



HINTERGRUNDBERICHT ÖKOBILANZRECHNER

Holzprodukte und Energieholz

Zürich, 30. September 2024

AUTOREN UND AUTORINNEN

Daniel Savi, Dipl. Umweltnaturwissenschaftler ETH

Matthias Klingler, MSc Umweltingenieur EPFL

Julie Kaschub, Dipl. Biolandwirtin EFZ, Dipl. Umweltwissenschaftlerin ETH

BEGLEITUNG BAFU

Achim Schafer, Christian Aebischer

AUFTRAGGEBER

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Wald, CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

VERSION: 1

AUFTRAGNEHMER

Pawis GmbH

Schaffhauserstrasse 21

8006 Zürich

Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Dieser Bericht kann in elektronischer Form bezogen werden von der Website www.pawis.ch

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG	5
1.1.	Auftrag und Zielsetzung	5
1.2.	Übersicht zum Umfang des Holzrechners	5
2.	UMFANG DES HOLZRECHNERS	6
2.1.	Berücksichtigte Holzwerkstoffe und Energieholzsortimente	6
2.2.	Deklarierte Einheit	7
2.3.	Systemgrenze der Ökobilanzen	8
2.4.	Indikatoren der Wirkungsabschätzung	9
3.	BEDIENUNG DES HOLZRECHNERS	10
3.1.	Aufbau	10
3.2.	Eingabemaske	10
3.3.	Eingaben für Schnittholz	10
3.4.	Eingaben für Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	12
3.5.	Eingaben für Lagenholz	13
3.6.	Eingaben für Stückholz als Energieholz	14
3.7.	Eingaben für Holzschnitzel	15
3.8.	Eingaben für Holzpellets	16
4.	DOKUMENTATION DER ÖKOBILANZIERUNG	17
4.1.	Hintergrunddaten	17
4.2.	Allokationen	17
4.3.	Funktionsweise des Rechners	17
4.4.	Datenqualität	21
5.	VERGLEICH ZUR LETZTEN VERSION DES RECHNERS	26
6.	FAZIT REVIEW	29
7.	REFERENZEN	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Produktgruppen im Ökobilanzrechner Holz mit wählbaren Holzprodukten	6
Tabelle 2: Auswahlmöglichkeiten für Schnittholz	11
Tabelle 3: Standard- Holzdichten nach Land gemäss den Hintergrunddaten	19
Tabelle 4: Liste der Standarddistanzen im Holzrechner. Ländercodes gemäss ISO 3166.	20
Tabelle 5: Zuordnung der Entsorgungsdatensätze zu den gewählten Holzsortimenten in den Prozessketten des Ökobilanzrechners.	21
Tabelle 6: Hintergrunddaten für die Herstellungsphase	22
Tabelle 7: Hintergrunddaten für die Entsorgung	24
Tabelle 8: Hintergrunddaten für die Transporte	25
Tabelle 9: Vergleich zwischen neuem und altem Ökobilanzrechner für drei Stichproben	27
Tabelle 10: Vergleich der Hintergrunddaten für Weichfaserplatten, wie sie im neuen oder alten Holzrechner verwendet werden	27
Tabelle 11: Berechnungsmatrix für Weichfaserplatten mit Plattenwerk und Bauteilproduktion Schweiz	28
Tabelle 12: LCIA-Faktoren der Datensätze, die für die Berechnung verwendet werden	28
Tabelle 13: Resultat der Ökobilanz in UBP	28
Tabelle 14: Im Rechner hinterlegte Prozessketten für alle Auswahlmöglichkeiten mit zugeordnetem UVEK-Datensatz	30
Tabelle 15: Materialeinsatzfaktoren für die dynamische Modellierung der Prozessketten	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zuordnung von EPD-Modulen zur Resultatdarstellung im Ökobilanzrechner	8
Abbildung 2: Eingabemaske für Schnittholz	11
Abbildung 3: Eingabemaske für Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	12
Abbildung 4: Eingabemaske für Lagenholz	13
Abbildung 5: Eingabemaske für Stückholz als Energieholz	14
Abbildung 6: Eingabemaske für Holzschnitzel	15
Abbildung 7: Eingabemaske für Holzpellets	16

1. EINLEITUNG

1.1. Auftrag und Zielsetzung

Der Bund befürwortet und unterstützt den Absatz und die Verwertung von nachhaltig produziertem Holz (Art. 34a WaG und Art. 37b WaV) und fördert bei der Planung, der Errichtung und dem Betrieb eigener Bauten und Anlagen die Verwendung von nachhaltig produziertem Holz, soweit geeignet. Bei der Beschaffung von Holzerzeugnissen berücksichtigt er die nachhaltige und naturnahe Waldbewirtschaftung sowie das Ziel der Reduktion von Treibhausgasemissionen (Art. 34b WaG und Art. 37c WaV). Neben technischen und juristischen Aspekten sollen auch die Umweltauswirkungen von Holz adressiert werden.

Mit dem Holzrechner können Beschaffende, Planerinnen und Architekten mit wenigen Angaben die Umweltauswirkungen von Holz verschiedenster Herkunft quantifizieren und vergleichen. Er soll sie bei der Planung und Beschaffung von Holz- und Holzwerkstoffen unterstützen.

1.2. Übersicht zum Umfang des Holzrechners

Der Rechner umfasst die Baustoffe Schnittholz, Weichfaserplatten, Spanplatten, Sperrholz und Lagenholz. Zudem die Energiehölzer Stückholz, Holzschnitzel und Holzpellets. Pro Holzsorte können Angaben zur Holzherkunft angegeben werden, um die Ökobilanzergebnisse für die jeweilige Herkunft zu berechnen. Die möglichen Eingaben unterscheiden sich je nach Werk- oder Brennstoff. Welche Eingaben möglich sind, hängt zum einen von der Struktur der Vorkette ab, zum anderen von den vorhandenen Ökobilanzdaten in der Hintergrunddatenbank.

Grundlage für den Rechner bildet der KBOB-Ökobilanzdatenbestand (KBOB et al., 2022a). Im Holzrechner werden folgende Umweltindikatoren quantifiziert und ausgewiesen:

- Treibhausgasemissionen, in kg CO₂-Äquivalenten (IPCC, 2013)
- Gesamtumweltbelastung, in Umweltbelastungspunkten gemäss Methode der ökologischen Knappheit 2021 (Frischknecht et al., 2021)
- Primärenergie gesamt
- Primärenergie erneuerbar (Wasser, Wind, Biomasse, Solar, Umgebungswärme)
- Primärenergie nicht erneuerbar (Graue Energie) (Erdöl, Erdgas, Kohle, Nuklear)

2. UMFANG DES HOLZRECHNERS

2.1. Berücksichtigte Holzwerkstoffe und Energieholzsortimente

Die Holzwerkstoffe und Energiehölzer werden nach Produktgruppen geordnet. Pro Produktgruppe kann es mehrere Holzprodukte geben, die im Rechner ausgewählt werden können. Die Tabelle 1 zeigt die Produktgruppen mit den zugehörigen Holzprodukten. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, sind die ersten drei Produktgruppen im Rechner Holzwerkstoffe, die drei weiteren Energiehölzer.

Tabelle 1: Produktgruppen im Ökobilanzrechner Holz mit wählbaren Holzprodukten

Werkstoff oder Energieholz	Produktgruppe	Holzprodukte
Holzwerkstoff	Schnittholz	Balken Laubholz
		Balken Nadelholz
		Bretter Laubholz
		Bretter Nadelholz
		Latten Laubholz
		Latten Nadelholz
	Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Weichfaserplatten
		Spanplatten, beschichtet
		Spanplatten, unbeschichtet
		Röhrenspanplatten
		Furniersperrholz
		Sperrholz, Aussenanwendung
		Sperrholz, Innenanwendung
	Lagenholz	Balkenschichtholz
		Brettschichtholz
Brettsperrholz		
Drei- oder Fünfschichtplatte		
Energieholz	Stückholz als Energieholz	Laubholz
		Nadelholz
		Gemischt (78% Laub- / 22% Nadelholz)
	Holzschnitzel	Laubholz ab Wald
		Laubholz ab Sägewerk
		Nadelholz ab Wald
		Nadelholz ab Sägewerk
		Gemischt ab Wald (50% Laub- / 50% Nadelholz)

Werkstoff oder Energieholz	Produktgruppe	Holzprodukte
		Gemischt ab Sägewerk (50% Laub- / 50% Nadelholz)
	Holzpellets	Keine Auswahl

Im Rechner kann das Herkunftsland des Holzes für das gewählte Produkt angegeben werden. Je nach Produktgruppe unterscheiden sich die Eingabemöglichkeiten:

- Für Schnittholz kann die Herkunft des Rundholzes angegeben werden.
- Für Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz können die Werkstandorte der Plattenproduktion eingegeben werden.
- Für Lagenholz werden die Herkunftsländer des Rundholzes abgefragt.
- Für Stückholz als Energieholz werden die Herkunftsländer des Stückholzes angegeben.
- Für Holzschnitzel können die Herkunftsländer für die bezogenen Holzschnitzel eingegeben werden.
- Für Holzpellets ist keine Anpassung der Herkunftsländer möglich. Es wird immer mit dem europäischen Durchschnitt für die Vorprodukte gerechnet.

Für die drei Holzwerkstoffe kann zusätzlich zur Herkunft der Vorprodukte aus Holz jeweils ein Land für die Produktion und eines für die Anwendung des Holzwerkstoffs angegeben werden. Werden Holzwerkstoffe für ein Gebäude verwendet, dann ist das Land der Anwendung identisch mit dem Gebäudestandort.

Für die beiden Energieholzsortimente «Stückholz als Energieholz» und «Holzschnitzel» kann zusätzlich zur Holzherkunft das Land der Verfeuerung angegeben werden. Für Holzpellets kann das Land des Pelletswerks und das Land der Holzfeuerung eingegeben werden.

2.2. Deklarierte Einheit

Die Ergebnisse beziehen sich auf 1 m³ fest.

Dies ist das Volumen des Holzes ohne Zwischenräume. Der Rechner gibt für alle Produktgruppen einen Umrechnungsfaktor auf die Masse in Tonnen an. Für den Bezug zum Schüttvolumen ist ebenfalls eine Umrechnung nötig. Entsprechende Faktoren werden für Schnittholz, Stückholz als Energieholz und Holzpellets angegeben.

Der Feuchtigkeitsgehalt ist unterschiedlich, je nach gewählter Produktgruppe:

- Für Schnittholz wird der Feuchtigkeitsgehalt über die Auswahl «Trocknung / Oberfläche» gewählt. Er ist jeweils als Wert «u» in Prozent Feuchte angegeben.
- Für Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz und Lagenholz wird der Feuchtigkeitsgehalt aus dem Hintergrunddatensatz übernommen.
- Für Stückholz als Energieholz wird im Hintergrunddatensatz ein Feuchtigkeitsgehalt von 35% verwendet (Werner, 2017).
- Holzschnitzel haben gemäss Dokumentation der Hintergrunddaten eine Feuchte von 80% (Werner, 2017).
- Für Pellets beträgt die Feuchte 10% im Hintergrunddatensatz (Werner, 2017).

2.3. Systemgrenze der Ökobilanzen

Die Ökobilanzen der Holzwerkstoffe und Energiehölzer berücksichtigen die Herstellung und für die Holzwerkstoffe zusätzlich die Entsorgung. Die Herstellung umfasst den Abbau von Primärrohstoffen, den Transport zum Herstellungsort sowie die Herstellung selbst und alle damit verbundenen Stoff- und Energieströme. Die Entsorgung umfasst den Abbruch, den Transport zur Verbrennung und die Emissionen der Verbrennung in einer KVA. In der Abbildung 1 wird eine Zuordnung der EPD-Module gemäss der Norm EN 15804 zur Resultatdarstellung im Ökobilanzrechner für Holzwerkstoffe vorgenommen.

In der berechneten Ökobilanz nicht enthalten sind die Verbrennung der Energiehölzer und die Emissionen daraus. Diese Bilanz fällt in die Nutzungsphase, welche im Ökobilanzrechner nicht abgebildet wird. Die Daten können also nicht direkt zur Bilanzierung der Energiebereitstellung mit Holz verwendet werden. Dafür müsste eine Verbrennung mit ihren Emissionen in die Ökobilanz mit einbezogen werden.

Für Holzwerkstoffe gilt, dass die Verarbeitung nicht enthalten ist. Somit auch keine Verluste bei der Verarbeitung. Für eine korrekte Bilanzierung müssen Verschnitt, Mehrverbrauch z.B. für Überlappungen und der Verarbeitungsaufwand berücksichtigt werden.

Lebenszyklusphase	Produktion			Herstellung	Anwendung	
	Rohstoffversorgung	Transport	Transport zur Baustelle		Einbau	
EPD-Modul gemäss SN EN 15804+A	A1	A2	A3	A4	A5	
Im Ökobilanzrechner ausgewiesen unter	Herstellung			Anwendung		

Lebenszyklusphase	Nutzungsphase					Entsorgung			
	Nutzung	Reparatur	Instandhaltung	Ersatz	Erneuerung	Rückbau	Abfallbehandlung	Transport	Beseitigung
EPD-Modul gemäss IBU	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4
Im Ökobilanzrechner ausgewiesen unter						Entsorgung			

Abbildung 1: Zuordnung von EPD-Modulen zur Resultatdarstellung im Ökobilanzrechner

2.4. Indikatoren der Wirkungsabschätzung

Die Ökobilanzresultate basieren auf den Bilanzierungsregeln für Ökobilanzen von Baustoffen und Bauprodukten der Plattform Ökobilanzdaten im Baubereich (KBOB et al., 2022b). Die berücksichtigten Indikatoren sind:

- Primärenergie erneuerbar [kWh]
- Primärenergie nicht erneuerbar [kWh]
- Primärenergie gesamt [kWh]
- Treibhausgasemissionen [kg CO₂-Äq.]
- Umweltbelastungspunkte [UBP]
- Gehalt biogener Kohlenstoff [kg C]

3. BEDIENUNG DES HOLZRECHNERS

3.1. Aufbau

Der Rechner ist eine Excel-Datei mit den Tabellenblättern «Start» und «Eingabemaske». Auf dem Blatt «Start» wird die Bedienung des Rechners in knapper Form erläutert. Zudem ist der Link zum vorliegenden Bericht und das Impressum auf der Seite «Start» untergebracht. Auf dem Blatt «Eingabemaske» wählt die Anwenderin die gewünschten Herkunftsdaten und erhält das Ergebnis der Ökobilanz angezeigt.

3.2. Eingabemaske

Die Eingabemaske passt sich dynamisch der gewählten Produktgruppe an. In diesem Abschnitt gehen wir auf den grundlegenden Aufbau und die Elemente ein, die für alle Holzsorten gleich bleiben. In den nachfolgenden Abschnitten werden die Elemente erläutert, die nur für die jeweils gewählte Produktgruppe angezeigt werden.

Die Eingabemaske gliedert sich in drei Hauptbereiche:

- Zuerst können über ein bis drei Ausklappmenüs die Produktgruppe, das Holzprodukt und für Schnittholz die Holzverarbeitung gewählt werden.
- In der Mitte kann die Holzherkunft für ein bestimmtes Produkt angegeben werden. Die Tabelle ermöglicht die Eingabe einer Mischung von Hölzern oder Holzwerkstoffen mit unterschiedlicher Herkunft. Für die Transporte können vorgegebene Standardwerte verwendet oder eigene Angaben zu Distanzen und Transportmitteln gemacht werden.
- Im unteren Teil kann ein Produktionsstandort angegeben werden, falls er für die gewählte Produktgruppe in der Produktionskette vorkommt und die nötigen Ökobilanzdaten für eine Anpassung des Produktionsstandorts vorhanden sind. Im unteren Teil kann zudem angegeben werden, in welchem Land das fertige Holzprodukt angewendet werden soll.

3.3. Eingaben für Schnittholz

Bei der Produktgruppe «Schnittholz» können die Optionen gemäss Tabelle 2 für Holzprodukte und Holzverarbeitung ausgewählt werden. Als Holzprodukte stehen Balken, Bretter oder Latten zur Verfügung, jeweils aus Laubholz oder Nadelholz.

KBOB		Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici Coordination Group for Construction and Property Services			Bezugseinheit für alle Angaben: m³ fest
Produktgruppe	Schnittholz				
Holzprodukt	Bretter Laubholz				
Holzverarbeitung	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)				
Herkunftsland Rundholz	Anteil im Produkt	Standard-Distanz Trans. vom Wald zum Sägewerk [km]	Eigene Distanz Transport vom Wald zum Sägewerk [km]	Standard-Anteil LKW vom Wald zum Sägewerk [%]	Eigener Anteil LKW vom Wald zum Sägewerk [%]
Deutschland		650		100%	
Finnland		3000		100%	
Frankreich		600		100%	
Italien		800		100%	
Norwegen		2350		100%	
Österreich		600		100%	
Schweden		2300		100%	
Schweiz	100%	40		100%	
Ungarn		1150		100%	
Total	100%	Mittlere Distanz:	40		
Land des Sägewerkes		Standard-Distanz Trans. vom Sägewerk zur Anwendung [km]	Eigene Distanz Transport vom Sägewerk zur Anwendung [km]	Standard-Anteil LKW vom Sägewerk zur Anwendung [km]	Eigener Anteil LKW vom Sägewerk zur Anwendung [km]
Schweiz		150		100%	
Land der Anwendung	Schweiz				

Abbildung 2: Eingabemaske für Schnittholz

Das Menu «Holzverarbeitung» erscheint nur für die Produktgruppe «Schnittholz». Für alle Holzprodukte kann die Oberflächenqualität «sägerau» oder «gehobelt» gewählt werden. Jeweils in Kombination mit der Trocknung. Wird das Holz unter freiem Himmel oder unter Dach passiv, das heisst ohne Energieeinsatz getrocknet, dann kann die Auswahl «luftgetrocknet» gewählt werden. Für kammergetrocknete Hölzer steht im Falle von sägerauen Oberflächen Holz mit 20% Restfeuchte oder solches mit 10% Restfeuchte zur Auswahl. Für gehobelte Hölzer gibt es die Auswahl zwischen luftgetrocknetem Holz mit 20% Restfeuchte oder kammergetrocknetem Holz mit 10% Restfeuchte. Die Bezeichnung «getrocknet, (u=20%)» steht für eine Mischung aus 20% luftgetrocknetem und 80% kammergetrocknetem Holz. Diese Varianten können mit den zugrundeliegenden Ökobilanzen berechnet werden.

Tabelle 2: Auswahlmöglichkeiten für Schnittholz

Holzprodukte
Balken Laubholz
Balken Nadelholz
Bretter Laubholz
Bretter Nadelholz
Latten Laubholz
Latten Nadelholz

Holzverarbeitung
sägerau, luftgetrocknet (u=20%)
sägerau, kammergetrocknet (u=20%)
sägerau, kammergetrocknet (u=10%)
gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)
gehobelt, getrocknet, (u=20%)

3.4. Eingaben für Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz

KBOB Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici Coordination Group for Construction and Property Services		Bezugseinheit für alle Angaben: m³ fest			
Produktgruppe	Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz				
Holzprodukt	Spanplatten, unbeschichtet				
		Standard-Distanz Trans. vom Werk zur Verarbeitung [km]	Eigene Distanz Transport vom Werk zur Verarbeitung [km]	Standard-Anteil LKW vom Werk zur Verarbeitung [%]	Eigener Anteil LKW vom Werk zur Verarbeitung [%]
Werkstandort Platten	Anteil im Produkt				
Deutschland	45%	150		100%	
Finnland		2400		100%	
Frankreich	45%	1500		100%	
Italien	10%	1350		100%	
Norwegen		1800		100%	
Österreich		700		100%	
Schweden		1650		100%	
Schweiz		650		100%	
Ungarn		1000		100%	
Total	100%	Mittlere Distanz: 878			
		Standard-Distanz Trans. von der Bauteilproduktion zur Anwendung [km]	Eigene Distanz Transport von der Bauteilproduktion zur Anwendung [km]	Standard-Anteil LKW von der Bauteilproduktion zur Anwendung [km]	Eigener Anteil LKW von der Bauteilproduktion zur Anwendung [km]
Land der Bauteilproduktion					
Deutschland		650		100%	
Land der Anwendung					
Schweiz					

Abbildung 3: Eingabemaske für Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz

Für die Produktgruppe «Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz» lässt sich das Holzprodukt wählen, für das die Ökobilanz berechnet werden soll. In die Tabelle mit den Herkunftsländern werden die Werkstandorte der Plattenherstellung eingegeben. Das «Land der Bauteilproduktion» bezeichnet das Land, wo aus den reinen Platten Bauteile hergestellt werden. Das können beispielweise Einbauschränke sein. Für die Bauteilproduktion sind keine Ökobilanzdaten hinterlegt. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die Herstellung der Platten, die Transporte zur Bauteilproduktion und von dort weiter zur Anwendung. Der Anwendungsort wird im Feld «Land der Anwendung» eingegeben. Falls keine Bauteilproduktion getrennt von der Anwendung stattfindet, also Platten in einem Werk bestellt und direkt zum Anwendungsort geliefert werden, kann im Feld «eigene Distanz Transport von der Bauteilproduktion zur Anwendung [km]» die Distanz Null eingegeben werden.

3.5. Eingaben für Lagenholz

KBOB

Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
 Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics
 Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici
 Coordination Group for Construction and Property Services

Bezugseinheit für alle Angaben: **m³ fest**

Produktgruppe	Lagenholz				
Holzprodukt	Balkenschichtholz				

	Anteil im Produkt	Standard-Distanz Trans. vom Wald zur Produktion [km]	Eigene Distanz Transport vom Wald zur Produktion [km]	Standard-Anteil LKW vom Wald zur Produktion [%]	Eigener Anteil LKW vom Wald zur Produktion [%]
Herkunftsland Rundholz					
Deutschland		650		100%	
Finnland		3000		100%	
Frankreich		600		100%	
Italien		800		100%	
Norwegen		2350		100%	
Österreich		600		100%	
Schweden		2300		100%	
Schweiz	100%	40		100%	
Ungarn		1150		100%	
Total	100%	Mittlere Distanz:		40	

		Standard-Distanz Trans. von der Produktion zur Anwendung [km]	Eigene Distanz Transport von der Produktion zur Anwendung [km]	Standard-Anteil LKW von der Produktion zur Anwendung [km]	Eigener Anteil LKW von der Produktion zur Anwendung [km]
Land der Produktion	Schweiz	150		100%	
Land der Anwendung	Schweiz				

Abbildung 4: Eingabemaske für Lagenholz

Als «Lagenholz» stehen Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Brettsperrholz, sowie Drei- oder Fünfschichtplatten zur Verfügung. In der Tabelle «Herkunftsland Rundholz» wird gewählt, in welchen Ländern die Hölzer geerntet werden. Die Modellierung im Rechner erfolgt so, dass das Rundholz aus dem Wald zum «Land der Produktion» transportiert wird. Dort wird es eingeschnitten und zu Lagenhölzern verklebt. Das «Land der Anwendung» bezeichnet den Ort, wo die Lagenhölzer – zum Beispiel in einem Gebäude – verwendet werden.

Kompliziertere Vorketten mit Brettern, die aus anderen Werken stammen als dem Produktionswerk, können mit dem Rechner nicht korrekt abgebildet werden. Wir empfehlen für solche Fälle, die Herkunftsländer der Bretter unter «Herkunftsland Rundholz» einzutragen. Dies führt zu einer Überschätzung der Transporte vom Sägewerk zum Produktionswerk: der Rechner rechnet den Transport mit der benötigten Rundholzmenge, während in Realität Bretter mit weniger Masse transportiert werden. Hingegen werden die Transporte des Rundholzes vom Wald zum Sägewerk nicht berechnet, falls Herstellungsorte von Brettern unter «Herkunftsland Rundholz» eingegeben werden. Insgesamt ergibt sich eine Näherung, die mehr oder weniger von den realen Verhältnissen abweicht. Die Ergebnisse sind für solche Fälle dementsprechend unsicher.

3.6. Eingaben für Stückholz als Energieholz

KBOB

Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
 Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics
 Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici
 Coordination Group for Construction and Property Services

Bezugseinheit für alle Angaben: **m³ fest**

Produktgruppe

Holzprodukt

Herkunftsland Stückholz	Anteil im Produkt	Standard-Distanz Trans. Stückholz zur Feuerung [km]	Eigene Distanz Transport Stückholz zur Feuerung [km]	Standard-Anteil LKW Stückholz zur Feuerung [%]	Eigener Anteil LKW Stückholz zur Feuerung [%]
Deutschland	5%	650		100%	
Finnland		3000		100%	
Frankreich	5%	600		100%	
Italien	5%	800		100%	
Norwegen		2350		100%	
Österreich		600		100%	
Schweden		2300		100%	
Schweiz	85%	150		100%	
Ungarn		1150		100%	
Total	100%	Mittlere Distanz:		230	

Land der Holzfeuerung

Abbildung 5: Eingabemaske für Stückholz als Energieholz

Die Ökobilanz von Stückholz zur direkten Verbrennung kann für Laub- oder Nadelholz berechnet werden. Für das Holzprodukt «Gemischt (78% Laub- / 22% Nadelholz)» wird eine Mischung aus 78% Laub- und 22% Nadelholz berechnet. Dies entspricht dem schweizerischen Durchschnitt für Energieholz gemäss dem Ökobilanzdatensatz in der UVEK-Datenbank 2022. Die Auswahl «gemischt» soll immer dann verwendet werden, wenn nicht bekannt ist, ob ausschliesslich Laubholz oder ausschliesslich Nadelholz geliefert wird.

Die Herkunft des Energieholzes kann in der Tabelle gemäss den Anteilen der Herkunftsländer angegeben werden. Der Standort der Holzfeuerung kann ebenfalls eingegeben werden.

3.7. Eingaben für Holzschnitzel

KBOB

Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
 Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics
 Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici
 Coordination Group for Construction and Property Services

Bezugseinheit für alle Angaben: **m³ fest**

Produktgruppe

Holzprodukt

Herkunftsland Holzschnitzel	Anteil im Produkt	Standard-Distanz Trans. Holzschnitzel zur Feuerung [km]	Eigene Distanz Transport Holzschnitzel zur Feuerung [km]	Standard-Anteil LKW Holzschnitzel zur Feuerung [%]	Eigener Anteil LKW Holzschnitzel zur Feuerung [%]
Deutschland	5%	650		100%	
Finnland		3000		100%	
Frankreich	5%	600		100%	
Italien	5%	800		100%	
Norwegen		2350		100%	
Österreich		600		100%	
Schweden		2300		100%	
Schweiz	85%	150		100%	
Ungarn		1150		100%	
Total	100%	Mittlere Distanz:	230		

Land der Holzfeuerung

Abbildung 6: Eingabemaske für Holzschnitzel

Für die Holzschnitzel wird bei der Eingabe «Holzprodukt» unterschieden nach der Holzart und dem Ort der Herstellung. Als Holzart können Laub-, Nadelholz oder gemischte Hölzer gewählt werden. Für die gemischten Hölzer sind 50% Laub- und 50% Nadelhölzer in der Mischung enthalten. Schnitzel können im Wald erzeugt werden oder im Sägewerk anfallen.

Für Holzschnitzel kann eine Mischung mit Schnitzeln aus einem oder mehreren Herkunftsländern angegeben werden. Im Rechner stimmen das Land der Schnitzelherstellung und der Holzherkunft jeweils überein. Die Transportleistungen (Transportmittel und Distanzen) zur Schnitzelherstellung werden unverändert aus den Grundlagendaten übernommen. Sollte das Herkunftsland des Holzes nicht mit dem Standort der Schnitzelherstellung übereinstimmen, empfehlen wir, das Land der Holzernte für die Eingabe zu verwenden.

3.8. Eingaben für Holzpellets

KBOB

Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
 Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics
 Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici
 Coordination Group for Construction and Property Services

Bezugseinheit für alle Angaben: **m³ fest**

Produktgruppe

Europäischer Durchschnitt für Holz und Transporte

		Standard-Distanz Trans. vom Pelletswerk zur Feuerung [km]	Eigene Distanz Transport vom Pelletswerk zur Feuerung [km]	Standard-Anteil LKW vom Pelletswerk zur Feuerung [km]	Eigener Anteil LKW vom Pelletswerk zur Feuerung [km]
Land des Pelletswerks	Österreich	600		100%	
Land der Holzfeuerung	Schweiz				

Abbildung 7: Eingabemaske für Holzpellets

Die Produktionskette von Holzpellets ist deutlich komplexer als für die anderen Hölzer und Holzwerkstoffe, die im Holzrechner angeboten werden. Pellets werden aus den Holz- und Holzwerkstoff-Resten anderer Produktionsverfahren gepresst. Die Ökobilanz für die Herstellung von Holzpellets aus der UVEK-Datenbank kann im Holzrechner nicht in sinnvoller Weise auf eine andere Herkunft des Holzes angepasst werden. Für die Herstellung der Holzpellets wird deshalb immer derselbe Datensatz aus der UVEK-Datenbank verwendet. Auf der Eingabemaske kann das Land des Pelletswerks und das Land der Verfeuerung eingestellt werden. Mit diesen Angaben werden die Transporte zwischen Werk und Verfeuerung in der berechneten Ökobilanz berücksichtigt.

4. DOKUMENTATION DER ÖKOBILANZIERUNG

4.1. Hintergrunddaten

Der Rechner verwendet die Daten aus der Hintergrunddatenbank für die Liste der Ökobilanzdaten im Baubereich (KBOB et al., 2022a). Die Datenbank wurde den Autoren von der Plattform Ökobilanzdaten im Baubereich von KBOB und ecobau zur Verfügung gestellt.

4.2. Allokationen

Im Holzrechner werden bezüglich der eingegebenen Daten keine Allokationen vorgenommen. Die Allokation auf die unterschiedlichen Holzprodukte wurde in den Hintergrunddaten aufgrund der Absatzpreise vorgenommen (Werner, 2017). Weitere Allokationen in den Hintergrunddaten sind in der UVEK-Datenbank und den dazugehörigen Berichten dokumentiert.

4.3. Funktionsweise des Rechners

4.3.1. Prinzip

Allen Berechnungen liegen Ökobilanzdatensätze aus der UVEK-Datenbank zugrunde, die gemäss den Nutzereingaben modifiziert werden. Dafür werden die in den Datensätzen genutzten Prozessketten im Rechner wie folgt nachmodelliert:

Die in den Datensätzen enthaltenen Vorprodukte, die die Anwenderin im Rechner selbst wählen kann, werden aus den Datensätzen subtrahiert. Auch die in den Datensätzen enthaltenen Holztransporte werden abgezogen. Das führt zu Ökobilanzergebnissen, die nur den Aufwand der Prozesskette ausweisen, der nicht im Rechner angepasst werden kann.

Dann werden die Ökobilanzergebnisse für die gewählten Hölzer, bzw. Holzwerkstoffe in der Tabelle der Herkunftsländer wieder zu den Ergebnissen addiert. Auch die Ökobilanzen der Transporte werden gemäss den Eingaben im Rechner neu gerechnet und zu den Ergebnissen addiert.

Das Resultat ist eine an die Nutzerinneneingaben angepasste Ökobilanz.

4.3.2. Dynamische Generierung von Prozessketten

Für die Anpassung der Prozesskette wird zuerst eruiert, ob die gewünschten Herkunfts- oder Verarbeitungsstandorte in der Schweiz oder im restlichen Europa liegen. Weil die Hintergrunddatenbank nur diese Unterscheidung anbietet, wird bei der Anpassung nicht weiter nach europäischen Ländern unterschieden. Wenn feststeht, ob die Endverarbeitung in der Schweiz erfolgt oder in Europa ausserhalb der Schweiz, wird der

Name für die Prozesskette gewählt, die für die Berechnung verwendet werden soll. Für alle möglichen Kombinationen aus Produktgruppe, Holzprodukt, Holzverarbeitung und Region der Verarbeitung sind im Rechner Prozessketten hinterlegt. Steht die gewünschte Prozesskette fest, wird sie im Rechner mithilfe des hinterlegten Bezugsdatensatzes gemäss Tabelle 14 mit den Ökobilanzdaten aus dem UVEK-Datenbestand verknüpft.

4.3.3. Materialeinsatzfaktoren in den Prozessketten

Für die Neuberechnung der Prozesskette müssen die Holzverluste entlang der Prozesskette einbezogen werden. Dafür wurden für jede Prozesskette Materialeinsatzfaktoren aus den Ökobilanzdatensätzen des UVEK-Datenbestands abgeleitet (siehe Tabelle 15). Hat eine Prozesskette z.B. einen Materialeinsatzfaktor von 1.7 für das Rundholz, so bedeutet das, dass für 1m³ des fertigen Produkts 1.7m³ Rundholz verarbeitet werden müssen. Der Rechner kann Materialeinsatzfaktoren für maximal drei Verarbeitungsschritte abbilden. Nicht alle Prozessketten benötigen für die Modellierung im Rechner so viele Verarbeitungsschritte. Hat eine Kette nur zwei Verarbeitungsschritte, so ist der letzte Materialeinsatzfaktor gleich eins. Wird nur ein Verarbeitungsschritt modelliert, so sind der zweite und der dritte Materialeinsatzfaktor gleich eins. Bei den Energiehölzern beschreiben die verwendeten Grundlagendatensätze bereits 1 m³ des verbrannten Produkts. Der Rechner passt lediglich die Transportdistanzen gemäss den Eingaben an. Dementsprechend sind für die Energiehölzer keine Materialeinsatzfaktoren in Tabelle 15 aufgeführt. Im Rechner wurden sie für die gesamte Vorkette gleich eins gesetzt.

4.3.4. Berechnung der Holzdichte

Der Ökobilanzrechner für Holzwerkstoffe verwendet hinterlegte Holzdichten, um von der Bezugseinheit m³ fest auf Massen umzurechnen. Diese werden verwendet beim Einbezug massebezogener Datensätze aus der Hintergrunddatenbank in die Ökobilanzierung. Die Holzdichten wurden aus dem Hintergrundbericht zum früheren Holzrechner übernommen (Ramseier et al., 2020). Sie sind in Tabelle 3 dargestellt. Der Standardwert für gesamteuropäische Berechnungen wurde aus dem arithmetischen Mittel aller aufgeführten Werte für europäische Länder ausser der Schweiz gebildet.

Je nach Eingaben des Nutzers ergeben sich für die Berechnung unterschiedliche Holzdichten. Die Dichte wird für die festgestellte Holzherkunft und -mischung für jede Eingabe neu berechnet. Zunächst wird festgestellt, welche Mischung aus Laub- und Nadelhölzern für die Berechnung verwendet werden soll. Gemäss den Anteilen werden die Standarddichten aus Tabelle 3 in länderspezifische Holzdichten für die gewünschte Holzmischung umgerechnet. Für das Holz ab Wald wird die vom Anwender in der Eingabemaske eingegebene Herkunftsverteilung vektorieLL multipliziert mit der länderspezifischen Holzdichte für die gewünschte Holzmischung. Die so erhaltene mittlere Dichte für die gewünschte Holzmischung fliesst dann in die Berechnungen ein. Für die Berechnung der Lagenhölzer wurde aus den Hintergrunddaten die Dichte für den Rundholztransport vom Wald zur Produktion übernommen. Diese betragen 800 kg/m³ für Nadel- und 1000 kg/m³ für Laubholz.

Die Dichte hängt ab von der Holzfeuchte. Die Datensätze für Holz ab Wald wurden mit 70% Feuchte gerechnet. Die Annahmen zur Feuchte sind im Hintergrundbericht zu den Datensätzen (Werner, 2017) ausführlich dokumentiert.

Tabelle 3: Standard- Holzdichten nach Land gemäss den Hintergrunddaten

Land	Holzdicke Rundholz Nadelholz 70% Feuchte [t/m ³ fest]	Holzdicke Rundholz Laubholz 70% Feuchte [t/m ³ fest]
Deutschland	0.46	0.65
Finnland	0.46	0.64
Frankreich	0.46	0.64
Italien	0.49	0.64
Norwegen	0.46	0.64
Österreich	0.44	0.64
Schweden	0.46	0.64
Schweiz	0.44	0.64
Ungarn	0.49	0.64
CH	0.44	0.64
RER	0.465	0.641

4.3.5. Berechnung der Transportwege

Gemäss den Angaben der Nutzerin des Rechners werden spezifische oder Standard-Transportdistanzen verwendet. Sofern die Anwenderin keine eigenen Angaben zu den Distanzen der Transporte zwischen den Verarbeitungsschritten macht, werden im Rechner durchschnittliche Transportdistanzen berücksichtigt. Die Distanzen für die durchschnittlichen Strassen- und Bahntransporte sind in der Tabelle 4 aufgeführt. Der Rechner nimmt 100% Strassentransport an, sofern durch die Anwenderin keine Angabe gemacht wird. Die Anwenderin kann den Anteil der Strassentransporte angeben, die Differenz zu 100% wird in diesem Fall als Bahntransport gerechnet.

Die Standarddistanzen wurden aus der früheren Version des Rechners übernommen. Die Herleitung ist im Hintergrundbericht zum älteren Rechner dokumentiert (Ramseier et al., 2020). Für landesinterne Transporte werden 40 km angenommen für Transporte ab Wald zum Sägewerk, respektive 150 km für alle Transporte von Zwischen- oder Fertigprodukten.

Die Berechnung der Transportwege erfolgt für jeden Verarbeitungsschritt. Der Materialeinsatzfaktor wird mit der Dichte (in t/m³) und der eingegebenen Distanz multipliziert, um Transportdistanzen in Tonnenkilometern [tkm] zu erhalten. Diese werden für Strassen- oder Bahntransporte getrennt summiert und mit den hinterlegten Ökobilanzdaten multipliziert. Erfolgt ein Transport teilweise in einem europäischen Land ausserhalb der Schweiz und teilweise in der Schweiz, so wird der gesamte Transport mit dem Datensatz für Europa ausserhalb der Schweiz (RER) gerechnet.

Teilweise ist in den Datensätzen der UVEK-Datenbank für Transporte der Datensatz "transport, freight, lorry, fleet average" hinterlegt. Die Korrektur erfolgt unabhängig davon immer mit den Datensätzen gemäss Tabelle 8.

Tabelle 4: Liste der Standarddistanzen im Holzrechner. Ländercodes gemäss ISO 3166.

[in km]	DE	FI	FR	IT	NO	AT	SE	CH	HU
DE	40/150	2400	1500	1350	1800	700	1650	650	1000
FI	2400	40/150	3500	3400	1100	2500	700	3000	2500
FR	1500	3500	40/150	1250	2600	1150	2550	600	1650
IT	1350	3400	1250	40/150	3000	950	2900	800	1200
NO	1800	1100	2600	3000	40/150	2400	450	2350	2550
AT	700	2500	1150	950	2400	40/150	2200	600	550
SE	1650	700	2550	2900	450	2200	40/150	2300	2350
CH	650	3000	600	800	2350	600	2300	40/150	1150
HU	1000	2500	1650	1200	2550	550	2350	1150	40/150

4.3.6. Berechnung der Ökobilanzresultate

Der Bezug zwischen den Prozessketten und den Ökobilanzdaten wird über eine Bezugsmatrix hergestellt. Diese umfasst die Beziehung zwischen den Faktoren der dynamisch generierter Prozesskette und deren Ökobilanz-Datensätzen.

Für die Herstellung wird der Bezug zwischen der Nutzerauswahl und den Datensätzen in Tabelle 14 ausgewiesen. In der Matrix wird der Bezug durch eine 1 ausgewiesen, wenn der Ökobilanzdatensatz die Bezugseinheit m³ aufweist. Falls ein Datensatz mit Bezugseinheit kg verwendet wird, ist der Bezug in der Bezugsmatrix gleich der Dichte des gewählten Produkts.

Bei der Berechnung der Herstellungsphase gibt es für einzelne Produktarten Besonderheiten:

- Weichfaserplatten haben eine Vorkette, die sich auf Holzschnitzel und Zellstoff bezieht. Diese kann im Excel-Rechner nicht abgebildet werden. Im Rechner werden anteilmässig zur Rohstoffherkunft der europäische oder Schweizer Herstellungsdatensatz für Weichfaserplatten gewählt. Zudem werden die Transporte gemäss den Nutzereingaben korrigiert. Am Holzinput werden keine Anpassungen vorgenommen.
- Die Spanplatten-Produktion wird immer mit Datensätzen für die Region RER (Europa ohne Schweiz) gerechnet, es gibt aufgrund der verfügbaren Daten keine Möglichkeit, die Schweizer Produktion genauer abzubilden.
- Für Lagenhölzer erfolgt die Modellierung im Rechner so, dass das Sägewerk jeweils am Produktionsstandort der Lagenhölzer steht. Die Anwenderin kann die gewünschte Holzherkunft über die Tabelle «Herkunftsland Rundholz» eingeben. Das Rundholz wird dann zum Produktionsstandort transportiert, wo es eingeschnitten und zu Lagenhölzern verklebt wird.

- Für Brettsperrholz existiert eine Ökobilanz für den Produktionsstandort Schweiz in der Hintergrund-Datenbank. Die Angaben zur Modellierung sind jedoch vertraulich. Deshalb musste der Datensatz für die Region Europa im Holzrechner verwendet werden.
- Für Holzpellets werden zahlreiche Holzsortimente verwendet, einerseits Resthölzer aus der Produktion und andererseits Energieholz aus dem Wald. Die Ökobilanz in der UVEK-Datenbank verwendet eine Mischung unterschiedlicher Holzsortimente als Rohstoffquelle. Eine Anpassung dieser Zusammensetzung würde die Möglichkeiten des Excel-Rechners übersteigen. Für Pellets kann deshalb keine angepasste Holz Mischung eingegeben werden.

Die Entsorgung wird für die Holzwerkstoffe mit den Datensätzen in Tabelle 7 berechnet. Der Bezug zwischen der Produktgruppe und dem verwendeten Ökobilanzdatensatz ist in Tabelle 5 dokumentiert.

Tabelle 5: Zuordnung der Entsorgungsdatensätze zu den gewählten Holzsortimenten in den Prozessketten des Ökobilanzrechners.

Produktgruppe Rechner	UVEK-Datensatz Entsorgung
Schnittholz	disposal, solid wood, as building waste
Weichfaserplatten	disposal, fibreboard soft, as building waste
Spanplatten beschichtet	disposal, wood particle board, 10% binder, 3.5% MF resin, as building waste
Spanplatten unbeschichtet, Röhrenspanplatten, Sperrholz	disposal, wood particle board, 10% binder, as building waste
Brettschichtholz, Balkenschichtholz	disposal, glued laminated timbre, 2.5% binder, as building waste
Drei- oder Fünfschichtplatte	disposal, 3-layered laminated wood board, 4% binder, as building waste

Energieholz wird während der bestimmungsgemässen Nutzung verfeuert. Die Ökobilanz der Nutzung ist nicht Teil des Holzrechners. Die Entsorgung allenfalls vorhandener Rückstände (Asche) kann nicht bilanziert werden, weil diese von der Art der Holzfeuerung abhängt. Somit wird für Energieholz im Rechner keine Entsorgung bilanziert.

4.4. Datenqualität

Tabelle 6 bis Tabelle 8 zeigen die verwendeten Hintergrunddaten mit der Region, auf die sich die Bilanzierung bezieht. Die geographische und technologische Repräsentativität der Hintergrunddaten kann als gut bewertet werden. Bezogen auf das Alter der Daten ist die Datenqualität unterschiedlich und davon abhängig, wann die Daten in der Hintergrunddatenbank zuletzt aktualisiert wurden.

Tabelle 6: Hintergrunddaten für die Herstellungsphase

UVEK-Datensatz	Region
sawlog and veneer log, hardwood, sustainable forest management, measured as solid wood under bark, at forest road	CH
sawlog and veneer log, hardwood, sustainable forest management, measured as solid wood under bark, at forest road	RER
sawlog and veneer log, softwood, sustainable forest management, measured as solid wood under bark, at forest road	CH
sawlog and veneer log, softwood, sustainable forest management, measured as solid wood under bark, at forest road	RER
transport, freight, lorry 16-32 metric ton, fleet average	RER
transport, freight, lorry, fleet average	CH
transport, freight, rail	RER
transport, freight, rail, electricity with shunting	CH
sawnwood, beam, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, beam, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, beam, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, beam, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	RER
sawnwood, beam, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	CH
sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	RER
sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill	RER
sawnwood, beam, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, beam, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, beam, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, beam, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	RER
sawnwood, beam, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, beam, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	CH
sawnwood, beam, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	CH
sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill	CH
sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill	RER
sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill	CH
sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	RER
sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	CH
sawnwood, board, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, board, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	CH
sawnwood, board, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, board, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, board, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill	CH
sawnwood, board, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	CH

UVEK-Datensatz	Region
sawnwood, board, softwood, raw, dried (u=10%), at sawmill	RER
sawnwood, board, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	RER
sawnwood, board, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	RER
sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill	RER
sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	RER
sawnwood, lath, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	RER
sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill	CH
sawnwood, board, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, board, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	CH
sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	CH
sawnwood, board, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill	CH
sawnwood, board, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	RER
sawnwood, board, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, board, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, board, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	CH
sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill	RER
sawnwood, lath, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, lath, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, lath, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, lath, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	RER
sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill	CH
sawnwood, lath, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, lath, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	CH
sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill	RER
sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	CH
sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	RER
sawnwood, lath, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, lath, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, lath, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill	RER
sawnwood, lath, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill	CH
sawnwood, lath, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill	CH
sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill	RER
particleboard 18 mm, average glue mix, melamine faced, at regional storage	CH
fibreboard, soft, from wet & dry processes, at plant	RER
Tubular particleboard, at plant	RER
particleboard, average glue mix, uncoated, at plant	RER

UVEK-Datensatz	Region
fibreboard soft, at plant (u=7%)	CH
Glued laminated timber, average glue mix, at plant	CH
Glued laminated timber, average glue mix, at plant	RER
Three- and five-layered board, at plant	RER
Cross-laminated timber, average glue mix, at plant - RER ¹	RER
Plywood, hardwood veneer, UF-bonded, at plant	RER
plywood, indoor use, at plant	RER
plywood, outdoor use, at plant	RER
Glued solid timber, average glue mix, at plant	RER
Glued solid timber, average glue mix, at plant	CH
cleft timber, softwood, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road	CH
cleft timber, hardwood, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road	CH
cleft timber, production mix, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road	RER
cleft timber, production mix, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road	CH
wood pellet, measured as dry mass, at plant	RER
wood chips, hardwood, wet, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road	CH
wood chips, hardwood, wet, measured as dry mass, at sawmill	RER
wood chips, hardwood, wet, measured as dry mass, at sawmill	CH
wood chips, softwood, wet, measured as dry mass, at sawmill	RER
wood chips, softwood, wet, measured as dry mass, at sawmill	CH
wood chips, softwood, wet, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road	CH

Tabelle 7: Hintergrunddaten für die Entsorgung

UVEK-Datensatz	Region
disposal, 3-layered laminated wood board, 4% binder, as building waste	CH
disposal, fibreboard soft, as building waste	CH
disposal, wood particle board, 10% binder, as building waste	CH
disposal, glued laminated timber, 2.5% binder, as building waste	CH
disposal, solid wood, as building waste	CH
disposal, wood particle board, 10% binder, 3.5% MF resin, as building waste	CH

¹ Der Schreibfehler stammt aus der Datensatzbezeichnung in der Datenbank und wurde zugunsten der Auffindbarkeit belassen.

Tabelle 8: Hintergrunddaten für die Transporte

UVEK-Datensatz	Region
transport, freight, lorry 16-32 metric ton, fleet average	RER
transport, freight, lorry, fleet average	CH
transport, freight, rail	RER
transport, freight, rail, electricity with shunting	CH

5. VERGLEICH ZUR LETZTEN VERSION DES RECHNERS

Der Vergleich zwischen altem und neuem Rechner ist mit Schwierigkeiten bezüglich der Indikatoren verbunden. Die UBP der Vorgängerversion beziehen sich auf die Ökofaktoren Schweiz 2013, während die UBP in der aktuellen Version mit den Ökofaktoren Schweiz 2021 ausgewiesen werden. Für den Vergleich wurden trotz der methodischen Schwierigkeiten die UBP gewählt, da sie als integrale Betrachtung am besten geeignet sind, Diskrepanzen zwischen den beiden Versionen der Ökobilanzrechner zu erkennen.

Die Daten zur Energiebereitstellung wurden seit der Erstellung des älteren Holzrechners in der zugrundeliegenden UVEK-Datenbank aktualisiert. Die Entsorgungswege wurden in der Hintergrunddatenbank basierend auf der Studie von (Klingler et al., 2019) neu modelliert. Die Ergebnisse im neuen Rechner können auch aus diesem Grund nicht dieselben sein wie im alten Rechner.

Für den Vergleich zwischen altem und neuem Rechner mussten ein paar Einschränkungen in Kauf genommen werden:

- Als Land der Anwendung wurde im neuen Rechner in allen Vergleichen die Schweiz gewählt, weil der alte Rechner keine andere Annahme zulies.
- Die Transporte wurden im alten Rechner jeweils auf 100% Strasse gesetzt, um der geänderten Standardvorgabe im neuen Rechner zu entsprechen.

Für die einzelnen Produktgruppen wurden folgende Eingaben vorgenommen:

- Für Schnittholz wurde für die Holzherkunft 50% Italien und 50% Schweiz eingesetzt. Als Land der Verarbeitung wurde Österreich verwendet.
- Für die Weichfaserplatte wurde die Schweiz als Land der Platten- (100% Schweiz) und Bauteilproduktion angenommen.
- Für Brettschichtholz wurden im neuen Rechner 100% schwedisches Rundholz angenommen, Produktionsland Österreich. Im alten Rechner wurde Schweden als Herkunftsland Rundholz und Österreich als Land für Säge- und Brettschichtholzwerk verwendet.

Die drei Stichproben in Tabelle 9 zeigen, dass die Ergebnisse für Schnittholz sehr ähnlich sind. Die Abweichungen bei der Entsorgung erklären sich durch die in der Hintergrunddatenbank vollständig neu modellierten Entsorgungswege. Da auch die meisten Datensätze für Holz in der Hintergrunddatenbank aktualisiert wurden, seit der ältere Rechner erschien, liegt die Abweichung für UBP Total von 0.3% für Schnittholz im erwarteten Rahmen.

Für Brettschichtholz ist der Wert für UBP Total im alten Rechner 13% kleiner als im neuen Rechner. Ein Blick in die Hintergrunddaten zeigt, dass sich die UBP für den Transport in der UVEK-Datenbank von 268 UBP/tkm auf 241 UBP/tkm reduziert haben. Dies führt zu einem Unterschied von 95'421 UBP zwischen alter und neuer Berechnung. Werden diese zum «UBP Total» des alten Rechners addiert, beträgt der Unterschied noch 3%. Dies liegt im Rahmen des Erwartbaren aufgrund der Datenaktualisierung.

Tabelle 9: Vergleich zwischen neuem und altem Ökobilanzrechner für drei Stichproben

Produktgruppe	Holzprodukt	Rechnerversion	UBP Herstellung	UBP Entsorgung	UBP Total
Schnittholz	Balken Laubholz gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	2024	672'200	42'740	714'900
		2020	693'580	19'004	712'584
Lagenholz	Brettschichtholz	2024	1'492'000	32'580	1'524'000
		2020	1'328'890	43'994	1'372'884
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Weichfaserplatten	2024	135'400	33'770	169'200
		2020	90'231	6'099	96'330

Für die Weichfaserplatten beträgt der Unterschied bei den «UBP Total» zwischen neuem und altem Rechner 43%. Dies ist deutlich mehr als zu erwarten wäre. Zum Vergleich sind die Hintergrunddaten für Weichfaserplatten in den KBOB-Listen der Ökobilanzdaten im Baubereich in der Tabelle 10 aufgeführt. Der Unterschied für die «UBP Total» ist auch zwischen den Datenbanken beträchtlich und beträgt 30%. Der deutlich höhere Ökofaktor für fossiles CO₂ in den UBP 21 im Vergleich zu den UBP 13 dürfte mit ein Grund sein für den grossen Unterschied. Aufgrund der deutlich anderen Modellierung der Prozesse im neuen Rechner werden die restlichen 13% Unterschied daraus erklärt. Eine vertiefte Abklärung der Berechnungswege beider Rechner und deren Unterschiede wurde nicht vorgenommen. Sie wäre sehr umfangreich und würde kaum zu nützlichen Erkenntnissen für den neu erstellten Holzrechner führen.

Tabelle 10: Vergleich der Hintergrunddaten für Weichfaserplatten, wie sie im neuen oder alten Holzrechner verwendet werden

Baumaterial	Bezug	Version Liste	UBP Herstellung	UBP Entsorgung	UBP Total
Weichfaserplatte	kg	2009/1:2022, Version 4	1'170	227	1'400
		2009/1:2016	816	43.6	860

Stattdessen wird zur Plausibilisierung des Ergebnisses im Ökobilanzrechner 2024 die Berechnung für Weichfaserplatten nachfolgend manuell nachgerechnet. Die Berechnungsmatrix für die Berechnung ist in Tabelle 11 abgebildet. Die Transportdistanz berechnet sich aus der Standarddistanz von 150 km * Dichte von 0.148 t/m³ * Materialeinsatzfaktor von 1 = 22.2 tkm/m³. Mit den Daten aus der Hintergrunddatenbank gemäss Tabelle 12 ergibt sich das Ergebnis in Tabelle 13. Für die UBP muss dieses Ergebnis um die nicht dissipative Ressourcennutzung korrigiert werden. Für Weichfaserplatten wird ein Anteil stoffliche Verwertung von 36.6 % gemäss (Klingler et al., 2019) angenommen. Mit dem Faktor von 2.8 UBP/MJ gemäss Methodik der ökologischen Knappheit (Frischknecht et al., 2021) und dem Brennwert von 2950 MJ/m³ ergibt sich die Berechnungsformel: 36.6 % * 2.8 * 2950 = 3023 UBP.

Das manuell nachgerechnete Ergebnis stimmt somit überein mit dem Resultat des Ökobilanzrechners für Holzwerkstoffe.

Tabelle 11: Berechnungsmatrix für Weichfaserplatten mit Plattenwerk und Bauteilproduktion Schweiz

Datensatz UVEK-Datenbank	transport, freight, lorry, fleet average – CH [tkm]	fibreboard soft, at plant (u=7%) – CH [m³]	disposal, fibreboard soft, as building waste – CH [kg]
Herstellung	22.2	1	0
Transporte Rundholz	22.2	0	0
Entsorgung	0	0	148
Ressourcenkorrektur UBP	0	1	0

Tabelle 12: LCIA-Faktoren der Datensätze, die für die Berechnung verwendet werden

Datensatz UVEK-Datenbank	transport, freight, lorry, fleet average – CH [tkm]	fibreboard soft, at plant (u=7%) – CH [m³]	disposal, fibre- board soft, as building waste - CH	Einheit
Ecological Scarcity 2021, categories, res. cor.	241.2	127'734	228.2	UBP

Tabelle 13: Resultat der Ökobilanz in UBP

Resultat Ökobilanz	Ecological Scarcity 2021, categories, res. cor.
Resultat ohne Ressourcenkorrektur	172'212
Ressourcenkorrektur	-3023
Resultat mit Ressourcenkorrektur	169'189

6. FAZIT REVIEW

Der Ökobilanzrechner wurde mit dem zugehörigen Hintergrundbericht von Rolf Frischknecht einem Review unterzogen. Rolf Frischknecht ist der Geschäftsführer der Plattform Ökobilanzdaten im Baubereich, die auch die KBOB-Liste der Ökobilanzdaten im Baubereich veröffentlicht. In seinem Review kam er im September 2024 zu folgendem Fazit:

«Die Implementierung der Berechnungen ist sorgfältig gemacht und Eingabe wie auch Ergebnisdarstellung sind systematisch und sehr übersichtlich. Bei einer stichprobenartigen Prüfungen und beim Nachvollziehen der Berechnungsweise in der finalen Fassung wurden keine Fehler entdeckt.

Im Rechner werden die Originaldatensätze der KBOB/ecobau-Liste näherungsweise nachgebildet. Die in der KBOB/ecobau-Liste gezeigten Umweltkennwerte der einzelnen Positionen können deshalb mit dem Rechner nicht reproduziert werden. Hauptgrund sind die komplexen und detaillierten Prozessketten der ursprünglichen Produktsysteme in den UVEK Ökobilanzdaten DQRv2:2022 und die der Praktikabilität geschuldeten Vereinfachungen im Holzrechner.

Beispielsweise konnte nicht immer das Transportmittel der Original-Datensätze eingesetzt werden für die Ermittlung der (individuellen) transportbedingten Umweltbelastungen. Das führt zu geringen Abweichungen. Diese Abweichungen schmälern den Wert des Rechners in keiner Weise.

Bei den Umweltindikatoren fehlen die Teilindikatoren «stofflich»/«energetisch» für die Primärenergie. Da diese Indikatoren Teil der KBOB/ecobau-Liste sind, wird empfohlen, die Ergebnisdarstellung entsprechend zu ergänzen.

Bei den Brennstoffen könnten anstelle der Entsorgung die Umweltauswirkungen ihres Einsatzes in Feuerungen (Verbrennungsemissionen) dargestellt werden.

Der vorliegende Holzrechner ist KBOB/ecobau-konform, und zwar sowohl bezüglich Hintergrunddaten wie auch bezüglich Modellierungsgrundsätzen.»

7. REFERENZEN

R. Frischknecht, L. Krebs, F. Dinkel, T. Kägi, C. Stettler & M. Zschokke (2021) *Ökofaktoren Schweiz 2021 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit*. Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU), öbu.

IPCC (2013) *CLIMATE CHANGE 2013 - The Physical Science Basis* (Contribution of Working Group I). Intergovernmental Panel on Climate Change.

KBOB, eco-bau, & IPB (2022a) *Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1:2022 Version 4*. Bern: Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, Fellerstrasse 21, 3003 Bern.

KBOB, ecobau, & IPB (30. November 2022b) *Regeln für die Ökobilanzierung von Baustoffen und Bauprodukten in der Schweiz* (Version 6.0). Bern.

M. Klingler & D. Savi (2019) *Harmonisierte Ökobilanzen der Entsorgung von Baustoffen - Für die Liste der Ökobilanzdaten im Baubereich*. Bern: Bundesamt für Umwelt.

L. Ramseier & R. Frischknecht (15. Juni 2020) *Hintergrundbericht Holzrechner*. Uster: treeze Ltd.

F. Werner (6. März 2017) *Background report for the life cycle inventories of wood and wood based products for updates of ecoinvent 2.2*. Environment & Development, Idaplatz 3, CH-8003 Zurich.

A.1.1 Prozessketten des Holzrechners

Tabelle 14: Im Rechner hinterlegte Prozessketten für alle Auswahlmöglichkeiten mit zugeordnetem UVEK-Datensatz

Produktgruppe	Holzprodukt	Holzverarbeitung	Region	Bezugsdatensatz aus UVEK-Datenbestand
Schnittholz	Balken Laubholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	CH	sawnwood, beam, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Balken Laubholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	CH	sawnwood, beam, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Balken Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	CH	sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH
Schnittholz	Balken Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH
Schnittholz	Balken Laubholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, beam, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH

Produktgruppe	Holzprodukt	Holzverarbeitung	Region	Bezugsdatensatz aus UVEK-Datenbestand
Schnittholz	Balken Laubholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	RER	sawnwood, beam, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER
Schnittholz	Balken Laubholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	RER	sawnwood, beam, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER
Schnittholz	Balken Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	RER	sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - RER
Schnittholz	Balken Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER
Schnittholz	Balken Laubholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, beam, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER
Schnittholz	Balken Nadelholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, beam, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH
Schnittholz	Balken Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH
Schnittholz	Balken Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	CH	sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH
Schnittholz	Balken Nadelholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	CH	sawnwood, beam, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Balken Nadelholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	CH	sawnwood, beam, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Balken Nadelholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, beam, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER
Schnittholz	Balken Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER
Schnittholz	Balken Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	RER	sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - RER
Schnittholz	Balken Nadelholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	RER	sawnwood, beam, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER

Produktgruppe	Holzprodukt	Holzverarbeitung	Region	Bezugsdatensatz aus UVEK-Datenbestand
Schnittholz	Balken Nadelholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	RER	sawnwood, beam, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER
Schnittholz	Bretter Laubholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, board, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH
Schnittholz	Bretter Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH
Schnittholz	Bretter Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	CH	sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH
Schnittholz	Bretter Laubholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	CH	sawnwood, board, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Bretter Laubholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	CH	sawnwood, board, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Bretter Laubholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, board, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER
Schnittholz	Bretter Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER
Schnittholz	Bretter Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	RER	sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - RER
Schnittholz	Bretter Laubholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	RER	sawnwood, board, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER
Schnittholz	Bretter Laubholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	RER	sawnwood, board, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER
Schnittholz	Bretter Nadelholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, board, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH
Schnittholz	Bretter Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, board, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH
Schnittholz	Bretter Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	CH	sawnwood, board, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH

Produktgruppe	Holzprodukt	Holzverarbeitung	Region	Bezugsdatensatz aus UVEK-Datenbestand
Schnittholz	Bretter Nadelholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	CH	sawnwood, board, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Bretter Nadelholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	CH	sawnwood, board, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Bretter Nadelholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, board, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER
Schnittholz	Bretter Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, board, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER
Schnittholz	Bretter Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	RER	sawnwood, board, softwood, raw, dried (u=10%), at sawmill - RER
Schnittholz	Bretter Nadelholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	RER	sawnwood, board, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER
Schnittholz	Bretter Nadelholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	RER	sawnwood, board, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER
Schnittholz	Latten Laubholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, lath, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH
Schnittholz	Latten Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH
Schnittholz	Latten Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	CH	sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH
Schnittholz	Latten Laubholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	CH	sawnwood, lath, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Latten Laubholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	CH	sawnwood, lath, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Latten Laubholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, lath, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER
Schnittholz	Latten Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER

Produktgruppe	Holzprodukt	Holzverarbeitung	Region	Bezugsdatensatz aus UVEK-Datenbestand
Schnittholz	Latten Laubholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	RER	sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - RER
Schnittholz	Latten Laubholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	RER	sawnwood, lath, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER
Schnittholz	Latten Laubholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	RER	sawnwood, lath, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER
Schnittholz	Latten Nadelholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, lath, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH
Schnittholz	Latten Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	CH	sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH
Schnittholz	Latten Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	CH	sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH
Schnittholz	Latten Nadelholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	CH	sawnwood, lath, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Latten Nadelholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	CH	sawnwood, lath, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH
Schnittholz	Latten Nadelholz	sägerau, luftgetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, lath, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER
Schnittholz	Latten Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=20%)	RER	sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER
Schnittholz	Latten Nadelholz	sägerau, kammergetrocknet (u=10%)	RER	sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - RER
Schnittholz	Latten Nadelholz	gehobelt, kammergetrocknet, (u=10%)	RER	sawnwood, lath, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER
Schnittholz	Latten Nadelholz	gehobelt, getrocknet, (u=20%)	RER	sawnwood, lath, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Weichfaserplatten		CH	fibreboard soft, at plant (u=7%)

Produktgruppe	Holzprodukt	Holzverarbeitung	Region	Bezugsdatensatz aus UVEK-Datenbestand
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Weichfaserplatten		RER	fibreboard, soft, from wet & dry processes, at plant - RER
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Spanplatten, beschichtet		CH	particleboard 18 mm, average glue mix, melamine faced, at regional storage - CH
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Spanplatten, beschichtet		RER	particleboard 18 mm, average glue mix, melamine faced, at regional storage - CH
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Spanplatten, unbeschichtet		CH	particleboard, average glue mix, uncoated, at plant - RER
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Spanplatten, unbeschichtet		RER	particleboard, average glue mix, uncoated, at plant - RER
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Röhrenspanplatten		CH	Tubular particleboard, at plant - RER
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Röhrenspanplatten		RER	Tubular particleboard, at plant - RER
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Furniersperrholz		CH	Plywood, hardwood veneer, UF-bonded, at plant - RER
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Furniersperrholz		RER	Plywood, hardwood veneer, UF-bonded, at plant - RER
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Sperrholz, Aussenanwendung		CH	plywood, outdoor use, at plant - RER
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Sperrholz, Aussenanwendung		RER	plywood, outdoor use, at plant - RER

Produktgruppe	Holzprodukt	Holzverarbeitung	Region	Bezugsdatensatz aus UVEK-Datenbestand
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Sperrholz, Innenanwendung		CH	plywood, indoor use, at plant - RER
Weichfaser-, Spanplatten, Sperrholz	Sperrholz, Innenanwendung		RER	plywood, indoor use, at plant - RER
Lagenholz	Brettschichtholz		CH	Glued laminated timber, average glue mix, at plant - CH
Lagenholz	Brettschichtholz		RER	Glued laminated timber, average glue mix, at plant - RER
Lagenholz	Brettsperrholz		RER	Cross-laminated timber, average glue mix, at plant - RER (sic!)
Lagenholz	Drei- oder Fünfschichtplatte		CH	Three- and five-layered board, at plant - RER
Lagenholz	Drei- oder Fünfschichtplatte		RER	Three- and five-layered board, at plant - RER
Lagenholz	Balkenschichtholz		CH	Glued solid timber, average glue mix, at plant - CH
Lagenholz	Balkenschichtholz		RER	Glued solid timber, average glue mix, at plant - RER
Stückholz als Energieholz	Laubholz		CH	cleft timber, hardwood, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH
Stückholz als Energieholz	Nadelholz		CH	cleft timber, softwood, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH
Stückholz als Energieholz	Gemischt		CH	cleft timber, production mix, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH
Stückholz als Energieholz	Laubholz		RER	cleft timber, hardwood, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH
Stückholz als Energieholz	Nadelholz		RER	cleft timber, softwood, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH
Stückholz als Energieholz	Gemischt		RER	cleft timber, production mix, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - RER

Produktgruppe	Holzprodukt	Holzverarbeitung	Region	Bezugsdatensatz aus UVEK-Datenbestand
Holz-schnitzel	Laubholz ab Wald		CH	wood chips, hardwood, wet, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH
Holz-schnitzel	Laubholz ab Sägewerk		CH	wood chips, hardwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - CH
Holz-schnitzel	Nadelholz ab Wald		CH	wood chips, softwood, wet, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH
Holz-schnitzel	Nadelholz ab Sägewerk		CH	wood chips, softwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - CH
Holz-schnitzel	Gemischt ab Wald (50:50)		CH	wood chips, softwood / hardwood, wet, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH
Holz-schnitzel	Gemischt ab Sägewerk (50:50)		CH	wood chips, softwood / hardwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - CH
Holz-schnitzel	Laubholz ab Wald		RER	wood chips, hardwood, wet, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH
Holz-schnitzel	Laubholz ab Sägewerk		RER	wood chips, hardwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - RER
Holz-schnitzel	Nadelholz ab Wald		RER	wood chips, softwood, wet, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH
Holz-schnitzel	Nadelholz ab Sägewerk		RER	wood chips, softwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - RER
Holz-schnitzel	Gemischt ab Wald (50:50)		RER	wood chips, softwood / hardwood, wet, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH
Holz-schnitzel	Gemischt ab Sägewerk (50:50)		RER	wood chips, softwood / hardwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - RER
Holzpellets			CH	wood pellet, measured as dry mass, at plant - RER
Holzpellets			RER	wood pellet, measured as dry mass, at plant - RER

A.1.2 Materialeinsatzfaktoren

Tabelle 15: Materialeinsatzfaktoren für die dynamische Modellierung der Prozessketten

Bezugsdatensatz	m ³ Rundholz / m ³ Produkt	m ³ Stufe 1 / m ³ Produkt	m ³ Stufe 2 / m ³ Produkt
sawnwood, beam, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH	1.737351	1.1445	1.05
sawnwood, beam, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH	1.65291984	1.08888	1.047
sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH	1.65462	1.09	1
sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH	1.57872	1.04	1
sawnwood, beam, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH	1.57872	1.04	1
sawnwood, beam, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER	1.73964	1.1445	1.05
sawnwood, beam, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER	1.6550976	1.08888	1.047
sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - RER	1.6568	1.09	1
sawnwood, beam, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER	1.5808	1.04	1
sawnwood, beam, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER	1.5808	1.04	1
sawnwood, beam, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH	1.56	1.04	1
sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH	1.56	1.04	1
sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH	1.635	1.09	1
sawnwood, beam, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH	1.7004	1.1336	1.04
sawnwood, beam, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH	1.6302	1.0868	1.045
sawnwood, beam, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER	1.56	1.04	1
sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER	1.56	1.04	1
sawnwood, beam, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - RER	1.635	1.09	1

Bezugsdatensatz	m³ Rundholz / m³ Produkt	m³ Stufe 1 / m³ Produkt	m³ Stufe 2 / m³ Produkt
sawnwood, beam, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER	1.7004	1.1336	1.04
sawnwood, beam, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER	1.6302	1.0868	1.045
sawnwood, board, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH	1.57872	1.04	1
sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH	1.57872	1.04	1
sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH	1.65462	1.09	1
sawnwood, board, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH	1.7869896	1.1772	1.08
sawnwood, board, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH	1.697124	1.118	1.075
sawnwood, board, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER	1.5808	1.04	1
sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER	1.5808	1.04	1
sawnwood, board, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - RER	1.6568	1.09	1
sawnwood, board, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER	1.789344	1.1772	1.08
sawnwood, board, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER	1.7088448	1.12424	1.081
sawnwood, board, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH	1.56	1.04	1
sawnwood, board, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH	1.56	1.04	1
sawnwood, board, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH	1.635	1.09	1
sawnwood, board, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH	1.7658	1.1772	1.08
sawnwood, board, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH	1.68012	1.12008	1.077
sawnwood, board, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER	1.56	1.04	1
sawnwood, board, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER	1.56	1.04	1
sawnwood, board, softwood, raw, dried (u=10%), at sawmill - RER	1.635	1.09	1

Bezugsdatensatz	m ³ Rundholz / m ³ Produkt	m ³ Stufe 1 / m ³ Produkt	m ³ Stufe 2 / m ³ Produkt
sawnwood, board, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER	1.7658	1.1772	1.08
sawnwood, board, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER	1.68012	1.12008	1.077
sawnwood, lath, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH	1.57872	1.04	1
sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH	1.57872	1.04	1
sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH	1.65462	1.09	1
sawnwood, lath, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH	1.8366282	1.2099	1.11
sawnwood, lath, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH	1.7460643 2	1.15024	1.106
sawnwood, lath, hardwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER	1.5808	1.04	1
sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER	1.5808	1.04	1
sawnwood, lath, hardwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - RER	1.6568	1.09	1
sawnwood, lath, hardwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER	1.839048	1.2099	1.11
sawnwood, lath, hardwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER	1.7515264	1.15232	1.108
sawnwood, lath, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - CH	1.56	1.04	1
sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - CH	1.56	1.04	1
sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - CH	1.635	1.09	1
sawnwood, lath, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - CH	1.7985	1.199	1.1
sawnwood, lath, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - CH	1.72068	1.14712	1.103
sawnwood, lath, softwood, raw, air dried (u=20%), at sawmill - RER	1.56	1.04	1
sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=20%), at sawmill - RER	1.56	1.04	1
sawnwood, lath, softwood, raw, kiln dried (u=10%), at sawmill - RER	1.635	1.09	1

Bezugsdatensatz	m ³ Rundholz / m ³ Produkt	m ³ Stufe 1 / m ³ Produkt	m ³ Stufe 2 / m ³ Produkt
sawnwood, lath, softwood, dried (u=10%), planed, at sawmill - RER	1.7985	1.199	1.1
sawnwood, lath, softwood, dried (u=20%), planed, at sawmill - RER	1.72068	1.14712	1.103
fibreboard soft, at plant (u=7%)	1	1	1
fibreboard, soft, from wet & dry processes, at plant - RER	1	1	1
particleboard 18 mm, average glue mix, melamine faced, at regional storage - CH	1	1	1
particleboard, average glue mix, uncoated, at plant - RER	1	1	1
Tubular particleboard, at plant - RER	1	1	1
Plywood, hardwood veneer, UF-bonded, at plant - RER	1	1	1
plywood, outdoor use, at plant - RER	2.7	1	1
plywood, indoor use, at plant - RER	2.7	1	1
Glued laminated timber, average glue mix, at plant - CH	2.08299	1.38866	1.274
Glued laminated timber, average glue mix, at plant - RER	2.021556	1.151704	1.052
Cross-laminated timber, average glue mix, at plant - RER	2.136904	1.463	1
Three- and five-layered board, at plant - RER	2.457899	0.205266	0.1822
Glued solid timber, average glue mix, at plant - CH	2.0821725	1.388115	1.2735
Glued solid timber, average glue mix, at plant - RER	2.10518	1.16412	1.068
cleft timber, hardwood, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH	1	1	1
cleft timber, softwood, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH	1	1	1
cleft timber, production mix, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH	1	1	1
cleft timber, production mix, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - RER	1	1	1
wood chips, hardwood, wet, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH	1	1	1
wood chips, hardwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - CH	1	1	1

Bezugsdatensatz	m ³ Rundholz / m ³ Produkt	m ³ Stufe 1 / m ³ Produkt	m ³ Stufe 2 / m ³ Produkt
wood chips, softwood, wet, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH	1	1	1
wood chips, softwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - CH	1	1	1
wood chips, softwood / hardwood, wet, sustainable forest management, measured as dry mass, at forest road - CH	1	1	1
wood chips, softwood / hardwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - CH	1	1	1
wood chips, hardwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - RER	1	1	1
wood chips, softwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - RER	1	1	1
wood chips, softwood / hardwood, wet, measured as dry mass, at sawmill - RER	1	1	1
wood pellet, measured as dry mass, at plant - RER	1	1	1