
Präzisierung zur Berechnung von Modul D innerhalb der KBOB/ecobau-Liste «Ökobilanzdaten im Baubereich»

Version 1.0

Herausgeber

Plattform Ökobilanzdaten im Baubereich

Impressum

Titel	Präzisierung zur Berechnung von Modul D innerhalb der KBOB/ecobau-Liste «Ökobilanzdaten im Baubereich», Version 1.0
Herausgeber	Plattform Ökobilanzdaten im Baubereich
Autoren	Luc Subal, Livia Ramseier (EBP Schweiz AG) Dominik Osterwalder, Nick Spitzhofer, Tina Stürzinger (Umtec Technologie AG)
Haftungserklärung	Die hierin enthaltenen Informationen wurden aus Quellen zusammengestellt, die als zuverlässig gelten. Dennoch übernehmen weder der Autor noch seine Organisation keine Haftung für Verluste oder Schäden, die aus der Verwendung dieser Informationen entstehen. Die Verwendung der Informationen erfolgt auf eigene Verantwortung.
Zitierung	Plattform Ökobilanzdaten im Baubereich (Hrsg.) 2026, Präzisierung zur Berechnung von Modul D innerhalb der KBOB/ecobau-Liste «Ökobilanzdaten im Baubereich», Version 1.0, Bern und Zürich

Änderungen

1.0	Neu erstelltes Dokument
-----	-------------------------

Inhalt

1	ZWECK UND ZIEL DES DOKUMENTS	1
2	METHODISCHE FESTLEGUNGEN	1
2.1	Modul D1 – Export von Sekundärmaterialien	1
2.1.1	Qualitätsfaktor $Q_{R\ out} / Q_{Sub}$	1
2.1.2	Emissionen und Ressourcenverbrauch aus der Materialrückgewinnung $E_{MR\ after\ EoW\ out}$	2
2.1.3	Emissionen und Ressourcenverbrauch des substituierten Primärmaterials $E_{VMSub\ out}$	2
2.1.4	Materialmenge Rezyklat im Input-Material $M_{MR\ in}$	2
2.1.5	Materialmenge Rezyklat im nachfolgenden System $M_{MR\ out}$	2
2.1.6	Berücksichtigung von Ressourcenkorrektur zur Berechnung der Umweltbelastungspunkte	3
2.2	Modul D2 – Export von Sekundärbrennstoffen	3
2.2.1	Materialmenge, die als Sekundärbrennstoff aus einem vorangegangenen Produktsystem kommt $M_{ER\ in}$	4
2.2.2	Materialmenge, die als Sekundärbrennstoff in ein nachfolgendes Produktsystem gelangt $M_{ER\ out}$	4
2.2.3	Spezifische Emissionen und Ressourcenverbräuche aus der Verbrennung des Sekundärbrennstoffes $E_{ER\ after\ EoW\ out}$	4
2.2.4	Spezifische Emissionen und Ressourcenverbräuche der substituierten Energiequelle $E_{ER_average}$	5
2.3	Modul D3 – Energieexport aus der Abfallverbrennung	5
2.3.1	Berücksichtigung des Heizwertes LHV	5
2.3.2	Materialmenge des Abfalls zur Energierückgewinnung $M_{Inc\ out}$	6
2.3.3	Effizienz des Verbrennungsprozesses für Wärme und Strom $X_{Inc\ heat}$ und $X_{Inc\ elec}$	6
2.3.4	Substituierte Alternativprozesse für die Energieerzeugung $E_{SE\ heat}$ und $E_{SE\ elec}$	6
2.4	Modul D4 – Energieexport aus Deponien	7
2.5	Zusätzliche Festlegungen	8
2.5.1	Closed Loop	8
2.5.2	End-of-Life und Cut-off Kriterien	8
3	BEISPIEL: BERECHNUNG MODUL D	9
3.1	Bodenbelag: PVC homogen, 2mm (ID-Nummer: 11.021)	9
3.1.1	Modul D3 – Export aus der Abfallverbrennung	9

LITERATUR	11
A ANHANG	12

1 Zweck und Ziel des Dokuments

Dieses Konzept präzisiert die Anwendung von Modul D innerhalb der Liste «Ökobilanzdaten im Baubereich» und definiert ergänzende Festlegungen für eine konsistente und nachvollziehbare Umsetzung. Grundsätzlich gelten die Vorgaben der SN EN 15804+A2 in der jeweils gültigen Fassung für die Berechnung von Vorteilen und Belastungen ausserhalb der Systemgrenze. Die nachfolgenden Definitionen konkretisieren die Anwendung im Rahmen der Regeln für die Ökobilanzierung von Baumaterialien und Bauprodukten in der Schweiz und stehen im Einklang mit den Anforderungen der SN EN 15804+A2.

Im Folgenden werden die Teilmodule D1 bis D4 gemäss SN EN 15804+A2 erläutert, welche die Vorteile und Belastungen ausserhalb der Systemgrenze differenziert abbilden und separat ausgewiesen werden. Die Ergebnisse dürfen nicht mit den restlichen Lebenszyklusphasen A-C verrechnet werden. Modul D umfasst dabei die Umweltwirkungen aus Nettoflüssen, die das betrachtete Produktsystem nach dem Ende der Abfalleigenschaft verlassen und in nachfolgenden Systemen potenziell zu Substitutionseffekten führen.

Bei der Quantifizierung der potenziellen Vorteile und Belastungen ausserhalb der Systemgrenze (Modul D) sind die Eigenschaften und die Qualität der anfallenden Sekundärmaterialien sowie der substituierten Primärmaterialien zu berücksichtigen. Die angenommene Substitution muss realistisch, technisch machbar und marktkonform sein.

2 Methodische Festlegungen

2.1 Modul D1 – Export von Sekundärmaterialien

Modul D1 erfasst die Vorteile und Belastungen aus der stofflichen Verwertung von Materialien, die nach der Aufbereitung das Ende der Abfalleigenschaft erreicht haben und als Sekundärmaterial in ein nachfolgendes Produktsystem eingehen. Die Umweltwirkungen ergeben sich aus der Differenz zwischen den Aufwendungen für die Bereitstellung des Sekundärmaterials (z. B. Recyclingprozesse) und den vermiedenen Aufwendungen für die Herstellung des potenziell substituierten Primärmaterials.

2.1.1 Qualitätsfaktor $Q_{R\ out} / Q_{Sub}$

Zur Berechnung von potenziellen Vorteilen und Belastungen aus dem Export von Sekundärmaterialien wird gemäss SN EN 15804+A2 ein Qualitätsfaktor verwendet. Der Qualitätsfaktor entspricht dem Qualitätsverhältnis zwischen dem ausgehenden rückgewonnenen Material $Q_{R\ out}$ (recycelt und wiederverwendet) und dem substituierten Material Q_{Sub} .

Auf die Anwendung eines differenzierten Qualitätsfaktors zur Berechnung von potenziellen Vorteilen und Belastungen aus dem Export von Sekundärmaterialien wird verzichtet, resp. der Qualitätsfaktor entspricht für sämtliche Materialgruppen dem Faktor 1. Eine

allfällige Änderung der Materialqualität wird bereits durch die Wahl des substituierten Materials abgebildet, welches aus den Prozessen der Materialrückgewinnung entsteht.

2.1.2 Emissionen und Ressourcenverbrauch aus der Materialrückgewinnung

$E_{MR \text{ after } EoWout}$

Zur Modellierung der Emissionen und Ressourcenverbräuche aus der Materialrückgewinnung $E_{MR \text{ after } EoWout}$, das heisst aus Recycling und Wiederverwendung, werden Aufbereitungsprozesse aus der Datenbank BAFU:2026 herangezogen. Soweit verfügbar und geeignet, sind spezifische Hintergrundprozesse für die Aufbereitung und das Recycling der jeweiligen Materialien zu verwenden.

Die Auswahl des geeigneten Prozesses erfolgt in Abhängigkeit von der Materialart sowie von der beabsichtigten weiteren Verwendung des zurückgewonnenen Materials. Liegt kein exakt passender Hintergrundprozess vor, wird ein technisch geeigneter Näherungsprozess verwendet. Diese Annahme ist in der Modellierung transparent zu dokumentieren.

2.1.3 Emissionen und Ressourcenverbrauch des substituierten Primärmaterials

$E_{VMSub \text{ out}}$

Durch den Export von Sekundärmaterialien $E_{VMSub \text{ out}}$ über die Systemgrenze hinaus werden im nachfolgenden System Primärmaterialien substituiert. Dies führt zu potenziellen Vorteilen und Belastungen ausserhalb der Systemgrenze. Da die exportierten Sekundärmaterialien nicht in jedem Fall ein Primärmaterial mit identischer Funktionalität ersetzen können, muss zu jedem Sekundärmaterial ein Ersatzmaterial definiert werden. Die Ersatzmaterialien zu sämtlichen Positionen der KBOB/ecobau-Liste sowie die zu verwendenden Datensätze aus BAFU:2026 sind im Anhang A zu finden.

2.1.4 Materialmenge Rezyklat im Input-Material $M_{MR \text{ in}}$

Für die Ermittlung der Materialmenge des in das Produktsystem eingehenden Inputmaterials $M_{MR \text{ in}}$, das aus einem vorangegangenen System rückgewonnen wurde (durch Recycling oder Wiederverwendung), können die entsprechenden Mengen aus der Sachbilanz der entsprechenden Datensätze in BAFU:2026 entnommen werden.

2.1.5 Materialmenge Rezyklat im nachfolgenden System $M_{MR \text{ out}}$

Für die Ermittlung der Materialmenge, die im nachfolgenden System einer Verwertung zugeführt wird, können der Bericht „Harmonisierte Ökobilanzen der Entsorgung von Baustoffen“ (Pawis 2021) sowie weiterführende Ökobilanzstudien zu Baumaterialien der KBOB-/ecobau-Liste, beispielsweise die Studie „Ökobilanz von Holzfenstern und Holztüren“ (treeze 2020), herangezogen werden. Das Dokument von Pawis 2021 beschreibt die relevanten Entsorgungswege von Baustoffen in der Schweiz und weist die Anteile aus, die einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Die so ermittelte Menge entspricht dem Output-Fluss $M_{MR \text{ out}}$ gemäss SN EN 15804+A2 und auch dem Sachbilanzindikator «Stoffe ins Recycling».

Die Zuordnung der Baustoffgruppe zur Entsorgungsprozesskette ist in der KBOB/eco-bau-Liste bereits pro Eintrag über den benannten Entsorgungsdatensatz dokumentiert. Für die Bestimmung von M_{MR_out} ist deshalb jener Anteil des referenzierten Entsorgungswegs zu übernehmen, welcher in eine stoffliche Verwertung übergeht.

2.1.6 Berücksichtigung von Ressourcenkorrektur zur Berechnung der Umweltbelastungspunkte

Die Ressourcenkorrektur muss im Modul D1 spiegelbildlich zu den Modulen A-C angewendet werden. Die Menge an potenziell vermiedener Primärproduktion, die innerhalb der Module A-C geltend gemacht wird, muss im Modul D1 von den potenziellen Vorteilen ausserhalb der Systemgrenze abgezogen werden.

Dazu wird die Formel D.6 aus SN EN 15804+A2 mit dem Ökofaktor EF_i ergänzt.

Formel 1: Erweiterte Formel D.6 aus SN EN 15804 zur Berücksichtigung der Ressourcenkorrektur.

$e_{moduleD1}$

$$= \sum_i (M_{MR_out|i} - M_{MR_in|i}) * (E_{MR_after_EoW_out|i} - (E_{VMSub_out|i} - EF_i) * \frac{Q_{R_out}}{Q_{R_in}}|i)$$

Dabei gilt:

- M_{MR_out} = Menge des im Produktsystem vorhandenen Materials, welches in eine stoffliche Verwertung übergeht.
- M_{MR_in} = Menge des RC-Materials im Input-Material
- $E_{MR_after_EoW_out}$ = Emissionen und Ressourcenverbrauch, die aus den Prozessen der Materialrückgewinnung entstehen (Recycling oder Aufbereitungsprozess)
- E_{VMSub_out} = Emissionen und Ressourcenverbrauch des substituierten Primärmaterials ohne Ressourcenkorrektur
- Q_{R_out}/Q_{Sub} = Qualitätsfaktor 1
- EF = Ökofaktor der Ressource x des Materials i (nur für UBP)

Für die Bestimmung des Ökofaktors einer Ressource sind die Ökofaktoren 2021 der Schweiz gemäss der Methode der ökologischen Knappheit zu verwenden. Bei Holzprodukten ist der energetische Ressourceninhalt in MJ zu berücksichtigen, welcher mit dem Ökofaktor von Energie in Biomasse verrechnet wird. Entsprechend wird die Ressourcenkorrektur auf Basis des Bruttoenergiegehalts in der Biomasse vollzogen.

2.2 Modul D2 – Export von Sekundärbrennstoffen

Modul D2 ist gemäss SN EN 15804+A2 für den Export von Sekundärbrennstoffen vorgesehen. Es beschreibt potenzielle Vorteile und Belastungen aus der Bereitstellung von

Sekundärbrennstoffen, sofern Materialien nach entsprechender Aufbereitung das Ende der Abfalleigenschaft erreichen und als Brennstoff in energetischen Prozessen eingesetzt werden. Voraussetzung für die Zuordnung zu Modul D2 ist, dass der Output-Fluss als Produkt bzw. Brennstoff und nicht mehr als Abfall gilt.

Für die Standardanwendung in der KBOB/ecobau-Liste ist Modul D2 in der Regel nicht relevant, da Materialien, die in Schweizer Kehrrechtverbrennungsanlagen behandelt werden, gemäss Nationalem Anhang NA 5.1 nicht als Sekundärbrennstoffe gelten. D2 ist daher nur für explizit definierte End-of-Waste-Szenarien mit dokumentierter Brennstoffqualität und genehmigtem Folgesystem anzuwenden. Für die Elemente der KBOB/ecobau-Liste betrifft dies ausschliesslich Holz und Holzbaustoffe.

2.2.1 Materialmenge, die als Sekundärbrennstoff aus einem vorangegangenen Produktsystem kommt $M_{ER\ in}$

Die Materialmenge, die in das Produktsystem eintritt und vor der Verbrennung in einem vorgängigen Produktsystem die Abfalleigenschaft verloren hat, lässt sich aus der Sachbilanz des entsprechenden Datensatzes entnehmen.

2.2.2 Materialmenge, die als Sekundärbrennstoff in ein nachfolgendes Produktsystem gelangt $M_{ER\ out}$

Die Materialmengen, welche als Sekundärbrennstoffe in ein nachfolgendes Produktsystem gelangen, können dem Bericht „Harmonisierte Ökobilanzen der Entsorgung von Baustoffen“ (büro für umweltchemie, 2021) entnommen werden. In der KBOB/ecobau-Liste betrifft dies ausschliesslich die Baustoffgruppe «Holz und Holzwerkstoffe» sowie Bauteile, welche Anteile dieser Baustoffgruppe enthalten. Die entsprechenden Materialmengen können der Abbildung 12 (für Holz und Holzbaustoffe), respektive der Tabelle 14 (für alle weiteren Bauteile ist zu prüfen, ob Bestandteile in den gleichen Entsorgungsweg wie Holz oder Holzbaustoffe gelangen) in oben genannter Studie entnommen werden.

2.2.3 Spezifische Emissionen und Ressourcenverbräuche aus der Verbrennung des Sekundärbrennstoffes $E_{ER\ after\ EoW\ out}$

Die spezifischen Emissionen und Ressourcenverbräuche aus der Verbrennung des Sekundärbrennstoffes werden näherungsweise auf Basis des Hintergrundprozesses Holzschnitzel der KBOB/ecobau-Liste modelliert. Diese Annahme wird getroffen, da für den Sekundärbrennstoff Altholz kein passender Wärmeprozess in der BAFU:2026 Datenbank verfügbar ist.

Es wird daher vorgeschlagen, folgenden Prozess aus der KBOB/ecobau-Liste zu verwenden:

- ID-Nummer: 41.007 – Brennstoffe: Holzschnitzel

2.2.4 Spezifische Emissionen und Ressourcenverbräuche der substituierten Energiequelle $E_{ER_average}$

Zur Bestimmung der Emissionen und Ressourcenverbräuche der substituierten Energiequelle $E_{ER_average}$ sind folgende Eingangsgrössen erforderlich:

- der untere Heizwert des Sekundärbrennstoffes (LHV),
- die Wirkungsgrade der energetischen Verwertung für Wärme und Strom ($X_{ER\ heat} / X_{ER\ elec}$),
- sowie die spezifischen Emissionen und Ressourcenverbräuche der substituierten Wärme- und Strombereitstellung ($E_{SE\ heat} / E_{SE\ elec}$)

Als substituierte Energiequelle wird für Strom der Schweizer Verbrauchermix und für Wärme der aktuelle Wärmemix gemäss (prognos, 2025) und (intep, 2022) verwendet (Aufschlüsselung in Kapitel 2.3.4). Die Effizienz der energetischen Verwertung ($X_{ER\ heat}$, $X_{ER\ elec}$) wird den Metadaten des Prozesses zur Verbrennung von Holzschnitzeln in einem Blockheizkraftwerk entnommen.

- $E_{SE\ heat}$: Wärmemix gemäss Kapitel 2.3.4
- $E_{SE\ elec}$: Schweizer Verbrauchermix („Electricity mix {CH}“)
- $X_{ER\ heat} / X_{ER\ elec}$: 45 % für Wärme aus «Heat, at cogen, 1 MWh, wood chips, allocation exergy, CH» und 35 % für Elektrizität aus «Electricity, at cogen, 1 MWh, wood chips, allocation exergy, CH»
- Unterer Heizwert (LHV): Der untere Heizwert wird für die Holzverbrennung im Boiler gemäss (carbotech, 2021) übernommen. Es wird ein Wert von 18.0 MJ/kg verwendet.

2.3 Modul D3 – Energieexport aus der Abfallverbrennung

Modul D3 umfasst potenzielle Vorteile und Belastungen aus der energetischen Nutzung von Abfällen, die ohne Erreichen des End-of-Waste-Status thermisch behandelt werden (z. B. in Kehrichtverbrennungsanlagen). Die dabei erzeugte Energie (Wärme und/oder Strom) kann zu Substitutionseffekten in nachgelagerten Energiesystemen führen. Die Umweltgutschriften ergeben sich aus der vermiedenen Bereitstellung dieser Energie aus konventionellen Quellen unter Berücksichtigung der Anlageneffizienz.

2.3.1 Berücksichtigung des Heizwertes LHV

Im Modul D3 wird für exportierte stoffliche Energieträger der Energieinhalt auf Basis des unteren Heizwertes (LHV) bestimmt. Der LHV ist materialspezifisch festzulegen und kann aus den Metadaten des jeweiligen BAFU:2026 Datensatzes entnommen werden.

2.3.2 Materialmenge des Abfalls zur Energierückgewinnung $M_{\text{Inc out}}$

$M_{\text{Inc out}}$ beschreibt die Menge des Abfalls, der zur Energierückgewinnung mit einer Effizienz von weniger als 60 % verbrannt wird oder zur Energierückgewinnung mit einer Energieeffizienz von mehr als 60 % verwendet wird, den Status Ende der Abfalleigenschaft jedoch noch nicht erreicht. Die notwendigen Materialmengen können dem Entsorgungsprozess gemäss (büro für umweltchemie, 2021) entnommen werden.

2.3.3 Effizienz des Verbrennungsprozesses für Wärme und Strom $X_{\text{inc heat}}$ und $X_{\text{inc elec}}$

Zur Festlegung der Standardwerte für $X_{\text{inc heat}}$ und $X_{\text{inc elec}}$ werden die Netto-Stromproduktion und die Netto-Wärmeproduktion jeweils durch den unteren Heizwert dividiert. Die entsprechenden Angaben stammen aus den Metainformationen des jeweiligen Entsorgungsdatensatzes.

Für die Berechnung von Modul D3 kann alternativ auf die Berechnung über $X_{\text{inc heat}}$ und $X_{\text{inc elec}}$ verzichtet werden. In diesem Fall wird lediglich die Nettoenergieproduktion pro kg Material für elektrische und thermische Energie benötigt. Diese ersetzt in der Berechnung von Modul D3 den Term « $\text{LHV} \cdot X_{\text{inc heat}}$ » beziehungsweise « $\text{LHV} \cdot X_{\text{inc elec}}$ ».

2.3.4 Substituierte Alternativprozesse für die Energieerzeugung $E_{\text{SE heat}}$ und $E_{\text{SE elec}}$

Die Parameter $E_{\text{SE heat}} / E_{\text{SE elec}}$ beschreiben die substituierten Energiesysteme.

- Elektrizität: Als vermiedenes System wird der Schweizer Verbrauchermix ab Klemme vorgeschlagen: «Electricity mix {CH} U», ID ESU00108000006573902893).
- Wärme: Als vermiedenes System wird ein aktueller Schweizer Wärmemix basierend auf der Studie «Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 – 2024 nach Verwendungszwecken» (prognos, 2025) modelliert und verwendet (siehe Tabelle 2). Als Fernwärmemix wird der Mix aus der Studie «Treibhausgas-Emissionsfaktoren für den Gebäudesektor» (intep, 2022) vorgeschlagen (siehe Tabelle 1). Für die Berücksichtigung der Wärmeerzeugung aus Strom wird der Schweizer Verbrauchermix vorgeschlagen. Es werden keine Verluste im Netz berücksichtigt.

Tabelle 1: Anteile der verschiedenen Energieträger am Fernwärmemix. (intep, 2022)

Energieträger	BAFU:2026 Prozess	Anteil
Heizöl	Heat, light fuel oil, at industrial furnace 1MW {CH} U	0.02
Erdgas	Heat, natural gas, at industrial furnace 1MW {CH} U	0.11
Erdgas BHKW	Heat, at cogen 1MWth, natural gas, allocation exergy {CH} U	0.11
Holz	Heat, mixed chips from forest, at furnace 1000kW {CH} U	0.23
Holz BHKW	Heat, at cogen 1MWth, wood chips, allocation exergy {CH} U	0.07

Energieträger	BAFU:2026 Prozess	Anteil
Wärmepumpe	Heat, at borehole heat pump, brine-water, 50kW, CH electricity, in new building {CH} U	0.06
Atomkraftwerk AKW	Heat, at nuclear power plant, allocation exergy {CH} U	0.07
Kehrrichtverbrennung	Heat from waste, at municipal waste incineration plant {CH} U	0.32
Total	-	1.00

Tabelle 2: Anteile der verschiedenen Energieträger am durchschnittlichen Schweizer Wärmemix. (prognos, 2025)

Energieträger	BAFU:2026 Prozess	Anteil
Heizöl	Heat, light fuel oil, at industrial furnace 1MW {CH} U	0.22
Gase	Heat, natural gas, at industrial furnace 1MW {CH} U	0.27
Elektrizität	Electricity mix {CH}	0.19
Holz	Heat, mixed chips from forest, at furnace 1000kW {CH} U	0.12
Kohle	Heat, at hard coal industrial furnace 1-10MW {RER} U	0.01
Fernwärme	Fernwärmemix	0.07
Umweltwärme	Heat, at borehole heat pump, brine-water, 50kW, CH electricity, in new building {CH} U	0.09
sonstige	Heat from waste, at municipal waste incineration plant {CH} U	0.04
Total	-	1.00

2.4 Modul D4 – Energieexport aus Deponien

Modul D4 berücksichtigt potenzielle Vorteile und Belastungen aus der energetischen Nutzung von Deponiegasen, die bei der Lagerung von Abfällen entstehen können. Gemäss VVEA Art. 10 besteht in der Schweiz ein Deponieverbot für brennbare Abfälle (Ablagerungsverbot seit dem Jahr 2000). Brennbare Anteile von Bauabfällen sind stofflich zu verwerten oder müssen in geeigneten Anlagen thermisch behandelt werden. Eine systematische energetische Nutzung von Deponiegas aus neu deponierten brennbaren Abfällen ist daher ausgeschlossen.

Vor diesem Hintergrund ist der in der SN EN 15804+A2 definierte Summand $e_{\text{module D4}}$ (Lasten und Vorteile aus dem Export von Energie aus der Lagerung auf Deponien) im Kontext der Liste Ökobilanzdaten im Baubereich standardmässig null. Da keine reguläre Energierückgewinnung aus der Deponierung brennbarer Materialien erfolgt, entstehen keine anrechenbaren Gutschriften oder Belastungen ausserhalb der Systemgrenze.

2.5 Zusätzliche Festlegungen

2.5.1 Closed Loop

Nicht Teil von Modul D (vgl. Fig. 8.1 (Plattform Ökobilanzdaten im Baubereich (Hrsg.), 2026))

2.5.2 End-of-Life und Cut-off Kriterien

- Cut-off: Ende der Abfalleigenschaft nach SN EN 15804+A2.
- End-of-Waste / Cut-off-Punkt (für KBOB/ecobau): Systemgrenze bei Recycling dort, wo Material das Ende der Abfalleigenschaften erreicht. Alles bis dahin gehört in die EoL-Module (typisch C), danach beginnt “nachfolgendes System”.
 - Gemäss NA 5.1 der SN EN 15804+A2: Materialien, die einer Kehrichtverbrennung zugeführt werden, haben das Ende des Abfallstatus nicht erreicht, und gelten deshalb als Abfälle und nicht als Materialien für die Energierückgewinnung. Deshalb werden Materialien, die einer Kehrichtverbrennung zugeführt werden, in jedem Fall und unabhängig von der Effizienzrate der Anlage als Abfälle betrachtet. Aus diesem Grund wird die Abfallbehandlung (Verbrennung) in Abhängigkeit von der Effizienzrate der Anlage (R1-Wert) in Modul C3 oder C4 modelliert und die zugehörigen Elementarflüsse im Teilergebnis des Moduls C3 oder C4 ausgewiesen.
 - Bei Industriellen Feuerungen (z.B. Zementwerk) werden die Emissionen, die beim Einsatz und Verbrennen von alternativen Brennstoffen in Produktionsprozessen entstehen, den daraus hergestellten Produkten zugeordnet und zwar unabhängig davon, ob die alternativen Brennstoffe das Ende der Abfalleigenschaften erreicht haben oder nicht (NA 4.2.2 der SN EN 15804+A2).

3 Beispiel: Berechnung Modul D

Nachfolgend wird für ein Baumaterial der KBOB/ecobau-Liste das Modul D gemäss SN EN 15804+A2 sowie den oben genannten Definitionen berechnet.

Das nachfolgende Beispiel dient der Illustration der methodischen Umsetzung. Für die operative Datenbankpflege sind die freigegebenen materialspezifischen Alternativprozesse und die datensatzspezifischen Netto-Energiekennwerte massgebend.

3.1 Bodenbelag: PVC homogen, 2mm (ID-Nummer: 11.021)

Nach (büro für umweltchemie, 2021) wird dieses Baumaterial gemäss dem Entsorgungsweg für organische Bodenbeläge zu 99.7% in der KVA verbrannt und jeweils zu 0.15% auf einer Deponie Type B, respektive Deponie Typ E deponiert. Für die Berechnung von Modul D ist bei diesem Baumaterial deshalb nur die Energierückgewinnung aus der Abfallverbrennung ($e_{\text{module_D3}}$) zu berücksichtigen.

3.1.1 Modul D3 – Export aus der Abfallverbrennung

Auf Basis dieser Hintergrundinformationen wurde Modul D3 für GWP, UBP, KEA erneuerbar und KEA nicht erneuerbar gemäss Gleichung D.8 der SN-EN 15804 +A2 berechnet.

Dabei wurden folgende Daten verwendet:

Tabelle 3: Eingabeparameter und ihre Herkunft zur Berechnung von Modul D3 für das Bauteil «Bodenbelag PVC homogen, 2mm» der KBOB/ecobau-Liste

Parameter	Beschreibung	Wert	Quelle
$M_{\text{INC_out}}$	Menge des Materials, die in die KVA gelangt	$99.7\% * 3.1\text{kg/m}^2 = 3.09\text{ kg/m}^2$	(büro für umweltchemie, 2021)
LHV	unterer Heizwert	21.51 MJ/kg	Metadaten des Datensatzes «Disposal, polyvinylchloride, 0.2% water, to municipal incineration {CH} U»
$X_{\text{INC_heat}}$	Effizienz des Verbrennungsprozesses für Wärme	$5.38\text{ MJ/kg} / 21.51\text{ MJ/kg} = 0.22$	
$X_{\text{INC_elec}}$	Effizienz des Verbrennungsprozesses für Strom	$2.21\text{ MJ/kg} / 21.51\text{ MJ/kg} = 0.10$	
$E_{\text{SE_heat}}$	substituierte Energiequelle für Wärme	• THG: 0.18 kgCO₂-eq/kWh • UBP: 305 UBP/kWh • KEA erneuerbar: 1.37 kWh oil-eq/kWh • KEA nicht erneuerbar: 3.91 kWh oil-eq/kWh	Wärmemix gemäss (prognos, 2025); siehe Tabelle 2 in diesem Dokument
$E_{\text{SE_elec}}$	substituierte Energiequelle für Strom	• THG: 0.082 kgCO₂-eq/kWh • UBP: 383 UBP/kWh • KEA erneuerbar: 0.572 kWh oil-eq/kWh	BAFU:2026 «Electricity mix {CH}»

Parameter	Beschreibung	Wert	Quelle
		• KEA nicht erneuerbar: 1.81 kWh oil-eq/kWh	

Tabelle 4: Übersicht über die Resultate der Berechnung von Modul D3 für GWP, UBP sowie KEA am Beispiel des homogenen PVC-Bodenbelags, 2 mm.

	GWP	UBP	KEA erneuerbar	KEA nicht erneuerbar
Total D3	-1.01 kgCO₂-eq/m²	-2'135 UBP/m²	-7.42 kWh oil-eq/m²	-21.49 kWh oil-eq/m²

Literatur

büro für umweltchemie. (2021). *Harmonisierte Ökobilanzen der Entsorgung von Baustoffen; Für die Liste der Ökobilanzdaten im Baubereich*. Zürich.

carbotech. (2021). *Life cycle inventories of heating systems*. Zürich.

intep. (2022). *Treibhausgas-Emissionsfaktoren für den Gebäudesektor, Bestimmung von Emissionsfaktoren nach den Bilanzierungsregeln der KBOB und des GHG-Protocols*. Zürich.

Plattform Ökobilanzdaten im Baubereich (Hrsg.). (2026). *Regeln für die Ökobilanzierung von Baumaterialien und Baustoffen in der Schweiz, Version 8.1*. Bern und Zürich.

prognos. (2025). *Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte 2000-2024, Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken und Ursachen der Veränderungen*. Basel.

A Anhang

Tabelle 5: Sekundärmaterialien zur Berechnung von Modul D1 – Export von Sekundärmaterialien.

Baustoffgruppe	Rezykliertes Material	Substituiertes Material	Substituiertes Material Datensatz BAFU:2026	Aufwand Rezyklieren Datensatz BAFU:2026	Kommentare
Armierungsstahl	Stahlschrott	Roheisen	Pig iron, at plant {RER} U	Iron scrap, at plant {RER} U	Eisenschrott ersetzt Roheisen
Beton	Betonabbruch	Natürliche Gesteinskörnung	Gravel, round, at mine {CH} U	Recycling aggregate from concrete demolition, dry, at plant {CH} U	Weiterverwendung als Gesteinskörnung
Bodenbelag, organisch	Keine stoffliche Verwertung				
Dichtungsbahnen, Schutzfolien	Keine stoffliche Verwertung				
Faserzement	Keine stoffliche Verwertung				
Flachglas	Altglas	Quarzsand	Silica sand, at plant {DE} U	Modellierung über Crushing und Milling, z.B. näherungsweise über “Crushing, rock {RER}”	Ersetzt Quarzsand bei der Herstellung von Flachglas
Gipswerkstoffe	Gips	Feinfraktion	Sand, at mine {CH} U	Näherung über: Recycling aggregate from mixed demolition, dry, at plant {CH} U	Wird als Feinfraktion in der Magerbetonherstellung eingesetzt

Baustoffgruppe	Rezykliertes Material	Substituiertes Material	Substituiertes Material Datensatz BAFU:2026	Aufwand Rezyklieren Datensatz BAFU:2026	Kommentare
Gussasphalt	Ausbauasphalt	Gesteinskörnung	Gravel, round, at mine {CH} U	Reclaimed Asphalt Pavement RAP, at plant {CH} U	RAP ersetzt Gesteinskörnung und Bitumen
Holz und Holzwerkstoffe	Altholz	Holzschnitzel	Wood chips, production mix, wet, measured as dry mass, at forest road & at sawmill {CH} U	Waste wood chips, mixed, from industry, u=40%, at plant {CH} U	Herstellung von Holzschnitzeln aus Altholz
Kies, Sand	Mischabbruch	Natürliche Gesteinskörnung	Gravel, round, at mine {CH} U	Recycling aggregate from mixed demolition, dry, at plant {CH} U	Einsatz als RC-Mischgranulat
Kleb-, Dichtstoff und Anstriche	Werden als Störstoffe eingesetzt. Es wird kein anderes Material substituiert.				
Kunstharz-Fliessbeläge	Keine stoffliche Verwertung				
Kunststoffe	Keine stoffliche Verwertung				
Kunststoff-Rohre	Kunststoffrohr	Kunststoffgranulat	Polyethylene, HDPE, granulate, at plant {RER} S / Polypropylene, granulate, at plant {RER} S	Näherung über: Plastic conduits to conduit sorting {CH} U	Rohre aus HDPE und PP werden zu Granulat verarbeitet. Da kein spezifischer Verarbeitungsprozess vorhanden ist, erfolgt die Modellierung näherungsweise über einen Sortierschritt.

Baustoffgruppe	Rezykliertes Material	Substituiertes Material	Substituiertes Material Datensatz BAFU:2026	Aufwand Rezyklieren Datensatz BAFU:2026	Kommentare
Mineralwolle und Aerogel	Keine stoffliche Verwertung				
Organische Dämmstoffe	Keine stoffliche Verwertung				
Mörtel, Putze	Mischabbruch	Natürliche Gesteinskörnung	Gravel, round, at mine {CH} U	Recycling aggregate from mixed demolition, dry, at plant {CH} U	Einsatz als RC-Mischgranulat
Stahl	Stahlschrott	Roheisen	Pig iron, at plant {RER} U	Iron scrap, at plant {RER} U	Eisenschrott ersetzt Roheisen
Nichteisenmetalle - Aluminium	Altmetall	Primäraluminium	Aluminium, primary, at plant {RER} U	Aluminium, secondary, from old scrap, at plant {RER} U	Sekundäraluminium ersetzt Primäraluminium.
Nichteisenmetalle - Kupfer	Altmetall	Primärkupfer	Copper, primary, at refinery {RER} U	Copper, secondary, at refinery {RER} U	Sekundärkupfer ersetzt Primärkupfer.

Baustoffgruppe	Rezykliertes Material	Substituiertes Material	Substituiertes Material Datensatz BAFU:2026	Aufwand Rezyklieren Datensatz BAFU:2026	Kommentare
Nichteisenmetalle - Zink	Altmetall	Zinkkonzentrat	Zinc concentrate, at beneficiation {GLO} U	Iron scrap, at plant {RER} U	Für Zink ist kein spezifischer RC-Prozess vorhanden. Näherungsweise wird angenommen, dass der Recyclingaufwand von Zinkschrott demjenigen von Eisenschrott entspricht.
Nichteisenmetalle - Blei	Altmetall	Primärblei	Lead, primary, at plant {GLO} U	Lead, secondary, at plant {RER} U	Sekundärblei ersetzt Primärblei.
Organisch-mineralische Verbundmaterialien	Keine stoffliche Verwertung				
Undifferenzierte mineralische Baustoffe	Mischabbruch	Natürliche Gesteinskörnung	Gravel, round, at mine {CH} U	Recycling aggregate from mixed demolition, dry, at plant {CH} U	RC-Mischgranulat
Ziegel	Mischabbruch	Natürliche Gesteinskörnung	Gravel, round, at mine {CH} U	Recycling aggregate from mixed demolition, dry, at plant {CH} U	RC-Mischgranulat