EPD - ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

UMWELT-PRODUKTDEKLARATION nach ISO 14025 und EN 15804+A2

EIGENTÜMER UND HERAUSGEBER	Bau EPD GmbH, A-1070 Wien, Seidengasse 13/3, www.bau-epd.at
PROGRAMMBETREIBER	Bau EPD GmbH, A-1070 Wien, Seidengasse 13/3, www.bau-epd.at
DEKLARATIONSINHABER	Tiroler Rohre GmbH
DEKLARATIONSNUMMER	BAU-EPD-TRM-2026-011-ECOINVENT-GusseisenFormstückebeschichtet
AUSSTELLUNGSDATUM	01.07.2026
GÜLTIG BIS	01.07.2031
ANZAHL DER DATENSÄTZE	1
ENERGIE MIX ANSATZ	MARKTORIENTIERTER ANSATZ (MARKET BASED APPROACH)

Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme aus duktilem Gusseisen

Tiroler Rohre GmbH

Inhaltsverzeichnis des Projektberichts

1 Allgemeine Angaben ... 3

2 Produkt ... 4

2.1 Allgemeine Produktbeschreibung ... 4
2.2 Anwendung ... 6
2.3 Produktrelevante Normen, Regelwerke und Vorschriften ... 7
2.4 Technische Daten ... 7
2.5 Grundstoffe / Hilfsstoffe ... 8
2.6 Herstellungsprozess ... 9
2.7 Verpackung ... 10
2.8 Lieferzustand ... 10
2.9 Transporte zur Baustelle ... 10
2.10 Errichtungsphase / Installation ... 10
2.11 Nutzungsphase ... 11
2.12 Referenznutzungsdauer (RSL) ... 11
2.13 Entsorgungsphase ... 11
2.14 Weitere Informationen ... 11

3 LCA: Rechenregeln ... 12

3.1 Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit ... 12
3.2 Systemgrenze ... 12
3.3 Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus ... 16
3.4 Abschätzungen und Annahmen ... 17
3.5 Abschneideregeln ... 17
3.6 Allokation ... 17
3.7 Vergleichbarkeit ... 18

4 LCA: Szenarien und weitere technische Informationen ... 19

4.1 A1-A3 Herstellungsprozess ... 19
4.2 A4-A5 Errichtungsphase/Installation ... 19
4.3 B1-B7 Nutzungsphase ... 20
4.4 C1-C4 Entsorgungsphase ... 20
4.5 D Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial ... 22

5 Angaben zur Datenqualität und Datenauswahl gemäß EN 15941 ... 23

5.1 Grundlagen zur Beschreibung der Datenqualität ... 23
5.2 Beschreibung der zeitlichen, geografischen und technologischen Repräsentativität der Produktdaten ... 23
5.3 Erläuterungen zur Durchschnittsbildung ... 24
5.4 Bewertung der Datenqualität der Sachbilanzdaten ... 24

6 LCA: Ergebnisse ... 25

7 LCA: Interpretation ... 28

8 Literaturhinweise ... 30

9 Verzeichnisse und Glossar ... 30

9.1 Abbildungsverzeichnis ... 30
9.2 Tabellenverzeichnis ... 30
9.3 Abkürzungen ... 31

1 Allgemeine Angaben

Produktbezeichnung Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme aus duktilem Gusseisen	**Deklariertes Bauprodukt / Deklarierte Einheit** 1 Tonne Formstück für VRS®-T-Rohrsysteme aus duktilem Gusseisen **Anzahl der Datensätze in diesem EPD-Dokument: 1** **Gültigkeitsbereich** Die EPD gilt für Formstücke mit Epoxy-Pulverbeschichtung für VRS®-T-Rohrsysteme des Werks Hall in Tirol der Firma Tiroler Rohre GmbH. Die Formstücke werden von der FRISCHHUT GmbH & Co.KG (Bayern, Deutschland) gegossen und unbeschichtet an die Tiroler Rohre GmbH (Hersteller der VRS®-T-Rohrsysteme) geliefert, wo die Formstücke dann beschichtet werden. Für die Anwendung notwendige Zubehöre (z.B. Dichtung) variieren stark in Abhängigkeit der Ausführung der Formstücke (z.B. Überschubmuffe, Muffenbogen, Flanschmuffenstück, Muffenverschlussstopfen – siehe 2.1 Allgemeine Produktbeschreibung, Abbildung 1 bis Abbildung 3) und werden in der EPD deshalb nicht berücksichtigt. Die EPD bzw. die darin bewertete Produktionstechnologien sind repräsentativ für die Produktion der Formstücke im Werk Hall in Tirol der Tiroler Rohre GmbH (TRM). **Ziel der Studie** Die vorliegende Ökobilanz dient als Grundlage für die Ausstellung einer Umweltdeklaration (EPD). Die Resultate sind dafür vorgesehen, in einer EPD veröffentlicht zu werden. Die Daten sind für eine EPD zur „business-to-business“ (B2B) Kommunikation vorgesehen.
Deklarationsnummer BAU-EPD-TRM-2026-011-ECOINVENT-GusseisenFormstückebeschichtet	
Deklarationsdaten ☒ Spezifische Daten ☐ Durchschnittsdaten	
Deklarationsbasis MS-HB Version 8.0.0 vom 19.02.2026 Name der PKR: Bauprodukte aus Gusseisen PKR-Code 2.16.8, Version 14.0 vom 19.02.2026 (PKR geprüft u. zugelassen durch das unabhängige PKR-Gremium) Inhalts- und Formatvorlage M-13A2 bzw. M-14A2, Version 9.0 vom 25.02.2025 Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine Haftung der Bau EPD GmbH in Bezug auf Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.	
Deklarationsart lt. EN 15804 Von der Wiege bis zur Bahre mit Modul D (Module A+B+C+D) LCA-Methode: Cut-off by classification	**Datenbank, Software, Version** ecoinvent 3.11 **Charakterisierungsfaktoren:** Joint Research Center, EF 3.1
Ersteller der Ökobilanz floGeco GmbH Hinteranger 61d 6161 Natters Österreich	**Die Europäische Norm EN 15804:2012+A2:2019+AC2021 dient als Kern-PKR.** **Unabhängige Verifizierung der Deklaration nach EN ISO 14025:2010** ☐ intern ☒ extern **Verifiziererin 1:** Dipl.-Ing. (FH) Angela Schindler **Verifizierer 2:** Dipl.-Ing. Roman Smutny
Deklarationsinhaber Tiroler Rohre GmbH Innsbrucker Straße 51 6060 Hall in Tirol Österreich	**Eigentümer, Herausgeber und Programmbetreiber** Bau EPD GmbH Seidengasse 13/3 1070 Wien Österreich

DI (FH) DI DI Sarah Richter
Leitung Konformitätsbewertungsstelle

Dipl.-Ing. (FH) Angela Schindler
Verifiziererin

Dipl.-Ing. Roman Smutny
Verifizierer

Information: EPD-Ergebnisse der gleichen Produktgruppe aus verschiedenen Programmbetrieben müssen nicht zwingend vergleichbar sein.

2 Produkt

2.1 Allgemeine Produktbeschreibung

Die betrachteten Formstücke sind längskraftschlüssige Verbindungen für VRS®-T-Rohrsysteme der Tiroler Rohre GmbH (TRM). Die Formstücke werden von der FRISCHHUT GmbH & Co.KG im Werk Neumarkt St. Veit (Landkreis Mühldorf, Bayern, Deutschland) gegossen und unbeschichtet in das Werk Hall in Tirol der Tiroler Rohre GmbH (Hersteller der VRS®-T-Rohrsysteme) geliefert, wo die Formstücke dann beschichtet werden. Die Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme werden in verschiedenen Dimensionen (Rohrdurchmesser DN 80 bis DN 600) bzw. Ausführungen (Überschubmuffe (kurz/ lang), Muffenbogen, Doppelmuffenbogen, Muffenstück, Doppelmuffenstück, Anschlussstück, Flanschmuffenstück, Einflanschstück, Kurzstück, Doppelmuffenübergangsstück, Muffenverschlussstopfen, Spitzendverschlusskappe, Fußbogen, Hydrantenfußbogen, Blindflansch) und deshalb mit unterschiedlichen Stückgewichten hergestellt. In dieser EPD erfolgt eine Betrachtung von 1 Tonne eines durchschnittlichen Formstücks für VRS®-T-Rohrsysteme, was die proportionale Bewertung von spezifischen Formstücken über das Stückgewicht ermöglichen soll. Abbildung 1, Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen den Auszug aus dem Produktkatalog der Tiroler Rohre GmbH für duktile Formstück mit VRS®-T-Verbindung.

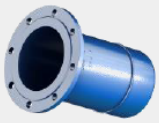
Symbolbild	Sinnbild	Bezeichnung	Kurzbezeichnung
		Flanschmuffenstück	EU
		Einflanschstück	F
		Kurzstück mit Schweißraupe	GDR
		Überschubmuffe	U (kurz)
		Überschubmuffe (lang)	U (lang)

Abbildung 1: Auszug Teil 1 – Produktkatalog Tiroler Rohre GmbH – Duktile Formstücke mit VRS®-T Verbindung

Symbolbild	Sinnbild	Bezeichnung	Kurzbezeichnung
		Muffenbogen 11 ¼° Muffenbogen 22 ½° Muffenbogen 30° Muffenbogen 45°	MK 11 MK 22 MK 30 MK 45
		Doppelmuffenbogen 11 ¼° Doppelmuffenbogen 22 ½° Doppelmuffenbogen 30° Doppelmuffenbogen 45° Doppelmuffenbogen 90°	MMK 11 MMK 22 MMK 30 MMK 45 MMQ 90
		Muffenstück mit Muffenabzweiger	MB
		Doppelmuffenstück mit Muffenabzweiger	MMB
		Doppelmuffenstück mit Flanschabzweiger	MMA
		Doppelmuffenübergangsstück (Reduktion)	MMR
		Anschlusstück mit 2“-Innengewinde	A

Abbildung 2: Auszug Teil 2 – Produktkatalog Tiroler Rohre GmbH – Duktile Formstücke mit VRS®-T Verbindung

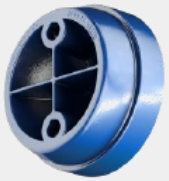
Symbolbild	Sinnbild	Bezeichnung	Kurzbezeichnung
		Muffenverschlussstopfen mit 2“-Innengewinde	P
		Spitzendverschlusskappe mit 2“-Innengewinde	O
		Fußbogen 90°	EN
		Hydrantenfußbogen Mit Außengewinde	ENH
		Anbohrschelle	ABS
		Blindflansch mit und ohne 2“-Innengewinde	X

Abbildung 3: Auszug Teil 3 – Produktkatalog Tiroler Rohre GmbH – Duktile Formstücke mit VRS®-T Verbindung

2.2 Anwendung

VRS®-T-Formstücke sind längskraftschlüssige Verbindungen für VRS®-T-Rohrsysteme nach ÖNORM EN 545:2011. Die Formstücke werden von der FRISCHHUT GmbH & Co.KG gegossen und unbeschichtet an die Tiroler Rohre GmbH ausgeliefert, welche die Formstücke beschichtet. VRS®-T-Rohrsysteme werden hauptsächlich zur Trinkwasserversorgung bzw. für Feuerlöschleitungen, Beschneiungsanlagen und Turbinenleitungen eingesetzt.

2.3 Produktrelevante Normen, Regelwerke und Vorschriften

Tabelle 1: Produktrelevante Regelwerke

Regelwerk	Titel
ÖNORM EN 545	Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen - Anforderungen und Prüfverfahren
EN 14901-1	Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen - Anforderungen und Prüfverfahren für organische Beschichtungen von Formstücken und Zubehörteilen aus duktilem Gusseisen - Teil 1: Epoxidharzbeschichtung (für erhöhte Beanspruchung)
ÖNORM B 2599-1	Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen Teil 1: Verwendung für Wasserleitungen
ÖNORM B 2597	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen für Wasser-, Abwasser- und Gasleitungen - Steckmuffenverbindung mit Längszugsicherung Anforderungen und Prüfungen
ÖNORM B 2560	Duktile Gussrohre — Deckbeschichtung aus Polyurethan-, Epoxid- oder Acrylmaterialien Anforderungen und Prüfverfahren

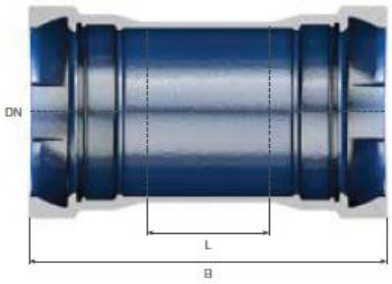
2.4 Technische Daten

Tabelle 2: Werkstoffkennwerte Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme

Die Werkstoffkennwerte beziehen sich auf die von der Firma FRISCHHUT GmbH & Co.KG hergestellten (Roh-)Gusskomponenten.

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte Gusseisen	7100	kg/m³
Mindestzugfestigkeit	≥ 420	MPa
Proportionalitätsgrenze, 0,2 %-Dehngrenze ($R_{p0,2}$)	≥ 300	MPa
Mindestbruchdehnung	≥ 5	%
Maximale Brinellhärte	≤ 250	HB
Mittlerer thermischer Längenausdehnungskoeffizient	$12,5*10^{-6}$	m/m*K
Wärmeleitfähigkeit	0,352	W/cm*K

Abbildung 4 zeigt beispielhafte technische Daten für die Überschubmuffe VRS®-T U-Stück (kurz). Weitere technische Daten zu den spezifischen Formstücken für VRS®-T-Rohrsysteme können in den entsprechenden Produktkatalogen der Tiroler Rohre GmbH eingesehen werden (Produktkataloge werden auf Anfrage von der Tiroler Rohre GmbH bereitgestellt).



VRS®-T U-Stück (kurz)

Überschubmuffe

Überschiebbares Doppelmuffenformstück für den Zusammenschluss einer Leitung aus duktilem Gusseisen nach ÖNORM EN 545 sowie Werksnorm. VRS®-T Verbindung nach ÖNORM B 2597. Epoxidharzbeschichtung nach ÖNORM EN 14 901 und RAL-GZ 662.

- ⚠ Zur leichteren Verschiebbarkeit bei der Montage TYTON® Dichtringe verwenden.
- ⚠ TYTON® Dichtringe werden mitgeliefert und dürfen nicht mit den VRS®-T Dichtringen verwechselt werden.
- ⚠ Die Einbauanleitung für Klemmring Verbindungen ist zu beachten!

DN	Artikel Nr.	Maße [mm][a]		PFA [bar]	Masse [kg]
		L	B		
80	106080650	161	415	100	12,5
100	106080651	160	430	100	17,0
125	106080652	174	460	100	22,5
150	106080653	180	480	100	30,5
200	106080654	180	500	100	42,5
250	106080655	190	520	100	65,0
300	106089656	200	540	85[1]	96,0
400[b]	106081174	340	720	63	175,0
500[b]	106081175	320	720	50	258,3
[a] nach EN 545 | B 2597 | Werksnorm		[b] HD-Muffe		[1] PFA 100 nach Rücksprache mit Anwendungstechnik möglich.	

Abbildung 4: Technische Daten Überschubmuffe U für VRS-T-Rohrsysteme

2.5 Grundstoffe / Hilfsstoffe

Tabelle 3: Grundstoffe in Masse-%

Formstück	Guss	EWS-Beschichtung[1)]
Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme	98,7%	1,3%

[1)] Epoxy-Pulverbeschichtung aus Epoxidharz sowie entsprechenden Härtungsmitteln, Additiven, Füllstoffen und Pigmenten

Die Formstücke werden von der FRISCHHUT GmbH & Co.KG gegossen und unbeschichtet in das Werk Hall in Tirol der Tiroler Rohre GmbH geliefert, wo die Formstücke dann beschichtet werden. Für die Betrachtung der Gussherstellung werden in dieser EPD die Ergebnisse für unbeschichtete Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme aus der EPD der FRISCHHUT GmbH & Co.KG herangezogen (Referenzjahr 2022). Tabelle 4 zeigt die Grundstoffe der von der FRISCHHUT GmbH & Co.KG im Jahr im Jahr 2022 erzeugten, unbeschichteten Formstücke.

Die Tiroler Rohre GmbH spricht hinsichtlich des Massenverhältnisses Guss zu Beschichtung von sehr geringen Abweichungen (im µ-Bereich), weil sämtliche Formstücke im Werk prinzipiell mit derselben Beschichtungsmenge pro Tonne Formstück konstruiert, kalkuliert und gerechnet werden. Dieses Verhältnis wird über einen automatisierten Prozess (Beschichtungsroboter) für jedes Produkt entsprechend umgesetzt.

Tabelle 4: Grundstoffe Guss in Masse-% (FRISCHHUT GmbH & Co.KG)

Bestandteile:	**Massen-%**
Eisen [1)]	ca. 94,1 %
Kohlenstoff [2)]	ca. 3,9 %
Silizium [3)]	ca. 1,5 %
Eisenbegleitelemente [4)]	ca. 0,5 %

[1)] Eisen aus Stahlschrott, Roheisen, Kreislaufmaterial bzw. Ausschuss-Teile und Späne

[2)] Kohlenstoff aus Aufkohlungsmittel (Elektrodengrafit)

[3)] Silizium wird in Form von SiC-Granulat und Ferrosilizium zugegeben. Außerdem gibt es einen entsprechenden Input aus dem Kreislaufmaterial und dem Schrott-Input.

[4)] Eisenbegleitelemente sind in unterschiedlichen, kleinen Mengen (<<1 %) im eingesetzten Stahlschrott vorhanden bzw. stammen aus dem Magnesium- und Kupfer-Input in der Behandlungspfanne

Die in der Produktion angewandten Hilfsstoffe werden in 2.6 in den jeweiligen Herstellungsphasen angesprochen.

2.6 Herstellungsprozess

Die Formstücke werden von der FRISCHHUT GmbH & Co.KG im Werk Neumarkt St. Veit gegossen und an den Hersteller der VRS®-T-Rohrsysteme (Tiroler Rohre GmbH) ausgeliefert, der die Formstücke beschichtet.

Herstellung unbeschichtete Formstücke (FRISCHHUT GmbH & Co.KG):

Vorab zum Schmelzen werden in den Formanlagen die Formen und Kerne für die herzustellenden Gusskomponenten geformt (mit Hilfe der Hilfsstoffe Kern- und Formsand, siehe Abbildung 5 "Herstellung der Formen und Kerne"). Die Rohstoffe (Stahlschrott, Roheisen, Kreislaufmaterial und SiC-Granulat) für das Gusseisen werden (inkl. Aufkohlungsmittel (Elektrodengraphit) und Impflegierung (Ferrosilizium) – diese teilen sich dann auf die Grundstoffe Eisen, Kohlenstoff und Silizium auf) im Werk Neumarkt St. Veit in 2 Mittelfrequenz-Induktionsschmelzöfen (2 x 5 t) aufgeschmolzen (in Abbildung 5 "Aufschmelzen der Rohstoffe"). Die Vorbehandlung vor dem Gießvorgang (mit Propangas (Wärme), Magnesium, Kupfer (beides Grundstoffe – Eisenbegleitelemente), Ferrosilizium (Grundstoff) und Schlackenbinder (Hilfsstoff)) findet in einer Behandlungspfanne (Gießpfanne) statt (in Abbildung 5 nicht dargestellt – liegt zwischen "Aufschmelzen der Rohstoffe" und "Abgießen des flüssigen Eisens). Das Gießen der betrachteten Produkte findet im Werk Neumark St. Veit in zwei unterschiedlichen Formanalagen statt (mit Hilfe der vorher erstellten Kerne und Formen - in Abbildung 5 "Abgießen des flüssigen Eisens"), wobei die Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme in Formanalage 2 gegossen werden. Beim Ausleeren (in Abbildung 5 "Ausleeren der Formen") und Abknacken (in Abbildung 5 "Putzen / Abknacken des Kreislaufmaterials") wird ein großer Teil des gegossenen Materials als Kreislaufmaterial wieder an die Schmelzöfen zurückgeleitet. Anschließend werden die abgeknackten Formstücke gestrahlt (mit Hilfe einer Strahlkormischung (Hilfsstoff) – in Abbildung 5 "Strahlen der Rohgussteile") und geschliffen (in Abbildung 5 "Schleifen des Rohgutes").

Im Zuge des Herstellungsprozesses der unbeschichteten Formstücke werden Form- und Kernsande sowie das eingesetzte Strahlmittel so oft wie möglich wiederverwendet bzw. im Kreislauf geführt.

Herstellung beschichtete Formstücke (Tiroler Rohre GmbH):

Die Formstücke werden vom Werk Neumarkt St. Veit der FRISCHHUT GmbH & Co.KG unbeschichtet (in Gitterboxen) in das Werk Hall in Tirol der Tiroler Rohre GmbH geliefert.

Die angelieferten unbeschichteten Formstücke werden im Werk Hall zuerst einer Dichtheitsprüfung unterzogen (in Abbildung 5 "Dichtheitsprüfung der Formstücke") und dann mechanisch bearbeitet (mittels Wendeschneidplatten, Spiralbohrer, Reibahlen, etc. – in Abbildung 5 "Mechanische Bearbeitung der Formstücke"). Anschließend werden die Formstücke noch einmal gestrahlt (mittels Strahlkorn (Hilfsmittel) – in Abbildung 5 "Zweites Strahlen der Formstücke") und dann schließlich mit der Epoxy-Pulverbeschichtung (EWS-Beschichtung – Epoxy-Wirbel-Sinter) überzogen (in Abbildung 5 "Epoxy-Beschichtung der Formstücke").

Im Zuge des Herstellungsprozesses wird das eingesetzte Strahlmittel so oft wie möglich wiederverwendet bzw. in die Gussherstellung bei der Tiroler Rohre GmbH (Kupolofen) zugeführt.

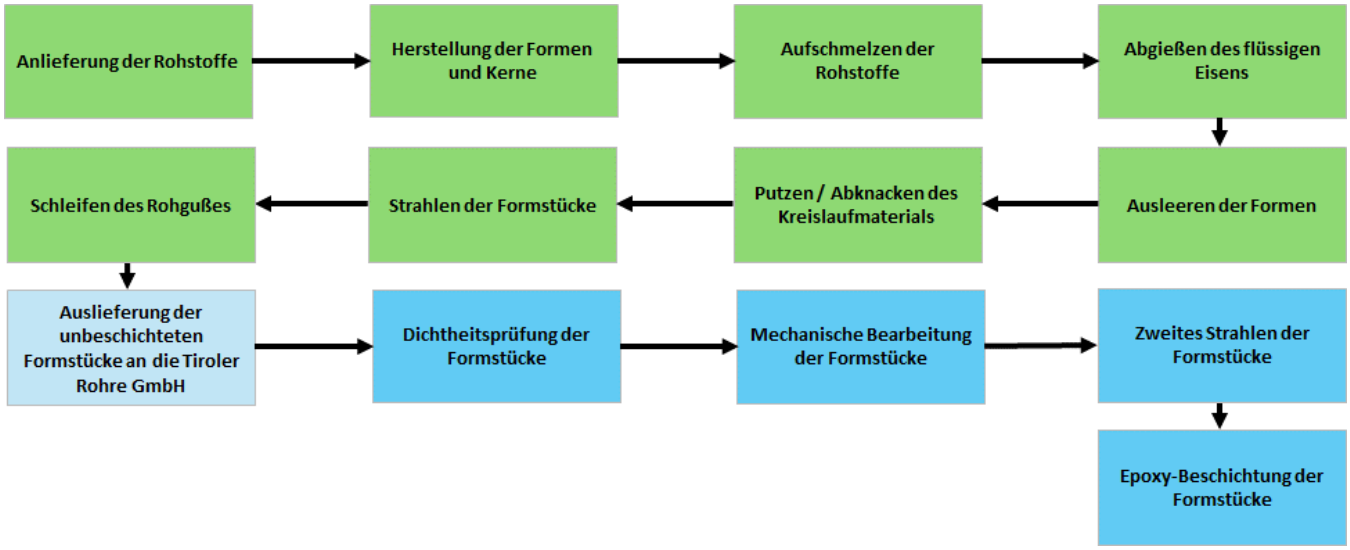


Abbildung 5: Flussdiagramm Herstellungsprozesse

2.7 Verpackung

Die unbeschichteten Formstücke werden für den Transport vom Werk Neumarkt St. Veit in das Werk Hall in Tirol lediglich in Gitterboxen gelegt und ohne weitere Verpackungsmaterialien angeliefert.

Die beschichteten Formstücke mit ihren variierenden Formen und Größen werden auf verschiedene Art und Weise verpackt. Dabei kommen Kartonzuschnitte, Gitterboxeinlagen aus Polypropylen (PP) sowie Deckel aus Kunststoffrezyklat zum Einsatz.

2.8 Lieferzustand

Die Formstücke werden je nach Form und Dimension auf verschiedene Art und Weise verpackt und für den Transport in Gitterboxen gestellt. Die Formstücke sind mit entsprechender Vorsicht zu transportieren und zu lagern. Die am Verwendungsort geltenden Vorschriften für die Lagerung und die Vorschriften in den technischen Unterlagen sind einzuhalten.

2.9 Transporte zur Baustelle

Der Transport der Formstücke an ihren Bestimmungsort erfolgt per LKW.

2.10 Errichtungsphase / Installation

Die betrachteten Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme werden vorrangig für Druckrohrleitungen zur Wasserversorgung angewandt.

Der Einbau von Druckrohrleitungen aus duktilem Gusseisen muss der ÖNORM EN 805:2000 (Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden) entsprechen. Bei der Herstellung eines Rohrgrabens sind, abhängig von der Grabentiefe und dem Rohraußendurchmesser, ausreichend Arbeitsräume für die Montage der Rohrleitung vorzusehen. Die Bauarbeiterschutzverordnung und sonstige Vorschriften sowie einschlägige Normen und Regelwerke sind entsprechend einzuhalten. Der Rohrgraben ist so anzulegen und auszuheben, dass alle Leitungsteile in frostfreien Tiefen liegen. Der Graben ist so tief auszuheben, dass die endgültige Überdeckungshöhe mindestens 1,50 m beträgt. In der Regel eignet sich bei duktilen Gussrohren der anstehende Boden für die Bettung der Rohrleitung. Somit kann auf eine untere Bettungsschicht verzichtet werden bzw. wird die Grabensohle zur unteren Bettung.

Das Einbetten der Rohrleitung und das Wiederverfüllen des Rohrgrabens haben so zu erfolgen, dass die Rohrleitung in ihrer vorgesehenen Lage sicher fixiert ist bzw. dass Beschädigungen der Rohrleitung vermieden werden und Setzungen nur im zulässigen Ausmaß auftreten können. Zum Einbetten der Rohrleitung ist geeignetes Material, welches die Rohrleitungsteile und die Umhüllung nicht schädigt, zu verwenden. Das Verfüllmaterial soll lagenweise eingebaut und ausreichend verdichtet werden.

Die Herstellung eines Grabens für die Druckwasserleitung wird als Teil des Bauprozesses für die Wasserleitung selbst gesehen. Formstücke ergänzen den Leitungsbau, weshalb für diese EPD die Herstellung des Grabens nicht berücksichtigt wird.

Für die Anwendung notwendige Zubehöre (z.B. Dichtung) variieren stark in Abhängigkeit der Ausführung der Formstücke (z.B. Überschubmuffe, Muffenbogen, Flanschmuffenstück, Muffenverschlussstopfen – siehe Abbildung 1 bis Abbildung 3) und werden in der EPD deshalb nicht berücksichtigt.

2.11 Nutzungsphase

Bei Bauprodukten aus Gusseisen treten bei ordnungsgemäßer Planung, sach- und fachgerechtem Einbau und störungsfreier Nutzung keine Änderungen der stofflichen Zusammensetzung über den Zeitraum der Nutzung auf.

2.12 Referenznutzungsdauer (RSL)

Tabelle 5: Referenz-Nutzungsdauer (RSL)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Formstücke aus duktilem Gusseisen	100	Jahre

In der Praxis hat sich gezeigt, dass eine Nutzungsdauer von über 100 Jahren, ausgehend von der DVGW-Schadensstatistik (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches – https://www.dvgw.de/themen/sicherheit/gas-und-wasserstatistik/), erreicht wird.

2.13 Entsorgungsphase

Im innerstädtischen Bereich, dem Hauptanwendungsgebiet der Rohrsysteme, werden die verbauten Rohre momentan nahezu vollständig wieder ausgebaut. Diese Rohre können dann einem entsprechenden Recycling-Prozess zugeführt werden. Die Ausbau- und Recycling-Quote wurde in den betrachteten Szenarien deshalb entsprechend hoch angesetzt (siehe 3.2 - C1-C4 Entsorgungsphase). Hierzu ist jedoch anzumerken, dass es sich bei der 100%-igen Ausbauquote um ein Hersteller-Szenario handelt, das im jeweiligen Anwendungsfall zwingend zu prüfen und entsprechend anzupassen ist.

In sehr seltenen Fällen werden Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme entsorgt. Die EAK-Abfallschlüsselnummer für Eisen und Stahl aus Bau und Abbruch ist 170405.

2.14 Weitere Informationen

Weitergehende Informationen zu Formstücken für VRS®-T-Rohrsysteme können der Webseite https://trm.at/rohr entnommen werden.

3 LCA: Rechenregeln

3.1 Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 Tonne des durchschnittlichen Formstücks für VRS®-T-Rohrsysteme mit Epoxy-Pulverbeschichtung.

Die Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme werden in verschiedenen Dimensionen (Rohrdurchmesser DN 80 bis DN 600) bzw. Ausführungen (Überschubmuffe (kurz/ lang), Muffenbogen, Doppelmuffenbogen, Muffenstück, Doppelmuffenstück, Anschlussstück, Flanschmuffenstück, Einflanschstück, Kurzstück, Doppelmuffenübergangsstück, Muffenverschlussstopfen, Spitzendverschlusskappe, Fußbogen, Hydrantenfußbogen, Blindflansch) und deshalb mit unterschiedlichen Stückgewichten hergestellt.

Für die Anwendung notwendige Zubehöre (z.B. Dichtung) variieren stark in Abhängigkeit der Ausführung der Formstücke (z.B. Überschubmuffe, Muffenbogen, Flanschmuffenstück, Muffenverschlussstopfen – siehe 2.1 Allgemeine Produktbeschreibung, Abbildung 1 bis Abbildung 3) und werden in der EPD deshalb nicht berücksichtigt.

Tabelle 6 zeigt beispielhaft die stückbezogenen Massen (kg/Stück) sowie den Multiplikationsfaktor (massenbezogene Stückanzahl – Stück/kg) für ausgewählte für VRS®-T- Formstücke (VRS®-T U-Stück (kurz) – siehe auch Abbildung 4). Weitere stückbezogenen Massen zu den spezifischen Formstücken für VRS®-T-Rohrsysteme werden aufgrund der Vielzahl an verschiedenen Ausführungen (siehe 2.1 Allgemeine Produktbeschreibung, Abbildung 1 bis Abbildung 3) hier nicht dargestellt. Diese können in den entsprechenden Produktkatalogen der Tiroler Rohre GmbH eingesehen werden (Produktkataloge werden auf Anfrage von der Tiroler Rohre GmbH bereitgestellt).

Tabelle 6: Stückbezogenen Massen und Multiplikationsfaktoren (beispielhaft für VRS®-T U-Stück (kurz))

Produkt	Stückbezogene Masse [kg/Stück]	Multiplikationsfaktor [Stück/kg]
U 80 VRS®-T	12,5	0,080000
U 100 VRS®-T	17,0	0,058824
U 125 VRS®-T	22,5	0,044444
U 150 VRS®-T	30,5	0,032787
U 200 VRS®-T	42,5	0,023529
U 250 VRS®-T	65,0	0,015385
U 300 VRS®-T	96,0	0,010417
U 400 VRS®-T	175,0	0,005714
U 500 VRS®-T	258,3	0,003871

3.2 Systemgrenze

Es wird der gesamte Produktlebenszyklus und zusätzlich der Modul D deklariert, d.h. es handelt sich um eine „von der Wiege bis zur Bahre mit Modul D“-EPD (Module A+B+C+D).

Tabelle 7: Deklarierte Lebenszyklusphasen

HERSTEL-LUNGS-PHASE			ERRICH-TUNGS-PHASE		NUTZUNGSPHASE							ENTSORGUNGS-PHASE				Vorteile und Belastungen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Bau / Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Umbau, Erneuerung	betrieblicher Energieeinsatz	betrieblicher Wassereinsatz	Abbruch	Transport	Abfallbewirtschaftung	Entsorgung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs-, Recyclingpotenzial
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

X = in Ökobilanz enthalten; ND = Nicht deklariert

3.2.1 A1-A3 Herstellungsphase:

Herstellung unbeschichtete Formstücke (FRISCHHUT GmbH & Co.KG):

Im Werk Neumarkt St. Veit der FRISCHHUT GmbH & Co.KG werden die Formstücke zu einem großen Teil aus dem Sekundärstoff Stahlschrott gefertigt. Der angewandte Stahlschrott stammt aus Deutschland (Straubing) und Österreich (Wien). Das Roheisen wird aus Deutschland (Duisburg) bezogen. Die Systemgrenze für den Stahlschrott wird mit dem Verlassen des aufbereiteten Stahlschrotts aus den Recyclinganlagen gesetzt, weil hier das Ende der Abfalleigenschaften des Stahlschrotts erreicht ist (Randbedingen dafür siehe 3.2.4). Dem gegenständlichen System werden die Transporte des Schrotts zum Werk in Neumarkt St. Veit angelastet. Die Herstellungsphase des unbeschichteten Formstücks beinhaltet die Produktionsschritte im Werk Neumarkt St. Veit samt der Energiebereitstellung (inkl. Vorketten), die Herstellung der Rohstoffe und Hilfsstoffe, die Transporte ins Werk, die Infrastruktur und die Entsorgung der in der Produktion anfallenden Abfälle.

Für die Betrachtung der Gussherstellung werden in dieser EPD die Ergebnisse (A1-A3) für unbeschichtete Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme aus der EPD der FRISCHHUT GmbH & Co.KG herangezogen (Referenzjahr 2022).

Herstellung beschichtete Formstücke (Tiroler Rohre GmbH):

Der Transport der unbeschichteten Formstücke ins Werk der Tiroler Rohre GmbH in Hall in Tirol (218 km) erfolgt mittels LKW.

Die angelieferten unbeschichteten Formstücke werden im Werk Hall in Tirol noch einmal gestrahlt und dann schließlich mit der Epoxy-Pulverbeschichtung (EWS-Beschichtung – Epoxy-Wirbel-Sinter) überzogen. Die Herstellungsphase des beschichteten Formstücks beinhaltet die Produktionsschritte im Werk Hall in Tirol samt der Energiebereitstellung (inkl. Vorketten), die Herstellung der Rohstoffe und Hilfsstoffe, die Transporte ins Werk, die Infrastruktur und die Entsorgung der in der Produktion anfallenden Abfälle.

3.2.2 A4-A5 Errichtungsphase:

Die Transporte der Formstücke an ihren Bestimmungsort erfolgen per LKW. Zur Bewertung des Transports wurden von der Tiroler Rohre GmbH Informationen zu den Transporten der VRS®-T-Formstücke übermittelt.

Die betrachteten Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme werden vorrangig für Druckrohrleitungen zur Wasserversorgung angewandt.

Die Herstellung eines Grabens für die Druckwasserleitung wird als Teil des Bauprozesses für die Wasserleitung selbst gesehen. Formstücke ergänzen den Leitungsbau, weshalb für diese EPD die Herstellung des Grabens nicht berücksichtigt wird.

Für die Anwendung notwendige Zubehöre (z.B. Dichtung) variieren stark in Abhängigkeit der Ausführung der Formstücke (z.B. Überschubmuffe, Muffenbogen, Flanschmuffenstück, Muffenverschlussstopfen – siehe 2.1 Allgemeine Produktbeschreibung, Abbildung 1 bis Abbildung 3) und werden in der EPD deshalb nicht berücksichtigt.

Die für den Transport benötigten Kartonzuschnitte werden einem entsprechenden Recycling-Prozess zugeführt, weshalb hier nur der Transport in das Recycling-Werk berücksichtigt wird. Die Zwischeneinlagen aus Polypropylen (PP) und Deckel aus Kunststoffrezyklat werden thermisch entsorgt.

3.2.3 B1-B7 Nutzungsphase:

In der Regel treten bei Bauprodukten aus Gusseisen über den Zeitraum der Nutzung keine ökobilanz-relevanten Prozesse auf.

3.2.4 C1-C4 Entsorgungsphase:

Der Rückbau wird wie die Herstellung des Grabens für die Druckwasserleitung als Teil des Bauprozesses für die Wasserleitung selbst gesehen. Formstücke ergänzen den Leitungsbau, weshalb für diese EPD keine Rückbauprozesse berücksichtigt werden.

Im innerstädtischen Bereich, dem Hauptanwendungsgebiet von Druckrohrleitungen zur Wasserversorgung, werden die verbauten Leitungssysteme im Standardfall wieder ausgebaut, weil ein Belassen der Rohre im Untergrund aufgrund der engen Platzverhältnisse und der meist hohen Anzahl an weiteren Einbauten nicht möglich ist. Deshalb wird als Szenario eine 100 %-ige Ausbauquote angesetzt.

Ausgebaute Formstücke werden einem Recycling-Prozess zugeführt und dabei bis zum Erreichen des Endes des Abfallstatus in gegenwärtigen Produktsystem betrachtet. Das Ende des Abfallstatus ist nach EN 15804 [3] unter folgenden Voraussetzungen erreicht:

- Einsatzzweck des zurückgewonnenen Materials – Sekundärrohstoff für Gusseisen- oder Stahlproduktion
- Vorhandener Markt oder Nachfrage nach dem Material – es besteht ein wachsender Markt für Sekundärrohstoffe in der Gusseisen- und Stahlproduktion
- Übereinstimmung mit technischen Anforderungen oder Rechtsvorschriften für Erzeugnisse – in Recyclinganlagen aufbereitete Produkte aus Gusseisen entsprechen den Anforderungen nach der VERORDNUNG (EU) Nr. 333/2011 (EU-Verordnung mit Kriterien zur Festlegung, wann Eisen-, Stahl- und Aluminiumschrott nicht mehr als Abfall anzusehen sind)
- Einhaltung der Grenzwerte für Stoffe der Kandidatenliste nach REACH-Verordnung – in Recycling-Werken entsprechend aufbereitete Gussformstücke überschreiten die der Grenzwerte für Stoffe der Kandidatenliste nach REACH-Verordnung nicht

Die Systemgrenze wird also mit dem Verlassen des aufbereiteten Stahlschrotts aus den Recyclinganlagen gesetzt. Ab diesem Zeitpunkt ist das betrachtete Formstück Teil eines neuen Produktsystems.

Das Recycling-Szenario für die betrachteten Formstücke wurde in Kooperation mit der Tiroler Rohre GmbH ausgehend vom Recycling-Szenario in der aktuellen EPD für VRS®-T-Rohrsysteme (97 %) angesetzt. Der Hersteller argumentiert, dass Formstücke aufgrund ihrer Kompaktheit (im Vergleich zu den langgezogenen Rohren und Pfählen) nahezu zerstörungsfrei ausgebaut und fast vollständig (99 %) einem Recycling-Prozess zugeführt werden können. 1 % muss aufgrund von Bruch etc. einem Deponierungsprozess zugeführt werden. Bei dem angesetzten Recycling-Szenario handelt es sich um ein Hersteller-Szenario, welches basierend auf Erfahrungswerten der Tiroler Rohre GmbH festgelegt wurde und ein Szenario in der Zukunft abbildet (nach Ende der Lebensdauer). Dabei wurde berücksichtigt, dass Produkte aus Gusseisen zukünftig im Sinne der Vermeidung einer Verschwendung an Sekundär-Rohstoffen im Ganzen rückgebaut und vollständig einem Recyclingprozess zugeführt werden. Das Recycling-Szenario ist im jeweiligen Anwendungsfall zwingend zu prüfen und entsprechend anzupassen.

3.2.5 D Vorteile und Belastungen:

Im Zuge des Herstellungsprozesses wird das eingesetzte Strahlmittel so oft wie möglich wiederverwendet bzw. in die Gussherstellung (Rohre bzw. Pfähle) bei der Tiroler Rohre GmbH (Kupolofen) zugeführt (D aus A3 – siehe 4.5).

Für die thermische Verwertung der Transporthilfsmittel und -verpackungen (D aus A5) wird angesetzt, dass sich die Energierückgewinnung auf 1/3 Strom (mit einem Wirkungsgrad von 17%) sowie 2/3 Wärme (mit einem Wirkungsgrad von 75%) aufteilt.

Aufgrund des Recyclings der ausgebauten Formstücke ergibt sich ein entsprechender Output an Sekundärrohstoffen in C3. Die Outputflüsse werden entsprechend der Nettofluss-Regel nach EN 15804 [3] dem Schrottanteil in der Produktion der Formstücke gegenübergestellt und der Netto-Outputfluss ermittelt. Bei dem angesetzten Recycling- bzw. Nettofluss-Szenario handelt es sich wie erwähnt um ein Hersteller-Szenario basierend auf Erfahrungswerten der Tiroler Rohre GmbH, das im jeweiligen Anwendungsfall zwingend zu prüfen und entsprechend anzupassen ist.

3.3 Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus

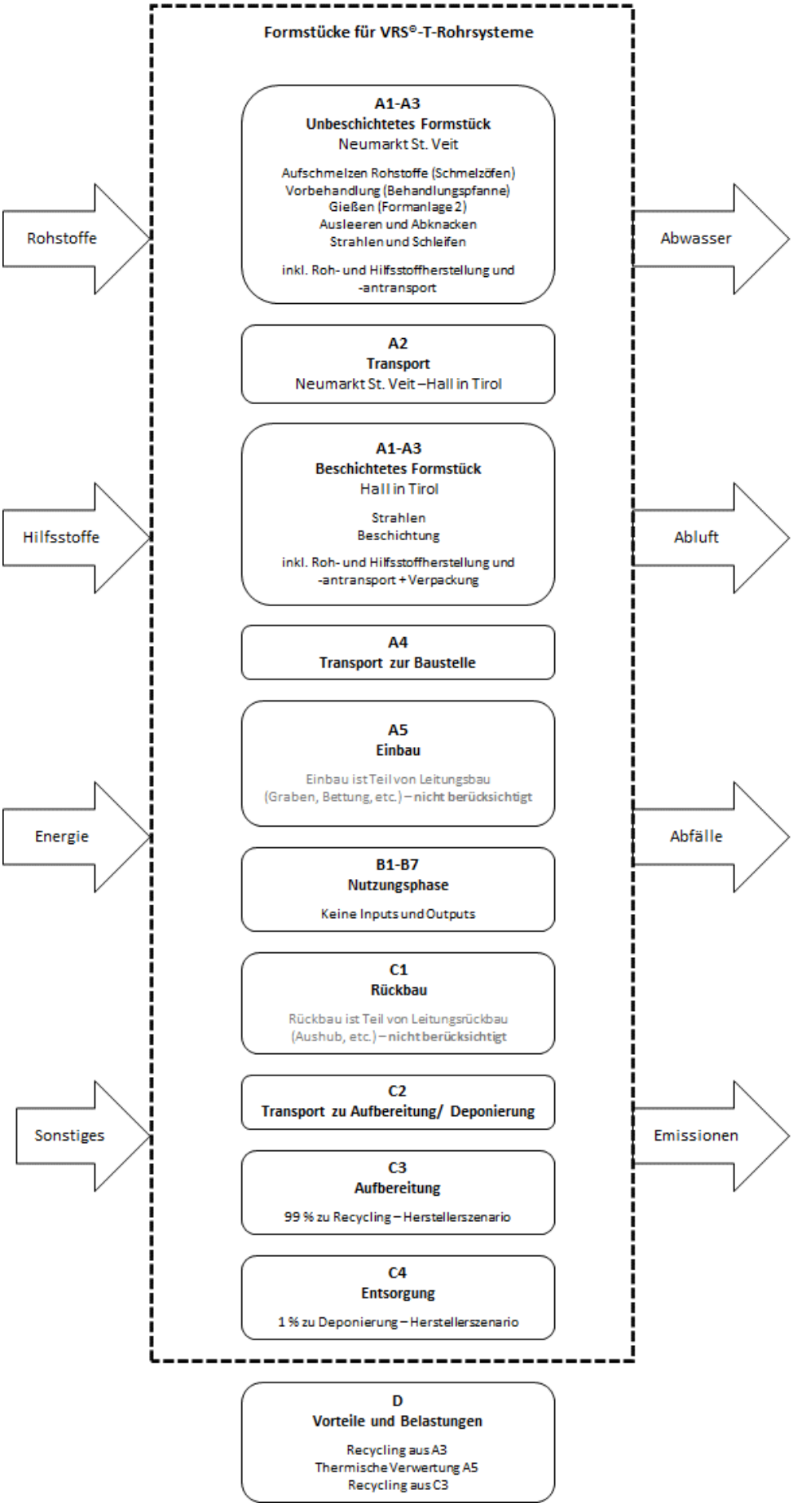


Abbildung 6: Flussdiagramm Lebenszyklus

3.4 Abschätzungen und Annahmen

Für die Betrachtung der Gussherstellung werden in dieser EPD die Ergebnisse (A1-A3) für unbeschichtete Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme aus der EPD der FRISCHHUT GmbH & Co.KG herangezogen (Referenzjahr 2022). Entsprechende Abschätzungen und Annahmen für die ökobilanzielle Bewertung der unbeschichteten Formstücke sind in der EPD der FRISCHHUT GmbH & Co.KG einsehbar.

Da die Infrastruktur nur einen sehr geringen Beitrag zu den Umweltwirkungen liefert, wurden die Maschinen nur mit der Hauptkomponente Stahl abgebildet.

Alle Transportdistanzen der Rohstoffanlieferungen wurden vom Kunden erhoben und in der Ökobilanz berücksichtigt.

3.5 Abschneideregeln

Für die Betrachtung der Gussherstellung werden in dieser EPD die Ergebnisse (A1-A3) für unbeschichtete Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme aus der EPD der FRISCHHUT GmbH & Co.KG herangezogen (Referenzjahr 2022). Im Zuge der ökobilanziellen Bewertung der unbeschichteten Formstücke angewandte Abschneideregeln werden dennoch auch hier angesprochen.

Die FRISCHHUT GmbH & Co.KG und die Tiroler Rohre GmbH haben für die Herstellungsprozesse in ihren Werken die Mengen aller eingesetzten Stoffe, die benötigten Energiemengen, die Verpackungsmaterialien, die anfallenden Abfallmengen und die Art ihrer Entsorgung sowie die benötigte Infrastruktur (Gebäude und Maschinenpark für die Produktion) erhoben und vorgelegt.

Stoffströme und Abfälle, die einen Anteil von weniger als 1 % darstellen, wurden vernachlässigt. Dabei handelt es sich bei der FRISCHHUT GmbH & Co.KG um Trennscheiben, Schleifscheiben, Strahlmitteladditive, Beschichtungsabfälle, Hydraulikflüssigkeit, Schmieröle und Beschriftungstinte bzw. bei der Tiroler Rohre GmbH vorwiegend um Beschichtungspulverabfall. Die werkseigenen Transporte bei der Tiroler Rohre GmbH wurden aufgrund der kurzen Transportwege vernachlässigt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Summe der vernachlässigten Prozesse weniger als 5 % der Wirkungskategorien ausmacht.

Die für den Transport der unbeschichteten und beschichteten Formstücke verwendeten Gitterboxen können laut Informationen von Gitterbox-Herstellern tausende Male über Jahrzehnte wiederverwendet werden, weshalb die Produktion der Gitterboxen aufgrund des zu erwartenden vernachlässigbaren Einflusses abgeschnitten wird.

Für die Anwendung notwendige Zubehöre (z.B. Dichtung) variieren stark in Abhängigkeit der Ausführung der Formstücke (z.B. Überschubmuffe, Muffenbogen, Flanschmuffenstück, Muffenverschlussstopfen – siehe 2.1 Allgemeine Produktbeschreibung, Abbildung 1 bis Abbildung 3) und werden in der EPD deshalb nicht berücksichtigt.

3.6 Allokation

Für die Betrachtung der Gussherstellung werden in dieser EPD die Ergebnisse (A1-A3) für unbeschichtete Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme aus der EPD der FRISCHHUT GmbH & Co.KG herangezogen (Referenzjahr 2022). Im Zuge der ökobilanziellen Bewertung der unbeschichteten Formstücke angewandte Allokationsregeln werden dennoch auch hier angesprochen.

Die Systemgrenze für den Stahlschrott wird in der EPD der FRISCHHUT GmbH & Co.KG mit dem Verlassen des aufbereiteten Stahlschrotts aus den Recyclinganlagen gesetzt, weil hier das Ende der Abfalleigenschaften des Stahlschrotts erreicht ist. Dem gegenständlichen System werden die Transporte des Schrotts zum Werk in Neumarkt St. Veit der EPD der FRISCHHUT GmbH & Co.KG angelastet.

Im Zuge des Herstellungsprozesses im Werk Hall in Tirol der wird das eingesetzte Strahlmittel so oft wie möglich wiederverwendet bzw. in die Gussherstellung bei der Tiroler Rohre GmbH (Kupolofen) zugeführt.

Aufgrund des Recyclings der ausgebauten Formstücke ergibt sich ein entsprechender Output an Sekundärrohstoffen in C3. Die Outputflüsse werden entsprechend der Nettofluss-Regel nach ÖNORM EN 15804 dem Schrottanteil in der Produktion des Gusseisens gegenübergestellt und der Netto-Outputfluss für eine Berücksichtigung in Modul D ermittelt. Bei dem angesetzten Recycling- bzw. Nettofluss-Szenario handelt es sich wie erwähnt um ein Hersteller-Szenario basierend auf Erfahrungswerten der Tiroler Rohre GmbH, das im jeweiligen Anwendungsfall zwingend zu prüfen und entsprechend anzupassen ist.

3.7 Vergleichbarkeit

Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD-Daten nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Datensätze nach EN 15804 in der gleichen Version erstellt wurden, die gleichen programmspezifischen PKR bzw. etwaige zusätzliche Regeln sowie die gleiche Hintergrunddatenbank verwendet wurden und darüber hinaus der Gebäudekontext bzw. produktspezifische Leistungsmerkmale berücksichtigt werden.

4 LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

4.1 A1-A3 Herstellungsprozess

Laut ÖNORM EN 15804 sind für die Module A1-A3 keine technischen Szenarioangaben gefordert. Die Bilanzierung dieser Module liegt in der Verantwortung des Herstellers und darf vom Verwender der Ökobilanz nicht verändert werden.

Die Datensammlung für die Herstellungsphase erfolgte gemäß ISO 14044 Abschnitt 4.3.2. Entsprechend der Zieldefinition wurden in der Sachbilanz alle maßgeblichen Input- und Output-Ströme, die im Zusammenhang mit dem betrachteten Produkt auftreten, identifiziert und quantifiziert.

Im Zuge des Herstellungsprozesses wird das eingesetzte Strahlmittel so oft wie möglich wiederverwendet bzw. in die Gussherstellung (Rohre bzw. Pfähle) bei der Tiroler Rohre GmbH (Kupolofen) zugeführt. Die benötigte Menge an Strahlkorn wurde über den Gesamtjahresverbrauch ermittelt und auf die produzierte Menge an Formstücken umgelegt (tatsächlicher Verbrauch/ Nettowert).

Die Stromerzeugung wird entsprechend dem von der Tiroler Wasserkraft AG (TIWAG) an die Tiroler Rohre GmbH gelieferten Strommix modelliert. Die Tiroler Rohre GmbH bezog im Jahr 2022 den Versorgermix TIWAG 2022 von der Tiroler Wasserkraft AG TIWAG (Strommix vertraglich abgesichert). Der Stromverbrauch für die Dichtheitsprüfung, die mechanische Bearbeitung, das Strahlen und das Beschichten der VRS®-T-Formstücke erfolgt auf Niederspannungsebene, wobei dabei 4,22 % aus der hauseigenen Photovoltaik-Anlage stammen.

Das GWP-gesamt-Ergebnis des eingesetzten TIWAG-Strommixes 59,7 g CO_2 äquiv/kWh auf Niederspannungsebene. Das GWP-gesamt-Ergebnis für den Niederspannungsstrom aus der Photovoltaikanlage im TRM-Werk beträgt 100,4 g CO_2 äquiv/kWh.

4.2 A4-A5 Errichtungsphase/Installation

Die Transporte der Formstücke an ihren Bestimmungsort erfolgen per LKW. Zur Bewertung des Transports wurden von der Tiroler Rohre GmbH Informationen zu den Transporten der VRS®-T-Formstücke übermittelt.

Tabelle 8 zeigt die allgemeinen Parameter zur Beschreibung des Transports zur Baustelle.

Tabelle 8: Beschreibung des Szenarios „Transport zur Baustelle (A4)“

Parameter zur Beschreibung des Transportes zur Baustelle (A4)	Wert	Messgröße
Mittlere Transportentfernung	455,52	km
Fahrzeugtyp nach Kommissionsdirektive 2007/37/EG (Europäischer Emissionsstandard)	Euro 6	-
Mittlerer Treibstoffverbrauch, Treibstofftyp: Diesel bzw. Schweröl	25,3	l/100 km
Mittlere Transportmenge	5,79	t
Mittlere Auslastung (einschließlich Leerfahrten)	85	%
Mittlere Rohdichte der transportierten Produkte	7100	kg/m³
Volumen-Auslastungsfaktor (Faktor: =1 oder <1 oder ≥ 1 für in Schachteln verpackte oder komprimierte Produkte	<1	-

Die betrachteten Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme werden vorrangig für Druckrohrleitungen zur Wasserversorgung angewandt. Die Herstellung eines Grabens für die Druckwasserleitung wird als Teil des Bauprozesses für die Wasserleitung selbst gesehen. Formstücke ergänzen den Leitungsbau, weshalb für diese EPD die Herstellung des Grabens nicht berücksichtigt wird.

Für die Anwendung notwendige Zubehöre (z.B. Dichtung) variieren stark in Abhängigkeit der Ausführung der Formstücke (z.B. Überschubmuffe, Muffenbogen, Flanschmuffenstück, Muffenverschlussstopfen – siehe 2.1 Allgemeine Produktbeschreibung, Abbildung 1 bis Abbildung 3) und werden in der EPD deshalb nicht berücksichtigt.

Die für den Transport benötigten Kartonzuschnitte werden einem entsprechenden Recycling-Prozess zugeführt, weshalb hier nur der Transport in das Recycling-Werk berücksichtigt wird. Die Zwischeneinlagen aus Polypropylen (PP) und Deckel aus Kunststoffrezyklat werden thermisch entsorgt.

Tabelle 9 zeigt die allgemeinen Parameter zur Beschreibung des Einbaus.

Tabelle 9: Beschreibung des Szenarios „Einbau (A5)“

Parameter zur Beschreibung des Einbaus ins Gebäude (A5)	Wert	Messgröße
Hilfsstoffe für den Einbau (spezifiziert nach Stoffen)	Teil des Leitungsbaus	kg/t t/t l/t
Hilfsmittel für den Einbau (spezifiziert nach Type)		-
Wasserbedarf		m^3/t l/t
Sonstiger Ressourceneinsatz		kg/t t/t l/t
Stromverbrauch		kWh oder MJ/t
Weiterer Energieträger: Diesel		kWh oder MJ/t
Materialverlust auf der Baustelle vor der Abfallbehandlung, verursacht durch den Einbau des Produktes (spezifiziert nach Stoffen)	-	kg/t
Output-Stoffe (spezifiziert nach Stoffen) infolge der Abfallbehandlung auf der Baustelle, z.B. Sammlung zum Recycling, für die Energierückgewinnung, für die Entsorgung (spezifiziert nach Entsorgungsverfahren)	Karton: 9,92 Polyethylen (PE): 7,82 Polypropylen (PP): 1,14	kg/t
Direkte Emissionen in die Umgebungsluft (z.B. Staub, VOC), Boden und Wasser	-	kg/t

4.3 B1-B7 Nutzungsphase

In der Nutzungsphase finden für die die betrachteten Formstücke keine für die Ökobilanz relevanten Stoff- und Energieflüsse statt, weshalb hier keine Aktivitäten berücksichtigt wurden.

4.4 C1-C4 Entsorgungsphase

Im innerstädtischen Bereich, dem Hauptanwendungsgebiet von Druckrohrleitungen zur Wasserversorgung, werden die verbauten Leitungssysteme im Standardfall wieder ausgebaut, weil ein Belassen der Rohre im Untergrund aufgrund der engen Platzverhältnisse und der meist hohen Anzahl an weiteren Einbauten nicht möglich ist. Deshalb wird als Szenario eine 100 %-ige Ausbauquote angesetzt. Die ausgebauten Formstücke werden einem Recycling-Prozess zugeführt und dabei bis zum Erreichen des Endes des Abfallstatus im gegenwärtigen Produktsystem betrachtet. Die Systemgrenze wird also mit dem Verlassen des aufbereiteten Stahlschrotts aus den Recyclinganlagen gesetzt. Ab diesem Zeitpunkt ist das betrachtete Formstück Teil eines neuen Produktsystems. Das Recycling-Szenario für die betrachteten Gussprodukte wurde in Kooperation mit der Tiroler Rohre GmbH angesetzt. Der Hersteller argumentiert, dass aufgrund ihrer Kompaktheit (im Vergleich zu den langgezogenen Rohren und Pfählen) die betrachteten Formstücke nahezu zerstörungsfrei ausgebaut und fast vollständig (99 %) einem Recycling-Prozess zugeführt werden können. 1 % muss aufgrund von Bruch etc. einem Deponierungsprozess zugeführt werden. Bei dem angesetzten Recycling-Szenario handelt es sich um ein Hersteller-Szenario, welches basierend auf Erfahrungswerten der Tiroler Rohre GmbH festgelegt wurde und ein Szenario in der Zukunft abbildet (nach Ende der Lebensdauer). Dabei wurde berücksichtigt, dass Produkte aus Gusseisen zukünftig im Sinne der Vermeidung einer Verschwendung an Sekundär-Rohstoffen im Ganzen rückgebaut und vollständig einem Recyclingprozess zugeführt werden. Das Recycling-Szenario ist im jeweiligen Anwendungsfall zwingend zu prüfen und entsprechend anzupassen.

Der Rückbauprozess wird wie die Herstellung des Grabens für die Druckwasserleitung als Teil des Bauprozesses für die Wasserleitung selbst gesehen. Formstücke aus duktilem Gusseisen ergänzen den Leitungsbau, weshalb für die EPD der Formstücke die Rückbauprozesse nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 10: Beschreibung des Szenarios „Rückbau (C1)“

Parameter zur Beschreibung des Rückbaus (C1)	Wert	Messgröße
Hilfsstoffe für den Rückbau	Teil des Leitungsbaus	kg/t
Hilfsmittel für den Rückbau		-
Wasserbedarf		m^3/t
Sonstiger Ressourceneinsatz		kg/t
Stromverbrauch		kWh/t
Weiterer Energieträger: Diesel		MJ/t
Materialverlust auf der Baustelle vor der Abfallbehandlung, verursacht durch den Einbau des Produktes		kg/t
Output-Stoffe infolge der Abfallbehandlung auf der Baustelle, z.B. Sammlung zum Recycling, für die Energierückgewinnung, für die Entsorgung	-	kg/t

Direkte Emissionen in die Umgebungsluft (z.B. Staub, VOC), Boden und Wasser	-	kg/t

Als Transportdistanz zum nächsten Recyclingunternehmen (99 % der Formstücke) als auch zur nächsten Inertstoff-Deponie (1 % der Formstücke) wurden 100 km angenommen, was einen Transportprozess von 100 Tonnen-Kilometer bewirkt.

Tabelle 11: Beschreibung des Szenarios „Transport Entsorgung (C2)“

Parameter zur Beschreibung des Transportes Entsorgung (C2)	**Wert**	**Messgröße**
Mittlere Transportentfernung	100	km
Fahrzeugtyp nach Kommissionsdirektive 2007/37/EG (Europäischer Emissionsstandard)	Euro 6	-
Mittlerer Treibstoffverbrauch, Treibstofftyp: Diesel bzw. Schweröl	25,3	l/100 km
Mittlere Transportmenge	5,79	t
Mittlere Auslastung (einschließlich Leerfahrten)	85	%
Mittlere Rohdichte der transportierten Produkte	7100	kg/m³
Volumen-Auslastungsfaktor (Faktor: =1 oder <1 oder ≥ 1 für in Schachteln verpackte oder komprimierte Produkte	<1	-

In C3 wird das Recycling der Formstücke (99 %), d.h. die Aufbereitung der ausgebauten Produkte in einem Recycling-Werk (Sortieren und Pressen) zu einem in der Gusseisen- und Stahlproduktion anwendbaren Sekundärrohstoff, berücksichtigt. Mit dem Transport des aufbereiten Schrotts vom Recycling-Werk zum Produktionswerk beginnt ein neues Produktsystem.

In C4 wird die Deponierung von 1 % der Masse der Formstücke auf einer Inertstoff-Deponie berücksichtigt.

Tabelle 12: Entsorgungsprozesse (C3 und C4) pro Tonne [t] Formstück

Produkt	**Masse**	**Gesamtmasse zu Recycling 99%**	**Gesamtmasse zu Deponierung 1%**
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*
Formstücke	1000	990	10

Tabelle 13: Beschreibung des Szenarios „Entsorgung des Produkts (C1 bis C4)“

Parameter für die Entsorgungsphase (C1-C4)	**Wert**	**Messgröße**
Sammelverfahren, getrennt	1000	kg $_{\text{getrennt}}$
Recycling	990	kg $_{\text{Recycling}}$
Deponierung, Inertstoff-Deponie	10	kg $_{\text{Deponierung}}$

4.5 D Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial

Im Zuge des Herstellungsprozesses im Werk Hall in Tirol der wird das eingesetzte Strahlmittel so oft wie möglich wiederverwendet bzw. in die Gussherstellung bei der Tiroler Rohre GmbH (Kupolofen) zugeführt (D aus A3). Nach der Neuregelung hinsichtlich der Allokation von Produktionsabfällen im MS-HB der Bau EPD GmbH (Version 8.0.0 – Kapitel 5.6.2.1) ist eine Berücksichtigung von Produktionsabfällen, die nach dem Erreichen des Endes der Abfalleigenschaften als Sekundärrohstoffe eingesetzt werden können, in Modul D möglich. Detaillierte Informationen zum Recyclinggehalt des Strahlkorns sind aus den Datenblättern des Strahlkorn-Herstellers nicht ersichtlich, wobei der Strahlkorn-Hersteller auf seiner Website von einer entsprechenden Recycling-Anlage in seinem Werk spricht. Deshalb wird zur Modellierung ein Datensatz mit 100% Sekundäranteil angesetzt wird. Dies bewirkt jedoch, dass bei einer 100%-Recyclingquote des genutzten Strahlkorns sich ein Nettofluss von 0 für D aus A3 ergibt.

Aufgrund des Recyclings der ausgebauten Formstücke (99 %) ergibt sich ein entsprechender Output an Sekundärrohstoffen in C3. Aufgrund der Nettofluss-Regel nach EN 15804 und dem Schrottanteil in der Produktion der Formstücke bei der FRISCHHUT GmbH & Co.KG ergibt sich der inTabelle 14 dargestellte Netto-Outputfluss.

Tabelle 14: Nettofluss Stahlschrott in C3

Produkt	Masse pro Produkt	Guss in Produkt	Produkt zu Recycling	Guss zu Recycling	Schrott-Input	Nettofluss
	[kg]	*[kg]*	*[%]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*
Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme	1000	987,32	99%	977,45	540,84	-436,61

Für die Berechnung von D aus A5 (Entsorgung Verpackung und Transporthilfsmittel) werden die unteren Heizwerte aus den ecoinvent-Datensätzen für die Verpackungsmaterialien entnommen. Für die thermische Verwertung wurde angenommen, dass sich die Energierückgewinnung auf 1/3 Strom (mit einem Wirkungsgrad von 17%) sowie 2/3 Wärme (mit einem Wirkungsgrad von 75%) aufteilt.

Tabelle 15: Beschreibung des Szenarios „Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial (Modul D)“

Parameter für das Modul (D)	Wert	Messgröße
Materialien für Wiederverwendung oder Recycling aus A4-A5	-	%
Energierückgewinnung bzw. Sekundärbrennstoffe aus A4-A5	8,96 (Sekundärbrennstoffe), 20,94 (Energierückgewinnung Strom), 184,74 (Energierückgewinnung Wärme)	kg/t MJ/t MJ/t
Materialien für Wiederverwendung oder Recycling aus B2-B5	-	%
Energierückgewinnung bzw. Sekundärbrennstoffe aus B2-B5	-	kg/t
Materialien für Wiederverwendung oder Recycling aus C1-C4	99	%
Energierückgewinnung bzw. Sekundärbrennstoffe aus C1-C4	-	kg/t

5 Angaben zur Datenqualität und Datenauswahl gemäß EN 15941

5.1 Grundlagen zur Beschreibung der Datenqualität

Die folgenden Angaben zur Datenqualität werden nach den Anforderungen der EN 15941 bereitgestellt (EN 15941, Punkt 7.3.4).

Die Daten erfüllen folgende Qualitätsanforderungen:

Die Daten sind repräsentativ für Produktionsjahr 2022 (Jahresmittel). Die Betrachtung des Produktionsjahres 2022 erfolgt aufgrund der bestehenden Datenbasis und -auswertung aus der EPD für unbeschichtete Formstücke der Frischhut GmbH & Co. KG (Referenzjahr 2022, Veröffentlichung 2024).

Die Kriterien der Bau EPD GmbH für Datenerhebung, generische Daten und das Abschneiden von Stoff- und Energieflüssen wurden eingehalten.

Vom Hersteller wurden alle wesentlichen Daten wie Energie- und Rohstoffverbrauch, Transportdistanzen und Transportmittel sowie Verpackungen innerhalb der Systemgrenze zur Verfügung gestellt.

Die Hintergrund-Datenbank ecoinvent 3.11 wurde im Jahr 2024 publiziert, beinhaltet jedoch einzelne Datensätze, deren Erhebungs- bzw. Bezugsjahr mehr als 10 Jahre (Anforderung EN 15804 bzw. Bau EPD GmbH) zurückliegt. Diese Datensätze wurden über die Jahre in den verschiedenen ecoinvent-Datenbank-Versionen unter Berücksichtigung notwendiger Anpassungen für Datenbank-Updates mitgeführt. Dennoch sind diese Datensätze mit einem entsprechenden Schwankungspotential behaftet, weil (technologische) Entwicklungen der letzten Jahre darin zum Teil nicht abgebildet sind.

Die Daten sind plausibel, d.h. die Abweichungen zu vergleichbaren Ergebnissen sind in einem plausiblen Rahmen.

5.2 Beschreibung der zeitlichen, geografischen und technologischen Repräsentativität der Produktdaten

Zeitliche Repräsentativität:

- Datenerfassungszeitraum ist das Produktionsjahr 2022. Sämtliche Herstellerdaten (mit Ausnahme der Daten für den Transport zu Baustelle) stammen aus diesem Jahr.
- Bei der Erfassung der spezifischen Werksdaten gab es keine Abweichungen vom betrachteten Produktionsjahr.
- Die angewandte Hintergrund-Datenbank ecoinvent 3.11 wurde im Jahr 2024 publiziert, beinhaltet jedoch einzelne Datensätze, deren Erhebungs- bzw. Bezugsjahr mehr als 10 Jahre (Anforderung EN 15804 bzw. Bau EPD GmbH) zurückliegt.

Geografische Repräsentativität:

- Die Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme werden im Werk Neumarkt St. Veit (Frischhut GmbH & Co. KG) gegossen und im Werk in Hall in Tirol (Tiroler Rohre GmbH) fertiggestellt.
- Die Produkte wurden im Produktionsjahr 2022 (Referenzjahr EPD für VRS®-T-Rohrsysteme) zu ca. 52 % nach Österreich bzw. insgesamt zu ca. 92 % nach Europa (Schwerpunkt zusätzlich zu Österreich sind Italien, die Schweiz und Deutschland) ausgeliefert.
- Die Entsorgung der Formstücke erfolgt in einem entsprechend nahen Umfeld zur Nutzung.

Technologische Repräsentativität:

- Die Produktionstechnologie im Werk Neumarkt St. Veit (Frischhut GmbH & Co. KG) und im Werk Hall in Tirol (Tiroler Rohre GmbH) entspricht dem Stand der Technik. Die Anlagen werden regelmäßig gewartet und modernisiert.
- Im Werk Hall in Tirol werden neben den Formstücken für VRS®-T-Rohrsysteme auch weitere Produkte u.a. VRS®-T-Rohrsysteme produziert.

Geografische und technologische Repräsentativität für EPDs, die eine Branche abdecken:

- Für diese EPD nicht relevant.

5.3 Erläuterungen zur Durchschnittsbildung

Das Leistungserfassungssystem der FRISCHHUT GmbH & Co.KG ermöglicht eine durchschnittliche Auswertung der Prozessschritte im Werk Neumarkt St. Veit und somit die durchschnittliche Bewertung der Herstellung der unbeschichteten Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme.

Die Durchschnittsbildung für die Prozessschritte im Werk Hall in Tirol erfolgt über eine Gesamterfassung der Aufwände für die Formstück-Herstellung (ERP-, SAP-, Gebäudeleittechniksystem) und eine entsprechende Umlage auf die Gesamtproduktion im Referenzjahr 2022.

5.4 Bewertung der Datenqualität der Sachbilanzdaten

Die Gültigkeit (Datenbank/ Quelle, Land/ Region, Referenzjahr, Veröffentlichung/ Update) sowie die geographische, technische und zeitliche Repräsentativität (nach ÖNORM EN 15804 Annex E - Tabelle E.1) sämtlicher angewandter Datensätze werden im Projektbericht zu dieser EPD entsprechend bewertet.

Vom Hersteller wurden alle wesentlichen Daten wie Energie- und Rohstoffverbrauch, Transportdistanzen und Transportmittel sowie Verpackungen innerhalb der Systemgrenze zur Verfügung gestellt (ERP-, SAP-, Gebäudeleittechniksystem).

6 LCA: Ergebnisse

Tabelle 16: Ergebnisse der Ökobilanz Umweltauswirkungen pro Tonne [t] Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B7	C1	C2	C3	C4	C1-C4	A-C	D
GWP total	kg CO_2 äquiv	2,78E+03	8,51E+01	4,29E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,87E+01	2,55E+01	6,26E-05	4,42E+01	2,95E+03	-7,60E+02
GWP fossil fuels	kg CO_2 äquiv	2,78E+03	8,50E+01	2,76E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,87E+01	2,58E+01	6,26E-05	4,44E+01	2,94E+03	-7,62E+02
GWP biogenic	kg CO_2 äquiv	-1,02E+01	5,91E-02	1,54E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,30E-02	1,20E-01	3,06E-08	1,33E-01	5,42E+00	-4,66E-02
GWP luluc	kg CO_2 äquiv	9,62E-01	2,86E-02	1,94E-04	0,00E+00	0,00E+00	6,28E-03	3,78E-02	3,56E-08	4,41E-02	1,03E+00	-1,75E-01
ODP	kg CFC-11 äquiv	5,91E-05	1,86E-06	1,13E-08	0,00E+00	0,00E+00	4,07E-07	3,63E-07	1,74E-12	7,70E-07	6,17E-05	-3,24E-06
AP	mol H^+ äquiv	9,49E+00	1,83E-01	4,22E-03	0,00E+00	0,00E+00	4,01E-02	2,84E-01	4,38E-07	3,24E-01	1,00E+01	-2,66E+00
EP freshwater	kg P äquiv	9,75E-01	5,90E-03	6,23E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,30E-03	1,53E-02	5,48E-09	1,65E-02	9,97E-01	-3,02E-01
EP marine	kg N äquiv	2,05E+00	4,40E-02	1,87E-03	0,00E+00	0,00E+00	9,66E-03	6,61E-02	1,68E-07	7,58E-02	2,18E+00	-6,34E-01
EP terrestrial	mol N äquiv	2,16E+01	4,75E-01	1,98E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,04E-01	7,43E-01	1,84E-06	8,47E-01	2,30E+01	-6,82E+00
POCP	kg NMVOC äquiv	9,31E+00	2,90E-01	5,60E-03	0,00E+00	0,00E+00	6,36E-02	2,23E-01	6,63E-07	2,86E-01	9,89E+00	-2,36E+00
ADPE	kg Sb äquiv	1,80E-02	2,92E-04	1,76E-06	0,00E+00	0,00E+00	6,41E-05	1,58E-03	9,16E-11	1,65E-03	1,99E-02	-3,75E-04
ADPF	MJ H_u	3,94E+04	1,21E+03	7,62E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,65E+02	3,49E+02	1,53E-03	6,14E+02	4,13E+04	-8,01E+03
WDP	m3 Welt äquiv entz.	3,26E+02	4,75E+00	1,70E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,04E+00	3,86E+00	6,68E-05	4,90E+00	3,36E+02	-5,09E+01
Legende		GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = land use and land use change; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial, kumulierte Überschreitung; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen; ADPF = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)										

Tabelle 17: Zusätzliche Umweltindikatoren pro Tonne [t] Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B7	C1	C2	C3	C4	C1-C4	A-C	D
PM	Auftreten von Krankheiten	1,44E-04	6,37E-06	4,20E-08	0,00E+00	0,00E+00	1,40E-06	4,00E-06	1,01E-11	5,40E-06	1,56E-04	-5,65E-05
IRP	kBq U235 äquiv	2,83E+02	1,46E+00	8,93E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,20E-01	2,64E+00	9,17E-07	2,96E+00	2,87E+02	-9,09E+00
ETP-fw	CTUe	1,06E+04	1,62E+02	5,80E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,56E+01	1,81E+02	1,11E-04	2,17E+02	1,10E+04	-2,06E+03
HTP-c	CTUh	5,52E-06	1,42E-08	8,55E-10	0,00E+00	0,00E+00	3,12E-09	2,04E-08	1,13E-14	2,35E-08	5,56E-06	-1,09E-06
HTP-nc	CTUh	2,82E-05	7,59E-07	4,17E-08	0,00E+00	0,00E+00	1,67E-07	1,38E-06	2,54E-13	1,55E-06	3,05E-05	-1,77E-06
SQP	dimensions-los	9,95E+03	7,25E+02	3,68E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,59E+02	6,14E+02	3,01E-03	7,73E+02	1,15E+04	-1,53E+03
Legende		PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex										

Tabelle 18 enthält Einschränkungshinweise, die entsprechend der folgenden Klassifizierung im Projektbericht und in der EPD hinsichtlich der Deklaration maßgebender Kern- und zusätzlicher Umweltwirkungsindikatoren deklariert werden müssen.

Tabelle 18: Klassifizierung von Einschränkungshinweisen zur Deklaration von Kern- und zusätzlichen Umweltindikatoren

ILCD-Klassifizierung	Indikator	Einschränkungshinweis
ILCD-Typ 1	Treibhauspotenzial (GWP, en: Global Warming Potential)	keine
	Potenzial des Abbaus der stratosphärischen Ozonschicht, (ODP, en: Ozone Depletion Potential)	keine
	potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen (PM, en: particulate Matter)	keine
ILCD-Typ 2	Versauerungspotenzial, kumulierte Überschreitung (AP, en: Acidification Potential)	keine
	Eutrophierungspotenzial, in das Süßwasser gelangende Nährstoffanteile (EP-Süßwasser)	keine
	Eutrophierungspotenzial, in das Salzwasser gelangende Nährstoffanteile (EP-Salzwasser)	keine
	Eutrophierungsspotenzial, kumulierte Überschreitung (EP-Land)	keine
	troposphärisches Ozonbildungspotential (POCP, en: Photochemical Ozone Creation Potential)	keine
	potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235 (IRP, en: potential ionizing radiation)	1
ILCD-Typ 3	Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen für nicht fossile Ressourcen (ADP-Mineralien und Metalle)	2
	Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen für fossile Ressourcen (ADP-fossil)	2
	Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer), entzugsgewichteter Wasserverbrauch (WDP, en: Water Deprivation Potential)	2
	potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme (ETP-fw)	2
	potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (HTP-c)	2
	potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (HTP-nc)	2
	potenzieller Bodenqualitätsindex (SQP, en: Soil Quality Index)	2
Einschränkungshinweis 1 — Diese Wirkungskategorie behandelt hauptsächlich die mögliche Wirkung einer ionisierenden Strahlung geringer Dosis auf die menschliche Gesundheit im Kernbrennstoffkreislauf. Sie berücksichtigt weder Auswirkungen, die auf mögliche nukleare Unfälle und berufsbedingte Exposition zurückzuführen sind, noch auf die Entsorgung radioaktiver Abfälle in unterirdischen Anlagen. Die potenzielle vom Boden, von Radon und von einigen Baustoffen ausgehende ionisierende Strahlung wird eben-falls nicht von diesem Indikator gemessen.		
Einschränkungshinweis 2 — Die Ergebnisse dieses Umweltwirkungsindikators müssen mit Bedacht angewendet werden, da die Unsicherheiten bei diesen Ergebnissen hoch sind oder es mit dem Indikator nur begrenzte Erfahrungen gibt.		

Tabelle 19: Ergebnisse der Ökobilanz Ressourceneinsatz pro Tonne [t] Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B7	C1	C2	C3	C4	C1-C4	A-C	D
PERE	MJ H_u	1,47E+03	1,93E+01	9,74E+01	0,00E+00	0,00E+00	4,23E+00	5,15E+01	1,38E-05	5,57E+01	1,65E+03	-1,65E+02
PERM	MJ H_u	9,72E+01	0,00E+00	-9,72E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ H_u	1,57E+03	1,93E+01	1,40E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,23E+00	5,15E+01	1,38E-05	5,57E+01	1,65E+03	-1,65E+02
PENRE	MJ H_u	3,91E+04	0,00E+00	3,77E+02	0,00E+00	0,00E+00	2,65E+02	3,49E+02	1,53E-03	6,15E+02	4,01E+04	-8,01E+03
PENRM	MJ H_u	3,69E+02	0,00E+00	-3,69E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ H_u	3,94E+04	1,21E+03	7,62E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,65E+02	3,49E+02	1,53E-03	6,15E+02	4,13E+04	-8,01E+03
SM	kg	5,49E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,49E+02	-4,37E+02
RSF	MJ H_u	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ H_u	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FW	m^3	1,15E+01	1,53E-01	5,52E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,35E-02	1,47E-01	1,59E-06	1,81E-01	1,18E+01	-1,48E+00
Legende		PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen											

Tabelle 20: Ergebnisse der Ökobilanz Output-Flüsse und Abfallkategorien pro Tonne [t] Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B7	C1	C2	C3	C4	C1-C4	A-C	D
HWD	kg	3,25E-01	8,24E-03	7,54E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,81E-03	2,24E-03	9,77E-09	4,05E-03	3,38E-01	-8,74E-02
NHWD	kg	1,75E+03	5,89E+01	6,01E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,29E+01	1,14E+01	1,00E-02	2,43E+01	1,84E+03	-2,33E+01
RWD	kg	1,52E-01	6,55E-04	4,01E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,44E-04	1,23E-03	4,00E-10	1,37E-03	1,54E-01	-4,09E-03
CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MFR	kg	1,47E+01	0,00E+00	9,92E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,30E+02	0,00E+00	4,30E+02	4,54E+02	0,00E+00
MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	2,09E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,09E+01	0,00E+00
EET	MJ	0,00E+00	0,00E+00	1,85E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,85E+02	0,00E+00
Legende		HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU =Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch										

Tabelle 21: Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor pro Tonne [t] Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme

Biogener Kohlenstoffgehalt	Einheit	A1-A3
Biogener Kohlenstoff im Produkt	kg C	0,00E+00
Biogener Kohlenstoff in der zugehörigen Verpackung	kg C	4,19E+00
Anmerkung: 1 kg biogener Kohlenstoff entspricht 44/12 kg CO_2		

7 LCA: Interpretation

Es gilt anzumerken, dass die Wirkungsabschätzungsergebnisse nur relative Aussagen sind, die keine Aussagen über „Endpunkte“ der Wirkungskategorien, Überschreitung von Schwellenwerten, Sicherheitsmarken oder über Risiken enthalten.

Abbildung 7 zeigt die Herstellungsphase (A1-A3) als einflussreichste Lebenszyklusphase, welche für die Kernindikatoren über den Lebenszyklus (A1-C4) betrachtet mehr als 90 % der absoluten Wirkungen verursacht. A4 (Transport zur Baustelle) bzw. C3 (Recycling) können als die Phasen mit dem nächstgrößten Einfluss auf die Ergebnisse der Kernindikatoren genannt werden, wobei deren Einfluss im Vergleich zur Herstellungsphase als untergeordnet eingestuft werden kann.

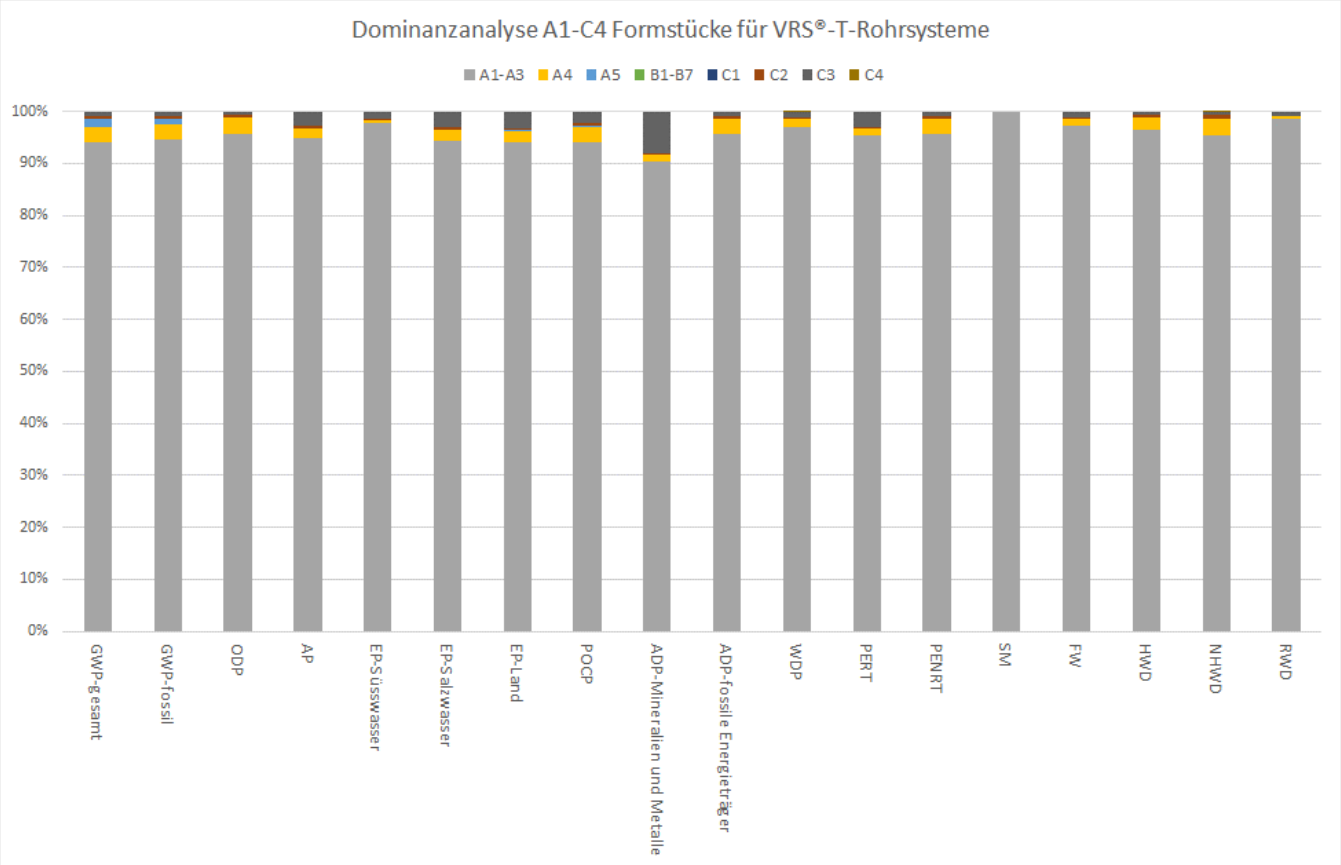


Abbildung 7: Dominanzanalyse A1-C4 Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme

Abbildung 8 zeigt für die Bewertung der Herstellungsphase (A1-A3) die Herstellung des unbeschichteten Formstücks im Werk Neumarkt St. Veit (FRISCHHUT GmbH & Co.KG) als einflussreichster Prozessschritt auf die Ergebnisse der Kernindikatoren, gefolgt vom Beschichtungsprozess im Werk Hall in Tirol (Tiroler Rohre GmbH). Die Verpackung und hier insbesondere die eingesetzten Kartonzuschnitte haben einen entsprechenden Einfluss auf die PERT-Ergebnisse (Total erneuerbare Primärenergie).

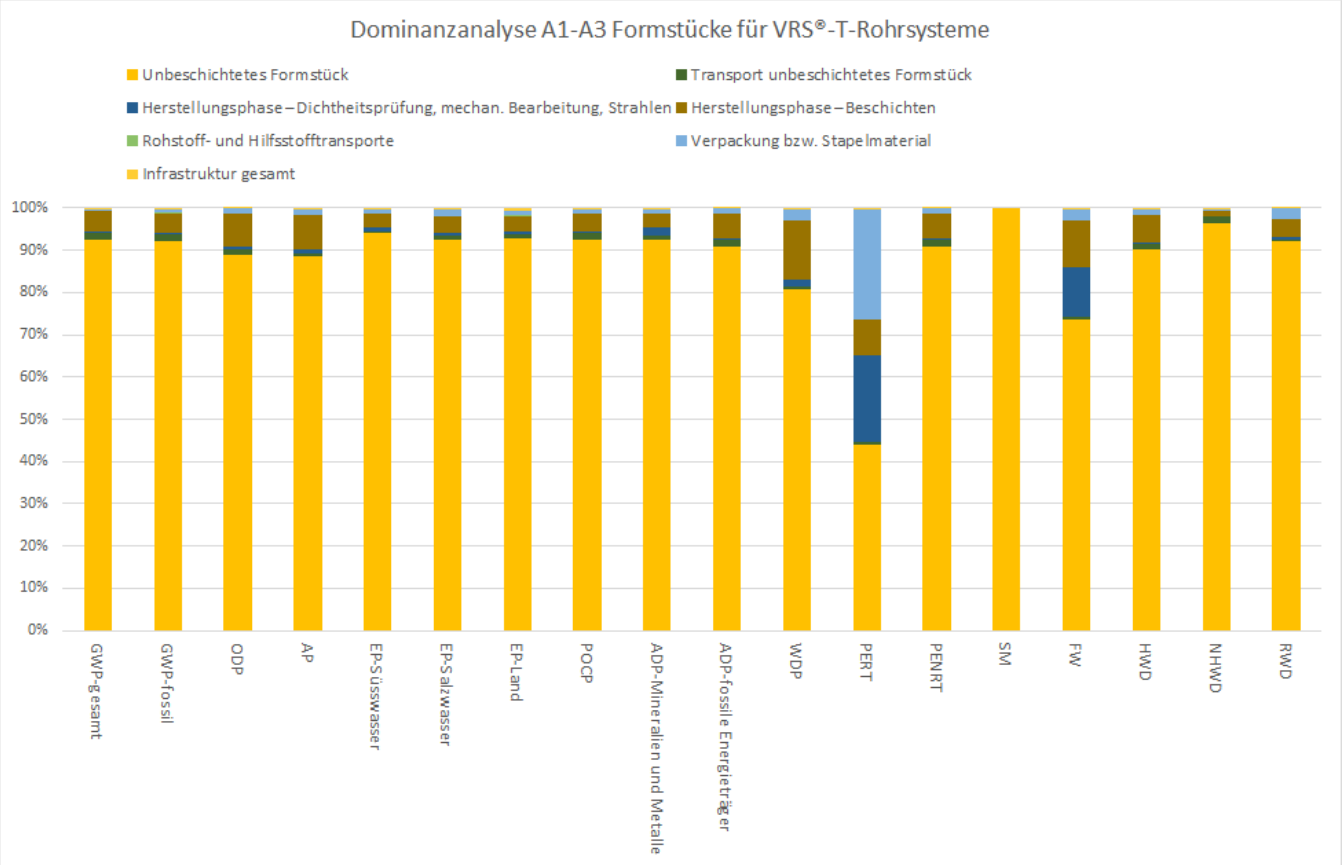


Abbildung 8: Dominanzanalyse A1-A3 Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme

8 Literaturhinweise

ÖNORM EN ISO 14025: 2010 Umweltkennzeichnung und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren

ÖNORM EN ISO 14040: 2021 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen

ÖNORM EN ISO 14044: 2021 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen

ÖNORM 15804:2012+A2:2019+AC:2021 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen für Produkte – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte

Bau EPD GmbH: PKR Anleitungstexte für Bauprodukte - Anforderungen an eine EPD für Bauprodukte aus Gusseisen, PCR-Code 2.16.8, Version 14.0, Stand 19.02.2026. Bau EPD Österreich, Wien, 2026

Bau EPD GmbH: Managementsystem-Handbuch (EPD-MS-HB) des EPD-Programms, Version 8.0.0, Stand 19.02.2026. Bau EPD Österreich, Wien, 2026

9 Verzeichnisse und Glossar

9.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auszug Teil 1 – Produktkatalog Tiroler Rohre GmbH – Duktile Formstücke mit VRS®-T Verbindung 4
Abbildung 2: Auszug Teil 2 – Produktkatalog Tiroler Rohre GmbH – Duktile Formstücke mit VRS®-T Verbindung 5
Abbildung 3: Auszug Teil 3 – Produktkatalog Tiroler Rohre GmbH – Duktile Formstücke mit VRS®-T Verbindung 6
Abbildung 4: Technische Daten Überschubmuffe U für VRS-T-Rohrsysteme 8
Abbildung 5: Flussdiagramm Herstellungsprozesse 10
Abbildung 6: Flussdiagramm Lebenszyklus 16
Abbildung 7: Dominanzanalyse A1-C4 Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme 28
Abbildung 8: Dominanzanalyse A1-A3 Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme 29

9.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Produktrelevante Regelwerke 7
Tabelle 2: Werkstoffkennwerte Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme 7
Tabelle 3: Grundstoffe in Masse-% 8
Tabelle 4: Grundstoffe Guss in Masse-% (FRISCHHUT GmbH & Co.KG) 9
Tabelle 5: Referenz-Nutzungsdauer (RSL) 11
Tabelle 6: Stückbezogenen Massen und Multiplikationsfaktoren (beispielhaft für VRS®-T U-Stück (kurz)) 12
Tabelle 7: Deklarierte Lebenszyklusphasen 13
Tabelle 8: Beschreibung des Szenarios „Transport zur Baustelle (A4)“ 19
Tabelle 9: Beschreibung des Szenarios „Einbau (A5)“ 20
Tabelle 10: Beschreibung des Szenarios „Rückbau (C1)“ 20
Tabelle 11: Beschreibung des Szenarios „Transport Entsorgung (C2)“ 21
Tabelle 12: Entsorgungsprozesse (C3 und C4) pro Tonne [t] Formstück 21
Tabelle 13: Beschreibung des Szenarios „Entsorgung des Produkts (C1 bis C4)“ 21
Tabelle 14: Nettofluss Stahlschrott in C3 22
Tabelle 15: Beschreibung des Szenarios „Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial (Modul D)“ 22
Tabelle 16: Ergebnisse der Ökobilanz Umweltauswirkungen pro Tonne [t] Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme 25
Tabelle 17: Zusätzliche Umweltindikatoren pro Tonne [t] Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme 25
Tabelle 18: Klassifizierung von Einschränkungshinweisen zur Deklaration von Kern- und zusätzlichen Umweltindikatoren 26
Tabelle 19: Ergebnisse der Ökobilanz Ressourceneinsatz pro Tonne [t] Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme 27
Tabelle 20: Ergebnisse der Ökobilanz Output-Flüsse und Abfallkategorien pro Tonne [t] Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme 27
Tabelle 21: Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor pro Tonne [t] Formstücke für VRS®-T-Rohrsysteme 27

9.3 Abkürzungen

9.3.1 Abkürzungen gemäß ÖNORM EN 15804

EPD	Umweltproduktdeklaration (en: environmental product declaration)
PKR	Produktkategorieregeln, (en: product category rules)
LCA	Ökobilanz, (en: life cycle assessment)
LCI	Sachbilanz, (en: life cycle inventory analysis)
LCIA	Wirkungsabschätzung, (en: life cycle impact assessment)
RSL	Referenz-Nutzungsdauer, (en: reference service life)
ESL	Voraussichtliche Nutzungsdauer, (en: estimated service life)
EPBD	Richtlinie zur Energieeffizienz von Gebäuden, (en: Energy Performance of Buildings Directive)
GWP	Treibhauspotenzial (en: global warming potential)
ODP	Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (en: depletion potential of the stratospheric ozone layer)
AP	Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (en: acidification potential of soil and water)
EP	Eutrophierungspotenzial (en: eutrophication potential)
POCP	Potenzial für die Bildung von troposphärischem Ozon (en: formation potential of tropospheric ozone)
ADP	Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen (en: abiotic depletion potential)"

9.3.2 Abkürzungen gemäß vorliegender PKR

CE-Kennz.	franz. Communauté Européenne = „Europäische Gemeinschaft“ oder Conformité Européenne, soviel wie „Übereinstimmung mit EU-Richtlinien“
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (de: Verordnung über die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe

Eigentümer und Herausgeber

Bau EPD GmbH
Seidengasse 13/3
1070 Wien
Österreich

Tel +43 664 2427429
Mail office@bau-epd.at
Web www.bau-epd.at

Programmbetreiber

Bau EPD GmbH
Seidengasse 13/3
1070 Wien
Österreich

Tel +43 664 2427429
Mail office@bau-epd.at
Web www.bau-epd.at

Ersteller der Ökobilanz

floGeco GmbH
Hinteranger 61d
6161 Natters
Österreich

Tel +43 664 13 515 23
Mail office@flogeco.com
Web www.flogeco.com

Inhaber der Deklaration

Tiroler Rohre GmbH
Innsbrucker Straße 51
6060 Hall in Tirol
Österreich

Tel +43 5223 503 0
Fax +43 5223 436 19
Mail office@trm.at
Web www.trm.at