

Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaustoffe

Grundregeln für die Baustoffkategorie Lehmsteine (PKR LS) 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	Brand- und Schallschutz.....	8
2.9	Sonstige Eigenschaften.....	8
3	Ausgangsstoffe.....	8
3.1	Auswahl / Eignung.....	9
3.2	Stoffeklärung.....	9
3.3	Bereitstellung.....	11
3.4	Verfügbarkeit.....	11
4	Produkt Herstellung.....	12
4.1	Herstellungsprozess.....	12
4.2	Gesundheits- und Arbeitsschutz.....	12
4.3	Umweltschutz Herstellung.....	13
5	Produktverarbeitung.....	13
5.1	Verarbeitungsempfehlungen.....	13
5.2	Arbeitsschutz / Umweltschutz.....	13
5.3	Restmaterial.....	14
5.4	Verpackung.....	14
6	Nutzungszustand.....	14
6.1	Inhaltsstoffe.....	14
6.2	Wirkungsbeziehungen Umwelt / Gesundheit.....	15
6.3	Beständigkeit / Nutzungsdauer.....	15

7	Aussergewöhnliche Einwirkungen.....	15
7.1	Brand	15
7.2	Hochwasser / Havarie.....	16
8	Nachnutzungsphase	16
8.1	Recycling von LS	16
8.2	Entsorgung.....	17
9	Ökobilanz	17
9.1	Allgemeines.....	17
9.2	Systemdefinition und Modellierung des Lebenszyklus.....	17
9.2.1	Deklarierte Einheit.....	17
9.2.2	Systemgrenzen.....	17
9.2.3	Verfahrensgrundlagen	18
9.2.3.1	Abschneidekriterien.....	18
9.2.3.2	Transporte.....	18
9.2.3.3	Betrachtungszeitraum	18
9.2.3.4	Allokationen	19
9.2.4	Verwertung von Abfällen und Verpackungen.....	19
9.2.5	Hinweise zur Nutzungs- / Entsorgungsphase	19
9.3	Sachbilanz	19
9.3.1	Datenerhebung.....	20
9.3.2	Datenqualität	20
9.3.3	Indikatoren des Ressourceneinsatzes.....	21
9.4	Abschätzung der Umweltwirkung.....	22
9.5	Interpretation	22
10	Nachweise	23
10.1	Radioaktivität	23
11	PKR-dokument und Überprüfung	23
12	Zitierte Standards / Literaturhinweise	23

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

Version	Kommentar	Stand
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 · 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 u.

Abkürzungen:

Produktkategorieregeln (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

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

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

LS Lehmstein

LMM Lehmmauermörtel

LPM Lehmputzmörtel

LP Lehmplatte

LR Lehmregeln 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 Produktkategorieregeln (PKR) gelten, sind zu nennen.

Beispiel:

Diese Produktkategorieregeln (PKR) sind anwendbar auf im Werk hergestellte, ungebrannte Lehmsteine (LS) für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk sowie für Ausfachungen.

Für die Anwendung gelten die LR DVL [2], die DIN 18945, sowie die Muster-UPD LS des DVL [4] auf der Grundlage der Ökobilanzdaten folgender Hersteller: Xxx, Yyy....

2.2 Produktbeschreibung

Die deklarierten Produkte müssen beschrieben werden.

Beispiel:

Die genannten Produkte sind ungebrannte, mineralische und i. d. R. quaderförmige Baustoffe aus Lehmbaumstoff mit Tonmineralien des Baulehms als alleinigem Bindemittel. LS werden als Voll- oder Lochsteine (g) hergestellt.

2.3 Einsatzzweck

Der Einsatzzweck der genannten Produkte ist zu spezifizieren.

Beispiel:

LS dienen zur Herstellung von tragendem und nichttragendem Lehmsteinmauerwerk LSM (Wände, Trennwände, Pfeiler, Ausfachungen) gemäß DIN 18945, E DIN 18940 und LR DVL [2].

Entsprechend der möglichen Feuchteeinwirkung im Gebrauchszustand werden LS gemäß DIN 18945 in Anwendungsklassen (AK) eingeteilt. Die AK ist nach Tab. 2.1 zu deklarieren.

Tabelle 2.1 Anwendungsklassen von Lehmsteinen

Nr.	Anwendungs klasse AK	Anwendungsbereich
	Ia	verputztes, der Witterung ausgesetztes Außenmauerwerk von Sichtfachwerkwänden ¹
	Ib	durchgängig verputztes, der Witterung ausgesetztes Außenmauerwerk ¹
	II	verkleidetes oder anderweitig konstruktiv witterungsgeschütztes Außenmauerwerk / Innenmauerwerk
	III	trockene Anwendungen (z.B. Deckenfüllungen, Stapelwände)

¹Beanspruchungsgruppe I nach DIN 4108-3 bzw. nach sorgfältiger Prüfung der örtlichen Schlagregenexposition

2.4 Produktnorm / Zulassung / Inverkehrbringen / Anwendungsregeln

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

Beispiel:

- E DIN 18940 Lehmsteinmauerwerk (LSM),
- DIN 18942-1 Lehmbaumstoffe – Begriffe,
- DIN 18942-100 Lehmbaumstoffe – Konformitätsnachweis,
- DIN 18945 Lehmsteine (LS),
- Lehmbau Regeln des Dachverbandes Lehm e. V. (LR DVL) [2].

Weiterhin gelten die Muster-UPD Lehmsteine (LS) des DVL [4] und damit im Zusammenhang das Dokument „Teil 2“ mit den entsprechenden Begriffsbestimmungen und Abkürzungen [1] sowie das Technische Merkblatt TM 05 des DVL [5].

2.5 Gütesicherung

Die zutreffende Norm ist zu nennen.

Beispiel:

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

2.6 Lieferzustand

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

Beispiel:

Abmessungen (Nennmaße, Mindestmaße, Höchstmaße, Maßspanne, Format-Kurzzeichen, innere Geometrie) nach DIN 18945, Tab. 4 u. 5, Tab. 2 u. 3. LS können als Vollsteine oder gelocht, sowie mit glatten oder profilierten Rändern ($l \times b$) geliefert werden. Großformatige extrudierte und gelochte Lehm-Plansteine haben plangeschliffene Lagerflächen [6]. Sonderformate (S) sind als solche zu kennzeichnen.

Die Angaben zu den Lieferformaten erfolgen nach Tab. 2.2.

Tabelle 2.2 Lieferformate

Nr.	Format-Kurzzeichen	Nennmaß mm	Mindestmaß mm	Höchstmaß mm	Maßspanne mm	Ränder	Innere Geometrie
LS 1							
<i>l</i>							
<i>b</i>							
<i>h</i>							
LS 2							
<i>l</i>							
<i>b</i>							
<i>h</i>							

2.7 Bautechnische Eigenschaften

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

Beispiel:

Bautechnische Produkteigenschaften (Tab. 2.3):

Tabelle 2.3 Bautechnische Produkteigenschaften

Nr.	Eigenschaft	Klasse / Wert	Dimension
1	Trockenrohdichte ρ_d	MW d. Steinrohdichten	kg/m ³
2	Druckfestigkeitsklasse nach DIN 18945, Tab. 7		N/mm ²
3	Statischer E-Modul		N/mm ²
4	tragende / nicht tragende Anwendung		
5	Wärmeleitfähigkeit λ_R nach LR DVL, Tab. 5-3 [2]		W/mK
6	Wasserdampfdiffusionswiderstand μ nach LR, Tab. 5-5 [2]		–

LS für tragende Bauteile müssen einen statischen E-Modul von ≥ 750 N/mm² aufweisen. Die entsprechende Prüfnorm muss angegeben werden, z. B. Prüfung nach DIN 18945, Abs. 9.5. LS der Druckfestigkeitsklassen ≥ 2 erfüllen i. d. R. die o. g. Anforderung.

Verhalten unter Feuchte- u. Frosteinwirkung (Tab. 2.4)

LS können Einwirkungen aus Feuchte und Frost nur in begrenztem Maße widerstehen. Das Feuchte- und Frostverhalten wird in entsprechenden Prüfungen (Tauch-, Kontakt-, Saug-, Frost-) nach DIN 18945, Abs. 9.6.1-4 bestimmt. Entsprechend ihrer AK müssen LS die in DIN 18945, Tab. 8 definierten Kriterien (Masseverluste, Risse, Quellverformungen) erfüllen. Die Ergebnisse der Prüfungen müssen angegeben werden (Tab. 2.4).

Tabelle 2.44 Feuchte- und Frostverhalten

Nr.	Anwendungs- klasse AK	Tauchprüfung Masseverlust % (nach 9.6.1)	Kontaktprüfung (nach 9.6.2)	Saugprüfung h (nach 9.6.3)	Frostprüfung Zyklen (nach 9.6.4)
LS 1					
LS 2					

2.8 Brand- und Schallschutz

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

LS des Herstellers XXX erfüllen die Anforderungen der Baustoffklasse x nach DIN 4102-1.

Falls erforderlich, ist die Luftschalldämmung eines Bausystems mit LS nach DIN EN ISO 717-1 zu bestimmen / rechnerisch nachzuweisen (DIN 4109-2).

2.9 Sonstige Eigenschaften

Sonstige Eigenschaften sind ggf. zu deklarieren / zu spezifizieren.

Beispiel:

LS der AK Ia, Ib und II dürfen bauschädliche Salze nur bis zu folgenden Mengen enthalten:

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

Der Gesamtgehalt an bauschädlichen Salzen darf 0,12 M.-% nicht überschreiten.

3 AUSGANGSSTOFFE

Die Verwendung von Lehmbaustoffen soll in besonderem Maße dem Schutz der Umwelt und der Gesundheit von Verarbeitern und Nutzern dienen. Hersteller von LS 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 deklarerter technischer Leistungsparameter von LS werden Stoffgemische aus Baulehm und geeigneten Ausgangsstoffen hergestellt, die der in DIN 18945, Abs. 5 angegebenen Auflistung entsprechen müssen. Alle Ausgangsstoffe sind bezogen auf die verarbeitungsfähige Ausgangsmischung in Masse-% anzugeben (durchschnittliche Einsatzmengen), getrennt nach:

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

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.-%,
- Ziegelsplitt aus mörtelfreien Ziegeln [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 [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.

3.2 Stoffeklärung

Erläuterung der eingesetzten Ausgangsstoffe gem. Definitionen in „Anleitungen (Teil 2)“ [1].

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 nach 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 (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]:

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.

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

Mineralische Zusatzstoffe / künstlich: Ziegelmehl / -splitt 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. 1000°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 (Trockenrohdichte, Trocknungsschwindmaß) des Endprodukts beeinflusst werden. Faserartige Zusatzstoffe wirken einer Rissbildung der LS 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 CO₂ und Wasser umgebaut.

Anorganische Pigmente: Erden oder Mineralien zur Erzielung einer bestimmten Farbgebung (DIN EN 12878).

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

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

Das Herstellungsverfahren 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:

Der Grubenlehm wird nach Abbau zur Zwischenlagerung / Lufttrocknung auf das Werksgelände transportiert. Hier werden abbaubedingten 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 grob 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 miteinander vermischt.

Die Wasserzugabe bis zum Erreichen der geeigneten Konsistenz der Arbeitsmasse ermöglicht die Anwendung des vorgesehenen Formgebungsverfahrens:

- **formgeschlagen (f):** die Mischung wird manuell / maschinell in eine Form eingeworfen.*
- **formgepresst (p):** die Mischung wird in eine Form gepresst / eingestampft.*
- **stranggepresst (s):** die Mischung wird durch ein Mundstück gepresst und vom Strang durch einen nachgeschalteten Abscheider abgeschnitten. Die Lagerflächen von Lehm-Plansteinen werden nach der Trocknung plangeschliffen [6].*

Der anschließende Trocknungsprozess kann durch natürliche Lufttrocknung, Abwärmenutzung (Überschusswärme aus anderen Prozessen) oder prozessgebundene Trocknungsanlagen erfolgen. Die LS werden nach den verschiedenen Trocknungsverfahren i. d. R. bis zur Gleichgewichtsfeuchte (2 – 6 M.-%) zurückgetrocknet und auf witterungsgeschützten Lagerplätzen gestapelt. LS sind ungebrannte Bauprodukte. Der für Ziegel erforderliche Brennprozess entfällt

Die trockenen LS werden abschließend in für den Transport geeignete Gebinde witterungsgeschützt verpackt (auf mehrfach verwendbaren Holzpaletten gestapelt und mit recyclebarer PE-Schrumpffolie versehen), verladen und ausgeliefert.

4.2 Gesundheits- und Arbeitsschutz

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 noch verbliebene Restfeuchte aus dem Anmachwasser der Mischung wird während des Trocknungsprozesses in Form von Wasserdampf wieder freigesetzt.

Luft:

Bei Lufttrocknung der LS ist kein Brennprozess erforderlich. Somit entstehen keine entsprechenden Schadstoffemissionen. Der anfallende Wasserdampf ist unschädlich.

Bei künstlicher Trocknung (Abwärme Ziegelei, Trocknungsgerät) entstehende Emissionen liegen unter den Grenzwerten der TA Luft [9]. Maßnahmen des Umweltschutzes sind ausgerichtet auf möglichst geringen Energieverbrauch und schadstoffarme Abluft.

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:

Die Verarbeitung der LS erfolgt nach DIN 18945 bzw. LR DVL [2] mit Lehmmauermörtel LMM nach DIN 18946 entsprechend den Regeln des Mauerwerksbaus. Für die i. d. R. manuelle Verarbeitung kommen übliche Geräte des Mauerwerksbaus zum Einsatz.

LS sind werkgerecht und vollfügig im Verband mit Stoß- und Lagerfugen in einer Stärke von ca. 1 cm zu vermauern. Gestampfte / gepresste LS sollen so vermauert werden, dass die Auflast in Stampf- / Pressrichtung wirkt.

An die Baustelle gelieferte LS müssen witterungsgeschützt gelagert werden.

5.2 Arbeitsschutz / Umweltschutz

Der Hersteller muss darlegen, dass in der Produktionsstätte ein den entsprechenden nationalen Normen genügendes Management zum Arbeits- / Umweltschutz vorliegt.

Beispiel:

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

Während der Verarbeitung von LS 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 [9]. Vorsorglich werden Atemschutzmasken verwendet.

Die Einzelgewichte der LS liegen unter den Empfehlungen der Bauberufsgenossenschaft von 25 kg. Die LS können deshalb von Hand nach den Regeln des Mauerwerksbaus versetzt werden.

5.3 Restmaterial

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

Beispiel:

LS-Reste können von den Herstellerwerken zurückgenommen und dort in den Produktionsprozess zurückgeführt werden. LS-Reste können auch vor Ort unter Wasserzugabe replastifiziert und (ggf. unter Sandzugabe) für Reparaturzwecke an LSM verwendet werden.

Während der Verarbeitung der LS herabgefallener, erhärteter LMM 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 LMM 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.

Beispiel:

Mehrwegpaletten aus Holz werden vom Hersteller oder durch den Baustoffhandel zurückgenommen (Pfandsystem) und in den Produktionsprozess zurückgeführt.

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

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 LS werden ausschließlich die 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 18945, Abs. A.3.

Beispiel:

LS des Herstellers XX enthalten keine schädlichen Stoffe wie z. B. flüchtige organische Komponenten (VOC, TVOC), Formaldehyd, Isocyanate usw. Entsprechende schädigende Emissionen sind deshalb auch 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 LS tragen deshalb zu einem ausgeglichenen Innenraumklima bei.

Bei Taupunktunterschreitung in der Innenraumluft wird ggf. an Bauteiloberflächen ausfallendes Tauwasser durch die kapillare Porenstruktur der LS sofort verteilt. Dadurch wird der möglichen Bildung von Schimmel an gefährdeten Stellen („kalte Ecken“ von Außenwänden) vorgebeugt.

Die natürliche ionisierende Strahlung der aus LS hergestellten Bauteile ist abhängig von der geologischen Herkunft des Baulehms („hot spots“). Sie ist sehr gering und gesundheitlich unbedenklich. LS des Herstellers XX besitzen einen Aktivitätskonzentrationsindex $I < 1$ sowie folgende Radionuklidkonzentrationen gemäß DIN 18945, 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 LS ist deshalb auf den Bereich der nach Abs. 2.3, Tab. 2.1 deklarierten AK beschränkt. Bauteile aus LS sind über den gesamten Nutzungszeitraum vor stehendem und fließendem Wasser oder dauerhafter Durchfeuchtung zu schützen.

LS sind nicht feuchte- und frostbeständig. Sie müssen die nach DIN 18945, Tab. 8 definierten Anforderungen (Tauch-, Kontakt-, Saug- und Frostprüfung) gemäß ihrer AK erfüllen.

7 AUSSERGEWÖHNLICHE EINWIRKUNGEN

7.1 Brand

Angabe des Brandverhaltens

Beispiel:

Im Brandfall können keine toxischen Gase / Dämpfe entstehen.

Zur Brandbekämpfung eingesetztes Löschwasser kann Schäden an tragenden Bauteilen aus LS erzeugen. Bei LS mit organischen Zusatzstoffen können geringe Mengen CO entstehen.

7.2 Hochwasser / Havarie

Angabe des Verhaltens bei Wassereinwirkung

Beispiel:

Unter Wassereinwirkung (z. B. Hochwasser) können LS 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*) oder in einem Produktsystem außerhalb des Lehmbaus erfolgen (*Sekundärrecycling*).

Recycling ist aus Abbruchbauteilen trocken zerkleinerter, wiederverwerteter 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 (Materialrecycling).

8.1 Recycling von LS

Recyclinggerechte Baustoffe zeichnen sich aus durch die Möglichkeit der sortenreinen Zerlegbarkeit und energiearmen Aufbereitung für eine Wieder- / Weiterverwendung bzw. durch problemlose Rückführbarkeit von Stoffgemischen in geogene / biogene Naturkreisläufe durch Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen nach Ende der Nutzung.

Es ist zu definieren, unter welchen Bedingungen im Rahmen der zu erwartenden Lebensdauer des aus LS hergestellten Bauteils eine weitere Verwendung nach Ablauf einer Nutzungsphase möglich ist [10][11].

Beispiel:

Der Haltbarkeitszeitraum von LS liegt i. a. über dem Nutzungszeitraum der daraus errichteten Gebäude. Aus LS hergestellte Bauteile können i. d. R. in einfacher Weise manuell oder mechanisch zurückgebaut werden. Nach Entfernung anhaftender, mitverarbeiteter Baustoffe (Mörtel, Putze etc.) können LS bei zielgerichtetem Rückbau von Gebäuden für den gleichen Verwendungszweck wiederverwendet werden.

Bei einer Wiederverwendung dürfen die zurückgebauten LS keine Spuren aus chemischen und biologischen Einwirkungen aus der zurückliegenden Nutzung enthalten (bauschädigende Salze, Moose / Algen, Hausschwamm, Schimmelpilze usw.). LS, die in Landwirtschaftsbauten eingesetzt wurden, sind aus hygienischen Gründen für eine Wiederverwendung ungeeignet.

Bei Gebäudeabriss sortenrein und frei von Reststoffen (Altanstriche, alte Ausbesserungen mit Gips, Zement- und Kalkmörtel) gewonnene LS können durch Wasserzugabe ohne zusätzlichen

Energieaufwand replastifiziert oder trocken zu Lehm-Rezyklat aufbereitet und als Sekundärrohstoff einem erneuten Formgebungsprozess zugeführt und wiederverwertet werden. Ihre ursprüngliche Zusammensetzung entspricht i. d. R. den für eine Wiederverwertung als LS geforderten Eigenschaften. Ggf. ist eine Abmagerung durch Sand erforderlich. Für Produktionsbruch wird dieses Verfahren bereits praktiziert.

Sofern die o. g. Möglichkeiten der Wiederverwertung nicht praktikabel sind, können sortenrein gewonnene LS aus Gebäudeabriss 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.

8.2 Entsorgung

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

Beispiel:

Bei Gebäudeabriss zurückgebaute, nicht sortenrein rückgewinnbare LS, sowie LS aus Landwirtschaftsbauten, die für eine Weiterverwertung ungeeignet sind, können auf Grund ihres chemisch neutralen, inerten Verhaltens auf Deponien der Deponieklasse DK 0 [12] 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 LS 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:

Die deklarierte Einheit ist 1 kg bei einer durchschnittlichen Trockenrohichte von $xx \text{ kg/m}^3$.

9.2.2 Systemgrenzen

Die Systemgrenze ist entsprechend DIN 18945, Abs. A.2 zu dokumentieren.

Beispiel:

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

9.2.3 Verfahrensgrundlagen

9.2.3.1 Abschneidekriterien

Die Abschneidekriterien müssen gemäß DIN 18945, 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 Gewichtsanteil des bilanzierten Produktes (kg LS) 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 CO₂.

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 [13] berücksichtigt.

Die stoffliche Verwertung von Holz, Papier- und Kunststoffverpackungen sowie Folien wurde durch einen zertifizierten Entsorger gem. AWG [13] nachgewiesen.

9.2.5 Hinweise zur Nutzungs- / Entsorgungsphase

Optional können Hinweise zum Nutzungsstadium gemäß DIN 18945, Abs. A.2.1.2 gegeben werden.

Beispiel:

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

Die dynamische Luftfeuchtesorption von LS 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.

Mauerwerk aus LS ist reparaturfreundlich. LS sind gut mit anderen Baustoffen kombinierbar.

Zusätzlich zur Herstellung kann die Wiederverwertung / Entsorgung von nicht sortenrein rückgewinnbaren LS 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 Outputströme 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 Prüfungsgremium und einer gesonderten Verifizierung [14] 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 [15] (www.oekobaudat.de) des Bundesinstituts f. Bau-, Stadt- u. Raumforschung (BBSR) verwendet. Alle für die Herstellung und Entsorgung relevanten Hintergrunddatensätze wurden der Datenbank ÖKOBAUDAT [15] als generischer Datensatz (1.3.17 Mineralische Baustoffe / Steine u. Elemente / Lehmsteine) 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 die untersuchten LS 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. ¹⁾	Indikator	Symbol	Einheit	Herstellg. A1-A3	Abbruch C1	Abfallbe-handlg. C3	Recycling-potenzial D
1	Erneuerbare PE ²⁾ 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 ³				
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 spezifizierte 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. ¹⁾	Wirkungskategorie	Symbol	Einheit	Herstellg. A1-A3	Abbruch C1	Abfallbe- handlg. C3	Recyclingpo- tenzial D
1	Globales Erwärmungspotenzial	GWP	kg CO ₂ Äq.				
2	Abbaupotenz. d. stratosphärisches Ozonschicht	ODP	kg R11 Äq.				
3	Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	POCP	kg Ethen Äq.				
4	Versauerungspotenzial	AP	kg SO ₂ Äq.				
5	Eutrophierungspotenzial	EP	kg PO ₄ Äq.				
6	Potenzial f. d. abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen	ADPE	kg Sb Äq.				
7	Potenzial f. d. abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe	ADPF	MJ				
8	Feinstaubemissionen	PM	Auftreten v. Krankheiten				
9	Ionisierende Strahlung, menschliche Gesundheit	IRP	kBq U235 Äq.				
10	Ökotoxizität Süßwasser	ETP-fw	CTUe				
11	Humantoxizität, kanzerogen	HTP-c	CTUh				
12	Humantoxizität nicht kanzerogen	HTP-nc	CTUh				
13	Bodenqualität	SQP	dimensionslos				

¹⁾ 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 durchschnittlichen LS der jeweiligen AK 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.

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 717-1:2020-01(E): *Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden u. v. Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung*
- 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 Lehmsteine (UPD LS) nach DIN EN 15804*. Weimar: 202x-yy
 - 5 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Qualitätsüberwachung von Baulehm als Ausgangsstoff für industriell hergestellte Lehmbaumstoffe – Richtlinie*. Technische Merkblätter Lehmbau, TM 05. Weimar:2011-06
 - 6 Jäger, W.; Hartmann, R.: *Lehmmauerwerk: Entwurfs- und Konstruktionsgrundsätze für eine Breitenanwendung im Wohnbau unter Berücksichtigung klimatischer Bedingungen gemäßigter Zonen am Beispielstandort Deutschland*. TU Dresden, Fak. Architektur, Lehrstuhl Tragwerksplanung, EGL-Abschlussbericht F3109, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart: 2019
 - 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 v. Primär- und Sekundärrohstoffeinsatz inkl. Wiederverwertung. Texte 05/2013, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt 2013*
- 9 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft - v. 24.07.2002 (GMBL S.511), BM f. Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2002, Entwurf Neufassung v. 17.12.2020
 - 10 VDI 2243:2002-07: *Recyclingorientierte Produktentwicklung*
 - 11 Müller, A.: *Baustoffrecycling. Entstehung – Aufbereitung – Verwertung*. Springer Vieweg: Wiesbaden 2018
 - 12 Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) v. 27.04.2009 (BGBl. I, S.900), zuletzt geändert 04.03.2016 (BGBl. I, S.382)
 - 13 Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002) (BGBl. I, Nr. 102/2002, Fassung v. 20.03.2017)
 - 14 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaumstoffe – Allgemeine Programmanleitungen (Basisdokument)*. Weimar: 2018-03
 - 15 Bundesinstitut f. Bau-, Stadt- u. Raumforschung (BBSR) (Hrsg.): *ÖKOBAUDAT – Grundlage für die Gebäudeökobilanzierung*. SR Zukunft Bauen | Forschung für die Praxis | Band 09, Bonn 2017
 - 16 Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.): *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen für Lehmbaumstoffe – Grundregeln für die Baustoffkategorie Lehmsteine (PKR LS)*. Weimar: 2022-04