend DIN 18947, Abs. A.3.

*Beispiel:*

*Der LPM des Herstellers XX enthält keine schädlichen Stoffe in gesundheitsschädigenden Konzentrationen wie z. B. flüchtige organische Komponenten (VOC), Formaldehyd, Isocyanate usw. Entsprechende schädigende Emissionen sind deshalb auch nicht zu erwarten. Das Produkt ist weitgehend geruchsneutral.*

*Die Mikroporenstruktur der Tonmineralien des Baulehms ermöglicht eine rasche, besonders hohe Adsorption / Desorption von überschüssigem Wasserdampf im Innenraum. LPM auf inneren Bauteiloberflächen tragen deshalb zu einem ausgeglichenen Innenraumklima bei. LPM des Herstellers XX besitzt die Wasserdampfadsorptionsklasse WS x gemäß DIN 18947, Abs. A.1, Tab. A.1.*

*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.*

*Die natürliche ionisierende Strahlung der aus Lehmwerkmörteln hergestellten LPM ist sehr gering und gesundheitlich unbedenklich. LPM des Herstellers XX besitzt einen Aktivitätskonzentrationsindex  $I < 1$  sowie folgende Radionuklidkonzentrationen gemäß DIN 18947, Abs. A.3:*

*Radium-226: ... Bq/kg; Thorium-232: ... Bq/kg; Kalium-40: ... Bq/kg.*

## 6.3 Beständigkeit / Nutzungsdauer

Hinweise auf Anwendungserfahrungen, empfohlene Maßnahmen zur Bauschadensvermeidung

*Beispiel:*

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

*Anforderungen an Lehmputz als Bauteil (Trocknung nach Putzauftrag, Weiterbehandlung / Überarbeitung, Gebrauchstauglichkeit, optische Anforderungen) sind in TM 01 DVL [6] ergänzend zu den LR DVL [2] festgelegt.*

*LPM können im Nutzungszeitraum bei mechanischer Beanspruchung einen Abrieb aus Sandkörnungen aufweisen. Die Prüfung der Abriebfestigkeit durch Bestimmung der Abriebmenge wird nach DIN 18947, Abs. 8.9 vorgenommen. Die Klassifizierung der Abriebmenge erfolgt nach der Festigkeitsklasse LPM, Tab. 3.*

*LPM sollen ein lineares Trocknungsschwindmaß  $\leq 2$  % aufweisen, bei Faserbewehrung entsprechend 3,0 %. Der LPM XX weist ein lineares Trocknungsschwindmaß von ... % auf.*

*Der Risswiderstand von LPM aus Lehmwerkmörteln kann durch eine geeignete Armierung in der zugbelasteten Zone des Putzes erhöht werden (DIN 18550-2). Das Anbringen von Eckputzschienen in Tür- / Fensteröffnungen kann Abplatzungen des Lehmputzes durch Stoßbeanspruchung verhindern.*

*Der LPM XX hat eine Ergiebigkeit von xx m<sup>2</sup>/kg.*

## 7 AUSSERGEWÖHNLICHE EINWIRKUNGEN

### 7.1 Brand

Angabe des Brandverhaltens

*Beispiel:*

*LPM bleiben im Brandfall formstabil.*

*Im Brandfall können keine toxischen Gase / Dämpfe entstehen. Bei LPM mit organischen Zusatzstoffen können geringe Mengen CO entstehen.*

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

### 7.2 Hochwasser / Havarie

Angabe des Verhaltens bei Wassereinwirkung

*Beispiel:*

*Unter Wassereinwirkung (z. B. Hochwasser) können Lehmwerkmörtel replastifiziert und ausgewaschen werden. Dabei werden keine wassergefährdenden Stoffe freigesetzt.*

## 8 NACHNUTZUNGSPHASE

Umweltgerechte Baustoffe zeichnen sich aus durch die Möglichkeit der sortenreinen Zerlegbarkeit 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*lehm) oder in einem Produktsystem außerhalb des Lehmbaus erfolgen (*Sekundärrecycling*lehm).

*Recycling*lehm ist aus Abbruchbauteilen trocken zerkleinerter, wiederverwerteter Lehmbaumstoff [2]. Er liegt i. d. R. als Bestandteil von Baumischabfall (Bauschutt / Baustellenabfälle, AVV 170107 /170904 [3]) vor und muss durch geeignete Trennverfahren separiert werden (Materialrecycling).

### 8.1 Recycling von LPM

Es ist zu definieren, unter welchen Bedingungen im Rahmen der zu erwartenden Lebensdauer des aus Lehmwerkmörtel hergestellten Bauteils eine weitere Verwendung nach Ablauf einer Nutzungsphase möglich ist [9][10].

*Beispiel:*

*Lehmputz als Bauteil [6] kann nach Ablauf der Nutzungsphase, aber vor Ablauf der Lebensdauer üblicherweise als Putzgrund für das Aufbringen eines neuen Putzes (oder einer Wärmedämmung) weiterverwendet werden. Durch Anfeuchten und Bearbeiten der Oberfläche sind die Klebkraft des alten LPM vor Auftrag des neuen LPM zu aktivieren. Zuvor sind Reststoffe (Altanstriche, alte*

*Ausbesserungen mit Gips, Zement- und Kalkmörtel) zu entfernen. Der alte LPM darf keine Spuren aus chemischen und biologischen Einwirkungen aus der zurückliegenden Nutzung enthalten.*

*Lehmputz als Bauteil [6] kann i. d. R. in einfacher Weise zurückgebaut werden. Bei einer Wiederverwertung dürfen die zurückgebauten LPM keine Spuren aus chemischen und biologischen Einwirkungen aus der zurückliegenden Nutzung enthalten (bauschädigende Salze, Moose / Algen, Hausschwamm, Schimmelpilze usw.). LPM, die in Landwirtschaftsbauten eingesetzt wurden, sind aus hygienischen Gründen für eine Wiederverwertung ungeeignet.*

*Bei Gebäudeabriss sortenrein und frei von Reststoffen (Altanstriche, alte Ausbesserungen mit Gips, Zement- und Kalkmörtel) gewonnene LPM können durch Wasserzugabe ohne zusätzlichen Energieaufwand replastifiziert und wiederverwertet werden. Ihre ursprüngliche Zusammensetzung entspricht i. d. R. den für eine Wiederverwertung als LPM geforderten Eigenschaften. Ggf. ist eine Abmagerung durch Sand erforderlich.*

*Bei Rückbau von Gebäuden aus Lehmsteinmauerwerk (LSM) wird i. d. R. Lehmsteinbruch mit anhaftendem LPM (und ggf. LMM) gewonnen und zu Lehm-Rezyklat aufbereitet. Eine sortenreine Rückgewinnung von LPM erfolgt aus wirtschaftlichen Gründen meist nicht.*

*Sofern die o. g. Möglichkeiten der Weiterverwendung oder Wiederverwertung nicht praktikabel sind, können aus Gebäudeabriss sortenrein zurückgewonnene LPM mit natürlichen mineralischen Zusatzstoffen und einem homogen verteilten Gehalt an natürlichen organischen Zusatzstoffen  $\leq 1$  M-% nach Aufbereitung zu rezyklierter Körnung außerhalb des Lehmbaus weiterverwertet werden.*

## **8.2 Entsorgung**

Mögliche Entsorgungswege sind zu nennen, und der Abfallschlüssel nach AVV [3] ist anzugeben.

*Beispiel:*

*Bei Gebäudeabriss zurückgebaute, nicht sortenrein wiedergewinnbare LPM, sowie LPM aus Landwirtschaftsbauten, die für eine Weiterverwertung ungeeignet sind, können auf Grund ihres chemisch neutralen, inerten Verhaltens auf Deponien der Deponieklasse DK 0 [11] eingelagert werden (Inertabfälle, Deponierichtlinie EU, AVV 170904, Baustellenabfälle [3]). Sie stellen keine außergewöhnlichen Belastungen für die Umwelt dar.*

## **9 ÖKOBILANZ**

Eine das deklarierte Produkt beschreibende, auf plausiblen, transparenten und nachvollziehbaren Daten beruhende Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040 / DIN EN 15804 ist einzureichen. Diese Ökobilanz muss repräsentativ sein für die Werke des einreichenden Herstellers bzw. für das Bauprodukt.

Die Ökobilanz (LCA) umfasst eine Zusammenstellung und Beurteilung der In- und Outputflüsse eines Produktsystems im Verlauf seines Lebenszyklus entsprechend der gewählten Systemgrenze. Bestandteile der Ökobilanz sind die Sachbilanz (LCI) und die Wirkungsabschätzung (LCIA).

### **9.1 Allgemeines**

Bei Anwendung der Muster-UPD LPM des DVL [4] wird die Übereinstimmung mit dem jeweils zugrunde gelegten Rezepturbereich und den darauf basierenden Berechnungen der Ökobilanzkennwerte mit Hilfe eines Bewertungssystems im Rahmen einer entsprechenden Handlungsanweisung sichergestellt (Teil 2 [1]).

## 9.2 Systemdefinition und Modellierung des Lebenszyklus

### 9.2.1 Deklarierte Einheit

Die deklarierte Einheit ist massebezogen in kg anzugeben.

*Beispiel:*

*Es werden folgende Produkte aus Lehmwerkmörteln definiert:*

*Lehmputzmörtel LPM.*

*Als zu betrachtende deklarierte Einheit ist 1 kg zu wählen. Der Feuchtegehalt im Lieferzustand (erdfeucht / trocken) ist anzugeben.*

### 9.2.2 Systemgrenzen

Die Systemgrenze ist entsprechend DIN 18947, Abs. A.2 zu dokumentieren.

*Beispiel:*

*Die gewählten Systemgrenzen umfassen die Produktion von LPM einschließlich der Rohstoffbereitstellung bis zum verpackten Produkt (UPD-Art 2, [1, Bild 3.2]). Zusätzlich werden die Verwertung der Verpackungen und ggf. die Verwertung der LPM mit bilanziert.*

### 9.2.3 Verfahrensgrundlagen

#### 9.2.3.1 Abschneidekriterien

Die Abschneidekriterien müssen gemäß DIN 18947, Abs. A.2 angewendet und deklariert werden. Die zur Herstellung benötigten Maschinen, Anlagen und Infrastruktur werden vernachlässigt.

Alle Stoffflüsse, die in das Produktionssystem fließen (Inputs) und > 1 % der gesamten Masse der Stoffflüsse sind oder mehr als 1 % des Primärenergieverbrauchs betragen, werden berücksichtigt. Dabei sind begründete Abschätzungen zulässig.

Alle Stoffflüsse, die das System verlassen (Emissionen) und deren Umweltauswirkungen > 1 % der gesamten Auswirkungen einer in der Bilanz berücksichtigten Wirkungskategorie sind, werden erfasst.

Die Summe der vernachlässigten Stoffströme darf 5 % nicht übersteigen.

*Beispiel:*

*Der dargestellte Produktmix ist repräsentativ für die Produktpalette des Werkes XX. Bei der Ökobilanzierung wurde jeder Produkttyp einzeln modelliert und zu einem Mittelwert zusammengeführt.*

*Für die Energieversorgung wurden die für den Produktionsstandort verwendeten Energieträger und Energiequellen berücksichtigt.*

*Es wurden alle Daten aus der Betriebsdatenerhebung, d. h. alle nach Rezeptur eingesetzten Ausgangsstoffe, die eingesetzte thermische Energie, der interne Kraftstoffverbrauch sowie der Stromverbrauch, alle direkten Produktionsabfälle sowie alle zur Verfügung stehenden Emissionsmessungen in der Bilanzierung berücksichtigt.*

*Es kann davon ausgegangen werden, dass die Summe der vernachlässigten Prozesse 5 % der Wirkungskategorien nicht übersteigt.*

#### 9.2.3.2 Transporte

Transporte müssen berücksichtigt und die verrechneten Entfernungen dokumentiert werden, sofern sie relevant sind. Die Transporte für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Verpackungen zum Werk

werden erfasst. Die Transporte der Fertigprodukte zur Baustelle liegen außerhalb der Systemgrenze und gehen in die Umweltbilanz des jeweiligen Gebäudes ein.

### 9.2.3.3 Betrachtungszeitraum

Die eingesetzten Mengen an Rohstoffen, Energien und Hilfs- und Betriebsstoffen sind als Mittelwert von 12 Monaten in den betrachteten Werken zu berücksichtigen.

*Beispiel:*

*Die verwendeten Daten beziehen sich auf das Geschäftsjahr 202x. Die eingesetzten Mengen an Rohstoffen, Energien, Hilfs- und Betriebsstoffen wurden als Jahresmittelwerte erhoben.*

### 9.2.3.4 Allokationen

Allokationen (Verteilung von Aufwendungen für unterschiedliche Produkte) sind soweit wie möglich zu vermeiden. Eingesetzte Energien, Hilfs- und Betriebsstoffe, die nicht eindeutig einem spezifischen Produkt zuordenbar sind, sind nach Gewicht (kg LPM) zuzurechnen.

Für die Berechnung relevanter Allokationen sind mindestens zu nennen:

- Allokation beim Einsatz von Recyclinglehm / Sekundärrohstoffen,
- Allokation von eingesetzten Energien, Hilfs- und Betriebsstoffen zu den einzelnen Produkten des Werkes,
- Allokation von Strom und Wärme aus Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen,
- Gutschriften aus der thermischen / stofflichen Verwertung von Verpackungsmaterialien,
- Gutschriften aus gebundenem CO<sub>2</sub>.

Generell gilt der Grundsatz, dass die Allokationen das Ziel des Prozesses widerspiegeln sollen.

## 9.2.4 Verwertung von Abfällen und Verpackungen

Der gewählte Allokationsansatz für die thermische oder stoffliche Verwertung von Abfällen und Verpackungen ist zu dokumentieren.

*Beispiel:*

*Aus der thermischen Verwertung von Abfällen und Verpackungen in einer Müllverbrennungsanlage wurden Gutschriften für Strom und Wärme gemäß PKR und den entsprechenden Richtlinien und Vorgaben nach Abfallwirtschaftsgesetz AWG [12] berücksichtigt.*

*Die stoffliche Verwertung von Holz, Papier- und Kunststoffverpackungen sowie Folien wurde durch einen zertifizierten Entsorger gem. AWG [12] nachgewiesen.*

## 9.2.5 Hinweise zur Nutzungs- / Entsorgungsphase

Optional können Hinweise zum Nutzungsstadium gemäß DIN 18947, Abs. A.2.1.2 gegeben werden.

*Beispiel:*

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

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

*Die Lebensdauer von Bauprodukten 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.*

*LPM zeichnen sich wegen der Möglichkeit der Replastifizierung des Festmörtels durch besondere Reparaturfreundlichkeit aus. LPM sind gut mit anderen Baustoffen kombinierbar.*

Zusätzlich zur Herstellung wird die *Wiederverwertung / Entsorgung* von nicht sortenrein rückgewinnbaren LPM in der Ökobilanz mit betrachtet und gesondert ausgewiesen. Das betrachtete Verfahren soll sich am Stand der Technik orientieren. Der gewählte Ansatz ist zu dokumentieren.

### **9.3 Sachbilanz**

Die Sachbilanz (LCI) nach DIN EN ISO 14040 / DIN EN 15804 zur Quantifizierung der In- und Outputflüsse eines Produktsystems umfasst die Datenerhebung und das Berechnungsverfahren. Die Inputs beziehen sich dabei i. d. R. auf die zugehörigen Ressourcen (unverknüpft: Naturstoffe, Naturraum; verknüpft: Vorprodukte, Hilfs- u. Betriebsstoffe, Energieträger, Strom), die Outputs auf die entsprechenden Emissionen des Systems (unverknüpft: Emissionen in Luft, Wasser u. Boden; verknüpft: Nebenprodukte, Abfälle). Die Darstellung der Sachbilanz muss getrennt für die Lebenswegphasen innerhalb der gewählten Systemgrenze erfolgen. Die Sachbilanz ist Bestandteil der Ökobilanz (LCA).

Die Sachbilanz muss dem Prüfgremium und einer gesonderten Verifizierung [13] zur Verfügung gestellt werden und wird zentral beim DVL hinterlegt.

#### **9.3.1 Datenerhebung**

Vor der Datenaufnahme müssen die erforderlichen Regeln zur Datenverrechnung und Bilanzerstellung definiert werden. Dies betrifft insbesondere Kategorien wie Recyclingbehandlung, Einsatz von Sekundärroh- und Brennstoffen, die Betrachtung von Koppel- und Nebenprodukten sowie die Festlegung entsprechender Verteilungsregeln (Allokation).

Zu unterscheiden sind zwei Arten von Modulen oder Prozessen:

- Module zur Beschreibung produkt- und produktionsspezifischer Prozesse (Vordergrunddaten)
- Basismodule (Hintergrunddaten / generische Daten).

Normkonform gestaltete Fragebögen erleichtern die Erhebung der Vordergrunddaten bei den Produktherstellern.

Grundsätzlich müssen konsistente Hintergrunddaten verwendet werden, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicher zu stellen. Hintergrunddaten können aus Umweltbilanzen, verifizierbaren Daten oder Studien zu relevanten Produkten und Prozessen abgeleitet werden. Als Referenz-Datenbank für andere generische Daten werden einschlägige, aktuelle nationale oder internationale Stoffdatenbanken und deren Berechnungsmodelle zur Umweltwirkung verwendet.

*Beispiel:*

*Zur Modellierung der Umweltwirkungen des Lebenszyklus wurde das Software-System ÖKOBAUDAT [14] ([www.oekobaudat.de](http://www.oekobaudat.de)) des Bundesinstituts f. Bau-, Stadt- u. Raumforschung (BBSR) verwendet. Alle für die Herstellung und Entsorgung relevanten Hintergrunddatensätze wurden der Datenbank ÖKOBAUDAT [14] als generischer Datensatz (1.4.04 Mineralische Baustoffe / Mörtel u. Beton / Putz u. Putzmörtel) entnommen.*

#### **9.3.2 Datenqualität**

Es müssen aktuelle Daten als Grundlage der Berechnung der Ökobilanz verwendet werden. Die genauen Anforderungen entsprechen den DIN EN ISO 14040 und 14044.

*Beispiel:*

*Die verwendeten Daten sind nicht älter als 5 Jahre.*

Für die eingesetzten Ausgangsstoffe nach Abs. 3 ist es zulässig, gemittelte, repräsentative Daten zu verwenden.

Für das entsprechende Endprodukt ist alternativ mit Durchschnittsdaten oder spezifischen Daten zu rechnen. Der gewählte Ansatz ist zu dokumentieren. Bei Standard- und Normrezepturen reichen Durchschnittsdaten aus. Im Zweifel sind „worst case“-Daten zu nutzen.

Um die Repräsentativität (Gültigkeitsbereich) sicherzustellen, sollte bei der Verwendung von vergleichbaren Prozessen eine technologische Übereinstimmung gegeben sein. Bei der Nutzung von generischen Daten ist deren Repräsentativität anzugeben und die Quelle zu deklarieren.

*Beispiel:*

*Die Erfassung der Vordergrunddaten für den untersuchten LPM erfolgte durch die XXX direkt in den Werken.*

*Der überwiegende Teil der Daten für die Vorketten stammt aus industriellen Quellen, die unter konsistenten zeitlichen und methodischen Randbedingungen 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.*

### 9.3.3 Indikatoren des Ressourceneinsatzes

Die Indikatoren zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes (Inputs) und sonstiger Umweltinformationen (Outputs) im zu untersuchenden Produktsystem (UPD-Art 2 [1, Bild 3.2]) werden gemäß DIN EN 15804, Tab. 6 – 8 festgelegt. Sie sind aus der Sachbilanz zu errechnen und auf die deklarierte Einheit / Lebenszyklusphase bezogen in Tab. 9.1 und / oder grafisch darzustellen und zu interpretieren. Als Tabellenformat für die Darstellung der Ergebnisse wird die Informationstransfermatrix ITM nach DIN EN 15942 genutzt.

Tabelle 9.1 Indikatoren zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes und sonstiger Umweltinformationen

Nr. <sup>1)</sup>	Indikator	Symbol	Einheit	Herstellg. A1-A3	Abbruch C1	Abfallbe- handlg. C3	Recycling- potenzial D
1	Erneuerbare PE <sup>2)</sup> als Energieträger	PERE	MJ				
2	Erneuerbare PE zur stofflichen Nutzung	PERM	MJ				
3	Gesamteinsatz erneuerbare PE	PERT	MJ				
4	Nicht erneuerbare PE als Energieträger	PENRE	MJ				
5	Nicht erneuerbaren PE zur stoffl. Nutzung	PENRM	MJ				
6	Gesamteinsatz nicht erneuerbarer PE	PENRT	MJ				
7	Einsatz von Sekundärstoffen	SM	kg				
8	Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	RSF	MJ				
9	Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe	NRSF	MJ				
10	Einsatz von Süßwasserressourcen	FW	m <sup>3</sup>				
11	Gefährlicher Abfall zur Deponie	HWD	kg				
12	Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	NHWD	kg				
13	Entsorgter radioaktiver Abfall	RWD	kg				
14	Komponenten für die Wiederverwendung	CRU	kg				
15	Stoffe zum Recycling	MFR	kg				
16	Stoffe f. d. Energierückgewinnung	MER	kg				

17	Exportierte elektr. Energie	EEE	MJ				
18	Exportierte therm. Energie	EET	MJ				

1) Zeilen 1 – 10 Inputs, Zeilen 11 – 18 Outputs; 2) Primärenergie (PE)

Die aggregierten Größen sind wie folgt zu spezifizieren:

- Primärenergie (PE) aus nicht erneuerbaren Ressourcen [MJ], gegliedert in % Braunkohle, Steinkohle, Erdgas, Erdöl, Uran,
- PE aus erneuerbaren Ressourcen [MJ] gegliedert in % Wasserkraft, Windkraft und Sonnennutzung (Solarenergie / Biomasse),
- Energie aus Sekundärbrennstoffen (zu spezifizieren).

Nicht deklarierte Indikatoren werden mit „IND“ bezeichnet [1].

#### 9.4 Abschätzung der Umweltwirkung

Die Indikatoren zur Abschätzung der Umweltwirkung und die zusätzlichen Umweltwirkungsindikatoren im zu untersuchenden Produktsystem werden gemäß DIN EN 15804, Tab. 3 und 4 festgelegt. Sie sind aus der Sachbilanz zu errechnen und auf die deklarierte Einheit / Lebenszyklusphase bezogen in *Tab. 9.2* und / oder grafisch darzustellen und zu interpretieren.

Tabelle 9.2 Indikatoren zur Beschreibung der Umweltwirkung / Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren

Nr. <sup>1)</sup>	Wirkungskategorie	Symbol	Einheit	Herstellg. A1-A3	Abbruch C1	Abfallbe-handlg. C3	Recyclingpo-tenzial D
1	Globales Erwärmungspotenzial	<b>GWP</b>	kg CO <sub>2</sub> Äq.				
2	Abbaupotenz. d. stratosphärisches Ozonschicht	<b>ODP</b>	kg R11 Äq.				
3	Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	<b>POCP</b>	kg Ethen Äq.				
4	Versauerungspotenzial	<b>AP</b>	kg SO <sub>2</sub> Äq.				
5	Eutrophierungspotenzial	<b>EP</b>	kg PO <sub>4</sub> Äq.				
6	Potenzial f. d. abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen	<b>ADPE</b>	kg Sb Äq.				
7	Potenzial f. d. abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe	<b>ADPF</b>	MJ				
8	Feinstaubemissionen	<b>PM</b>	Auftreten v. Krankheiten				
9	Ionisierende Strahlung, menschliche Gesundheit	<b>IRP</b>	kBq U235 Äq.				
10	Ökotoxizität Süßwasser	<b>ETP-fw</b>	CTUe				
11	Humantoxizität, kanzerogen	<b>HTP-c</b>	CTUh				
12	Humantoxizität nicht kanzerogen	<b>HTP-nc</b>	CTUh				
13	Bodenqualität	<b>SQP</b>	dimensionslos				

<sup>1)</sup> Zeilen 1 – 7 Indikatoren zur Beschreibung der Umweltwirkung; Zeilen 8 – 13 Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren, nicht deklarierte Indikatoren werden mit „IND“ bezeichnet [1]

## 9.5 Interpretation

Die Aggregationsgrößen der Sachbilanz und die Kategorien der Wirkungsabschätzung sind je kg durchschnittlichem Lehmwerkmörtel der jeweiligen Klasse in der Deklaration darzustellen. Es sind zudem Mittelwerte für die Rohdichte der dargestellten Produkte anzugeben.

Vergleiche von unterschiedlichen Baustoffen sind ohne Einbeziehung der jeweiligen Konstruktion und der Nutzungsphase nicht zulässig.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt an für den Nutzungszustand sinnvollen Bezugsgrößen wie z. B. Volumen Endprodukt usw. und berücksichtigt vorgeschriebene oder praxisübliche Bauteildicken usw., insbesondere, wenn sie über Zulassungen vorgegeben sind.

## 10 NACHWEISE

Hier sind alle jene Nachweise beizufügen, welche die unter *Abs. 2 – 7* der PKR LPM [14] gemachten Aussagen belegen bzw. die relevant sind und bestimmte Eigenschaften des Endprodukts definieren.

Der Hersteller legt dem DVL die entsprechenden Prüfzeugnisse vor. Grundsätzlich gilt, dass sämtliche Aussagen mit Messdaten zu belegen sind. Bei nicht nachweisbaren Substanzen ist die Nachweisgrenze der Messung in der Deklaration mit anzugeben.

### 10.1 Radioaktivität

Messung des Radionuklidgehaltes [Bq/kg] für Ra-226, Th-232, K-40.

Die Beurteilung erfolgt nach DIN 18947, Abs. A.2.

## 11 PKR-DOKUMENT UND ÜBERPRÜFUNG

Die Überprüfung der UPD LPM [4] ist in Übereinstimmung mit den Anforderungen von DIN EN ISO 14025 zu dokumentieren. Die der UPD LPM zugrunde liegenden PKR LPM [15] sind inkl. Version zu nennen:

*Beispiel:*

*Die vorliegende Muster-UPD LPM [4] beruht auf dem PKR-Dokument „Lehmputzmörtel“, 2022-04 [15].*

*Review des PKR-Dokuments durch das Prüfungsgremium (PG)*

*Vorsitzender des PG: XXX (YYY)*

*Unabhängige Prüfung der UPD LPM gemäß DIN EN ISO 14025:*

*Intern: extern:*

*Validierung der Deklaration: Vorname, Name*

## 12 ZITIERTE STANDARDS / LITERATURHINWEISE

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

DIN 4102-4:2016-05: *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung*

- DIN 18300:2019-09: VOB/C (ATV) – *Erdarbeiten*
- DIN 18550-2:2015-06, Planung, Zubereitung u. Ausführung von Innen- u. Außenputzen – Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2 für Innenputze in Verbindung mit DIN EN 13914-2:2016-09 für Lehmputzmörtel,
- DIN 18942-1:2018-12: *Lehmbaumstoffe – Teil 1: Begriffe*
- DIN 18942-100 :2018-12: *Lehmbaumstoffe – Teil 100: Konformitätsnachweis*
- DIN 18945:2013-08, *Lehmsteine – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*
- DIN 18947:2013-08, *Lehmputzmörtel – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*
- DIN EN 12620(E):2015-07: *Gesteinskörnungen für Beton (zurückgezogen)*
- DIN EN 12664:2001-05: *Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen u. Bauprodukten; Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät u. dem Wärmestrommessplatten-Gerät; Trockene u. feuchte Produkte mit mittlerem u. niedrigem Wärmedurchlasswiderstand*
- DIN EN 12878:2014-07: *Pigmente zum Einfärben von zement- und/oder kalkgebundenen Baustoffen – Anforderungen und Prüfverfahren*
- DIN EN 13055: 2016-11: *Leichte Gesteinskörnungen (zurückgezogen)*
- DIN EN 13139 (E):2015-07: *Gesteinskörnungen für Mörtel (zurückgezogen)*
- DIN EN 13501-1:2010-01: *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*
- DIN EN 13501-2:2010-02: *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen*
- DIN EN 15804:2022-03, *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte*
- DIN EN 15942: 2022-04: *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Kommunikationsformate zwischen Unternehmen*
- DIN EN ISO 14025:2011-10, *Umweltkennzeichnungen und –deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen, Grundsätze und Verfahren*
- DIN EN ISO 14040:2009-11, *Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze u. Rahmenbedingungen*
- DIN EN ISO 14044:2018-05, *Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen*
- DIN EN ISO 16000-9:2008-04, *Innenraumluchtverunreinigungen – Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionsprüfkammer-Verfahren*
- 1 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaumstoffe – Allgemeine Regeln für die Erstellung von Typ III Umweltproduktdeklarationen (Teil 2)*. Weimar: 2018-03
  - 2 Dachverband Lehm e.V. (Hrsg.): *Lehmbau Regeln - Begriffe, Baustoffe, Bauteile*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner | GWV Fachverlage, 3., überarbeitete Aufl., 2009
  - 3 Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung AVV) v. 10.12.2001 (BGBl. I, S. 3379), zuletzt geändert 30.06.2020 (BGBl. I, S.1533)
  - 4 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaumstoffe – Muster-UPD für die Baustoffkategorie Lehmputzmörtel (UPD LPM) nach DIN EN 15804*. Weimar: 202x-yy

- 5 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Anforderungen an Lehmputz als Bauteil*. Technische Merkblätter Lehmbau, TM 01. Weimar:2014-06, 2. Aufl.
- 6 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Qualitätsüberwachung von Baulehm als Ausgangsstoff für industriell hergestellte Lehmbaumstoffe – Richtlinie*. Technische Merkblätter Lehmbau, TM 05. Weimar:2011-06
- 7 Natureplus e. V. (Hrsg.): *Vergaberichtlinie 5003 zur Vergabe des Qualitätszeichens. Naturschutz beim Abbau mineralischer Rohstoffe*. Ausgabe April 2015, Neckargemünd: 2015
- 8 Umweltbundesamt (Hrsg.) / Weimann, K. u. a.: *Optimierung des Rückbaus / Abbaus von Gebäuden zur Rückgewinnung und Aufbereitung von Baustoffen unter Schadstoffentfrachtung (insbes. Sulfat) des RC-Materials sowie ökobilanzieller Vergleich von Primär- und Sekundärrohstoffeinsatz inkl. Wiederverwertung*. Texte 05/2013, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt 2013
- 9 VDI 2243:2002-07: *Recyclingorientierte Produktentwicklung*
- 10 Müller, A.: *Baustoffrecycling. Entstehung – Aufbereitung – Verwertung*. Springer Vieweg: Wiesbaden 2018
- 11 Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) v. 27.04.2009 (BGBl. I, S.900), zuletzt geändert 03.07.2020 (BGBl. I, S. 1533)
- 12 Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002) (BGBl. I, Nr. 102/2002, Fassung v. 20.03.2017)
- 13 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaumstoffe – Allgemeine Programmanleitungen (Basisdokument)*. Weimar: 2018-03
- 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
- 15 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaumstoffe – Grundregeln für die Baustoffkategorie Lehmputzmörtel (PKR LPM)*. Weimar: 2022-04