

THIRD-PARTY-REPORT

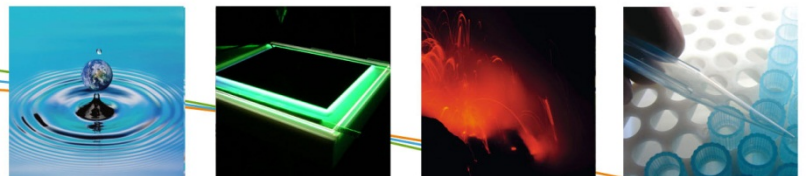
# Ökobilanz (Life Cycle Assessment) eines PVC-U Vollwand Kanalrohr- systems nach EN 1401

Endversion

Spirinckx Carolin, Ive Vanderreydt, An Vercalsteren, Katrien Boonen und Karolien Peeters

Die Studie wurde unter Aufsicht der Vereinigung der europäischen Kunststoffrohr- und Formstückproduzenten - TEPPFA durchgeführt.  
2010/TEM/R/234

Revision 1, 23. März 2012



**VITO NV**

Boeretang 200 – 2400 MOL – BELGIUM  
Tel. + 32 14 33 55 11 – Fax + 32 14 33 55 99  
vito@vito.be – www.vito.be

VAT BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)  
Bank 435-4508191-02 KBC (Brussel)  
BE32 4354 5081 9102 (IBAN) KREDBEBB (BIC)



Alle Rechte, darunter das Urheberrecht, an den in diesem Dokument beschriebenen Materialien liegen bei der Vereinigung der europäischen Kunststoffrohr- und Formstückproduzenten ("TEPPFA"), Avenue de Cortenbergh, 66, B-1000 Brüssel (Belgien).

Die in diesem Dokument bereitgestellten Informationen sind vertrauliche Informationen von TEPPFA. Ohne einer vorherigen schriftlichen Genehmigung darf dieses Dokument nicht – weder in Teilen noch im Ganzen – für folgende Aspekte verwendet werden: um Ansprüche zu erheben, um Abläufe durchzuführen, um öffentlich zu werben oder für die Akquise im allgemeinen Sinn.



---

**I NHALTSANGABE**

<i>Inhaltsangabe</i>	<u>1</u>
<i>Kapitel 1 Einleitung</i>	<u>3</u>
<i>Kapitel 2 Ziel und Umfang der Studie</i>	<u>5</u>
2.1 Ziel der Studie	<u>5</u>
2.2 Umfang der Studie	<u>5</u>
<i>Kapitel 3 Sachbilanz</i>	<u>9</u>
3.1 Datenanforderungen	<u>9</u>
3.2 Datenerhebungsverfahren	<u>10</u>
<i>Kapitel 4 Wirkungsabschätzung</i>	<u>13</u>
4.1 Methodik	<u>13</u>
4.2 Das Umweltprofil des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems	<u>14</u>
<i>Kapitel 5 Schlussfolgerungen</i>	<u>17</u>
<i>Kapitel 6 Kritische Prüfung</i>	<u>19</u>
6.1 Einleitung	<u>19</u>
6.2 Review Prozess	<u>19</u>
6.3 Wissenschaftlicher Hintergrund	<u>20</u>
6.4 Kritische Prüfung	<u>20</u>
6.5 Zusammenfassung	<u>22</u>
<i>Referenzliste</i>	<u>23</u>



---

## Kapitel 1

## EINLEITUNG

---

Die Vereinigung der europäischen Kunststoffrohr- und Formstückproduzenten (TEPPFA) möchte einen tieferen Einblick in die umfassenden Umweltwirkungen gewinnen, die im Laufe des Lebenszyklus von bestimmten Rohrsystemanwendungen auftreten. Aus diesem Grund hat TEPPFA in Zusammenarbeit mit VITO, dem Flämischen Institut für technologische Forschung, ein Ökobilanz-Projekt durchgeführt. Ziel des Projekts ist die Durchführung einer Ökobilanz (LCA) von vier spezifischen Anwendungen von Rohrleitungssystemen über den gesamten Lebensweg von der Wiege bis zur Bahre. Die Analyse beleuchtet die verschiedenen Umweltaspekte, die mit den vier Rohrleitungssystemen einhergehen, von der Gewinnung der primären Rohstoffe bis hin zu den verschiedenen „End-of-life“ Optionen am Ende der Nutzungsdauer.

Mit dem vorliegenden Dokument erstattet VITO Bericht über die Ökobilanz-Studie, die im Auftrag der Vereinigung der europäischen Kunststoffrohr- und Formstückproduzenten (TEPPFA) für ein einzelnes Kunststoffrohrsystem durchgeführt wurde. Ziel des Projekts ist die Veröffentlichung der Ökobilanz-Ergebnisse in Form einer EPD (Environmental Product Declaration resp. Umweltproduktdeklaration). Diese Studie ist Teil eines Gesamtprojektes, in dem Kunststoffrohrsysteme aus verschiedenen Anwendungsbereichen mittels einer Ökobilanz analysiert werden.

Dieses Dokument ist eine Zusammenfassung der Ökobilanz des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems für Abwasser und dient als „Third-Party-Report“, der sich an eine breite Öffentlichkeit richtet. TEPPFA kann diese Ergebnisse im Weiteren für folgende Zwecke nutzen:

- zur Unterstützung von Bestrebungen bezüglich nachhaltigen Bauens;
- zum Vorwegnehmen künftiger Rechtsvorschriften betreffend Umwelt sowie Zertifizierung in Bezug auf Produktentwicklung;
- zur Kommunikation mit verschiedenen Interessensgruppen;
- zur Einreichung einer „Environmental Product Declaration“ (EPD), wie in [ISO 14025, 2006] und in den Dokumenten des europäischen Komitees für Normung CEN beschrieben [CEN 350, 2008-2009];
- zur Fokussierung von Verbesserungsarbeiten auf jene Prozessphasen, welche die größten Umweltauswirkungen verursachen
- zur Einbeziehung bei der Neuentwicklung von Produkten

VITO ist Autor dieser umfassenden Ökobilanz-Studie, die im Auftrag von TEPPFA erstellt wurde. Die Studie wurde Anfang 2009 gestartet und im April 2010 abgeschlossen. Die Ökobilanz wurde durch denkstatt kritisch überprüft (siehe Kapitel 6).

Die angewendete Methodik zur Ermittlung der Umweltaspekte von PVC-U Vollwand Kanalrohrsystemen ist konform mit der Ökobilanz-Methodik, wie sie in den ISO-Normen [ISO 14040, 2006] und [ISO 14044, 2006] beschrieben ist.

Entsprechend dieser ISO-Normen wird eine Ökobilanz in 4 Phasen durchgeführt:

1. Definition von Ziel und Umfang der Studie
2. Sachbilanz (*Life cycle data inventory - LCI*)
3. Ermittlung der Umweltauswirkungen mithilfe einer Wirkungsabschätzung (*Life cycle impact assessment - LCIA*)
4. Interpretation

Für dieses Projekt wurden die unterschiedlichen Umweltwirkungskategorien verwendet, die im Entwurfsdokument durch das Technische Komitee CEN/TC 350 „Sustainability of construction works“ erarbeitet wurden [CEN 350, 2008-2009]. Eine Übersicht dieser Kategorien kann der Entwurfsversion der Norm prEn 15804 (Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie der Bauprodukte) entnommen werden.

Die Ausführung dieses „Third-Party-Reports“ entspricht den 4 Phasen einer Ökobilanz, wobei die einzelnen Kapitel jeweils eine Phase beschreiben. Alle relevanten ISO-Richtlinien wurden in diesem „Third-Party-Report“ angewendet ([ISO 14044, 2006], Absatz 5.2).



---

## Kapitel 2

## ZIEL UND UMFANG DER STUDIE

---

### 2.1 Ziel der Studie

TEPPFA möchte eine Ökobilanz von der Wiege bis zur Bahre im Einklang mit den ISO-Normen 14040 und 14044 erstellen, um die Umweltverträglichkeit der Kunststoffrohrsysteme zu beurteilen. Diese Ökobilanz hat das Ziel, ein PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem für Abwasser zu untersuchen. Dabei sollen umfassende und zuverlässige Informationen zur Umweltverträglichkeit des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems über den gesamten Lebensweg gesammelt und bewertet werden. Zugleich ist diese Studie eine zuverlässige Datenbasis für die Erfüllung der ISO 14025 zur Umweltproduktdeklaration (EPD) auf europäischer Ebene für ein PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem. Das europäische Komitee für Normung (CEN) bietet den Rahmen mit den Arbeiten des Technischen Komitees CEN/TC 350 – Nachhaltigkeit von Bauwerken), deren Ergebnisse für die Studie verwendet wurden [CEN 350, 2008-2009].

Die Zielgruppen dieser Ökobilanz-Studie über PVC-Rohrleitungssysteme sind in erster Linie die TEPPFA-Mitgliedsunternehmen und ihre nationalen Verbände und darüber hinaus andere an der Studie interessierte Gruppen wie z.B. Behörden, Fachleute und Anwender. Für Letztere plant TEPPFA die Informationen dieser Studie in zusammengefasster Form für Marketingzwecke und Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung zu stellen. Damit sollen unter anderem Kunden Daten für die Erstellung von Sachbilanzen und Umweltproduktdeklarationen in der Baubranche und im Baugewerbe zugänglich gemacht haben.

Da TEPPFA die Ergebnisse der Ökobilanz veröffentlichen möchte, wird eine kritische Prüfung durchgeführt sowie ein „Third-Party-Report“ erstellt. Die kritische Prüfung wird von denkstatt durchgeführt.

### 2.2 Umfang der Studie

Der Umfang der Studie ist durch die funktionelle Einheit definiert. Die funktionelle Einheit steht in enger Beziehung zu der Funktion bzw. den Funktionen, die das zu untersuchende Produkt erfüllen soll. Das PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem hat die Funktion, eine bestimmte Menge an Abwasser vom Eintritt in das Abwassernetz bis zum Eintritt in die Kläranlage zu transportieren (Freispiegelleitung). Gemeinsam mit TEPPFA, dem Steuerungskomitee und der Anwendergruppe (AG) „Civils“ wurde die Definition der Funktion und der funktionellen Einheit des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems diskutiert. Die Definition der funktionellen Einheit sollte die Funktion des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems über den gesamten Lebenszyklus darstellen: Rohstoffgewinnung (Ausgangsstoffe), Produktion der Werkstoffe, Produktion der Rohre und Formstücke, Einbauphase, Nutzungsdauer und die Verwertung und Entsorgung des Abfalls nach dem Ende der Nutzungsdauer der PVC-U Rohre und Formstücke.

Die funktionelle Einheit des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems wurde definiert als: „Unterirdische schwerkraftbasierte Beförderung des Abwassers durch ein typisches europäisches PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem (Ø 250 mm) über eine Distanz von 100

Metern, ausgehend vom Eintritt in das Abwassernetz bis zum Eintritt in die Kläranlage über eine gesamte Nutzungsdauer von 100 Jahren, berechnet pro Jahr“.

Die funktionelle Einheit des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems wurde wie folgt bemessen:

- Rohre: Durchmesser 250 mm, Länge 5 m, Steckmuffenverbindung, Vollwandrohr, aus Primärmaterial, Farbe rotbraun, Ringsteifigkeit SN4 (repräsentativ für die durchschnittlichen Rohrdurchmesser vom Eintritt in Abwassernetz bis zum Eintritt in die Kläranlage);
- Einsteigschacht alle 45 m (SMP) 630 mm Schacht, ohne Schachtabdeckung;
- Nutzungsdauer 100 Jahre [TNO, 2008];
- Anzahl an Formstücken inklusive Dichtungen (ungefähr 5%) anhand aktueller Verkaufszahlen berechnet;
- Referenzlänge 100 Meter;
- Gefälle 1/200 (Kapazität in Liter/Sekunde - Volumen des transportierten Abwasser);
- Füllgrad 100% → Anzahl angeschlossener Haushalte.

Zusätzliche Basisvorgaben zur Bemessung der funktionellen Einheit:

- Wohngebiet: 12.500 Einwohner;
- Wasserverbrauch pro Person 130 Liter/Tag (13 Liter/Stunde, über 10 Stunden);
- Gesamtabflusskapazität: 162,5 m<sup>3</sup>/Stunde;
- Fließgeschwindigkeit: 1 Meter/Sekunde;
- Rohraußendurchmesser: ø 250 mm;
- Genormte Rohrreihe SDR 41;
- Wandstärke: 6,2 mm.

Der Lebenszyklus des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems wurde wie folgt in verschiedene Phasen aufgeteilt:

- Gewinnung der Rohstoffe (Ausgangsstoffe) und Herstellung der Werkstoffe für die Produktion der PVC-U Vollwandrohre
- Transport der Werkstoffe für die Produktion der PVC-U Vollwandrohre zum Verarbeiter
- Verarbeitungsprozess (Extrusion der PVC-U Vollwandrohre)
- Gewinnung der Rohstoffe (Ausgangsstoffe) und Herstellung der Werkstoffe für die Produktion der PVC-U Formstücke
- Transport der Werkstoffe für die Produktion der PVC-U Formstücke zum Verarbeiter
- Verarbeitungsprozess (Spritzguss der PVC-U Formstücke)
- Gewinnung der Rohstoffe (Ausgangsstoffe) und Herstellung der Werkstoffe für die Produktion der Polypropylen (PP) Einsteigschächte
- Transport der Werkstoffe für die Produktion der PP Einsteigschächte zum Verarbeiter
- Verarbeitungsprozess (Spritzguss der PP Einsteigschächte)
- Gewinnung der Rohstoffe (Ausgangsstoffe) und Herstellung der Werkstoffe für die Produktion der Dichtungsringe aus Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR)
- Transport der Werkstoffe für die Produktion der Dichtungsringe aus SBR zum Verarbeiter
- Verarbeitungsprozess der Dichtungsringe aus SBR
- Transport des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems zur Baustelle
- Einbau des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems in der Baugrube
- Betriebliche Nutzung und Wartung des kompletten PVC-U Abwasserkanalrohrsystems, während einer 100-jährigen Nutzungsdauer
- Ausbau des kompletten PVC-U Kanalrohrsystems nach einer 100-jährigen Nutzungsdauer aus der Baugrube

- Transport des kompletten PVC-U Kanalrohrsystems nach einer 100-jährigen Nutzungsdauer zu einer abfallwirtschaftlichen Behandlung
- Abfallbehandlung des kompletten PVC-U Kanalrohrsystems nach einer 100-jährigen Nutzungsdauer

Die folgenden Prinzipien werden bei der Festlegung der Systemgrenzen zu Grunde gelegt:

- Die Infrastruktur der Fabriken zur Verarbeitung von PVC-U Rohren und Formstücken werden in dieser Studie nicht betrachtet (Herstellung von Investitionsgütern wie Gebäuden oder Ausrüstung).
- Für alle anderen Prozesse (Herstellung von Ausgangsmaterialien, Energie, Transport, etc.) sind die Auswirkungen der Investitionsgüter in der Studie einbezogen. So werden zum Beispiel die Auswirkungen der Rohrleitungen für den Transport der Rohstoffe (z.B. Erdgas) berücksichtigt, ebenso wie die Auswirkungen der Herstellung der Transportmittel (z.B. LKW) und der Infrastruktur (z.B. Straßen).
- Verschmutzungen durch Unfälle werden in dieser Ökobilanz nicht berücksichtigt.
- Auswirkungen auf die Umwelt, die durch das Personal von Produktionseinheiten verursacht werden, werden außer Acht gelassen. Umweltmaßnahmen im Bereich der Abfallbehandlung (z. B. Verbrennungsöfen) sind in der Ökobilanz berücksichtigt. Großes Augenmerk wird dabei auf die Abfallbehandlung gelegt und somit auch auf den letzten Bestimmungsort der erzeugten Abfallströme.
- Zur Modellierung der verschiedenen Abfallbehandlungsprozesse wurden in dieser Ökobilanz-Studie der „End-of-Life-Approach“ für Verbrennung und Deponierung sowie der „Recycled-Content-Approach“ für das Recycling verwendet.
  - Für die Verbrennung und Deponierung bedeutet dies, dass die Belastungen (sowie die Gutschriften: zum Beispiel die Wärmerückgewinnung während der Müllverbrennung) der Abfallmenge, die in Abfallbehandlungsanlagen behandelt wird, dem Prozess zugeordnet wird, der den Abfall verursacht hat. Das bedeutet in diesem Fall dem PVC-U Vollwand Kunststoffrohrsystem. Mit Energierückgewinnung verbrannter Abfall wird in dieser Studie berücksichtigt. Das bedeutet, dass Emissionen und Energieverbrauch, die durch die Abfallbehandlung verursacht werden, in der Ökobilanz mit eingeschlossen sind. Der durch die Müllverbrennung verringerte Stromverbrauch infolge der energetischen Nutzung des verbrannten Abfalls wird ebenfalls berücksichtigt.
  - Beim Abfallrecycling werden die Gutschriften der Rezyklate berücksichtigt - sekundäre Rohstoffe, die als Inputmaterial genutzt werden können, verringern die Menge an benötigten Primärrohstoffen - und dem Produktsystem zugeordnet, das die Rezyklate nutzt. Das beinhaltet auch den Transport zur Recyclinganlage. Der Recyclingprozess selbst und die Tatsache, dass weniger primäre Rohstoffe benötigt werden, wenn die Produkte des Recyclingprozesses als Sekundärrohstoffe genutzt werden, werden dem Produktsystem bzw. Lebenszyklus zugeordnet, wo die Rezyklate genutzt werden.

Nur für einige Prozesse wurde das sogenannte „Abschneidekriterium“ („cut-off“) angewendet, die eine Vernachlässigung erlaubt, wenn der Masseninput weniger als 1% beträgt.

- Der Transport der verschiedenen Verpackungsabfälle zur jeweiligen Behandlungsanlage;
- Die Produktion der Verpackungsmaterialien, um die Werkstoffe für die PVC-U Rohre und PVC-U Formstücke zu verpacken, um sie leicht vom Produzent zum Verarbeiter transportieren zu können.

Für das TEPPFA-Projekt benutzt VITO jene Umweltwirkungskategorien, die in den Dokumenten des Technischen Komitees CEN/TC 350 angeführt werden. (Nachhaltigkeit von Bauarbeiten – Umweltdeklarationen für Produkte – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte – präsentiert im Entwurf prEN 15804 (CEN TC 350 Rahmendokument, 2008-2009)

Die Ergebnisse einer Ökobilanz hängen von verschiedenen Faktoren ab. Sensitivitätsanalysen analysieren den Einfluss der wichtigsten und angreifbarsten Faktoren auf das Resultat der Studie. Das Ergebnis einer Sensitivitätsanalyse wird mit den Basisszenarien verglichen. Eine Sensitivitätsanalyse macht die Basisdaten einer Studie nicht zuverlässiger, ermöglicht aber eine Beurteilung der Auswirkungen von Änderungen der Sachbilanzdaten auf die Studie und deren Schlussfolgerungen.

VITO entschied sich in diesem Projekt dafür, keinen großen Aufwand in Sensitivitätsanalysen zu investieren, da bei der Ökobilanzierung des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems die Daten sowie die Datenunsicherheit der wichtigsten Lebenszyklusphasen ausreichend während der Workshops diskutiert wurden. Diese Daten beruhen auf europäischen Durchschnittswerten, die von PlasticsEurope erhoben wurden (PVC-U Werkstoff für Rohre – hauptsächlich durch die Produktion des PVC Rohstoffes verursacht) oder beruhen auf unternehmensspezifischen Informationen über die Art und Weise des Transports der TEPPFA-Mitgliedsunternehmen (Durchschnitt von individuellen Datensätzen von verschiedenen Mitgliedsunternehmen).

Einen großen Aufwand in Sensitivitätsanalysen für andere Lebenszyklusphasen zu investieren, die einen weniger wichtigen Beitrag zum gesamten Umweltprofil beitragen, war nach Meinung von VITO nicht effizient. Zusätzliche Sensitivitätsanalysen würden für dieses Projekt keinen großen Mehrwert haben.

## Kapitel 3

## SACHBILANZ

## 3.1 Datenanforderungen

Ziel ist es, einen Datensatz zusammenzustellen, der repräsentativ und für das genormte PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem zutreffend ist. Die Daten, die in dieser Ökobilanz verwendet wurden, sind nicht fallspezifisch, sondern sie reflektieren die gegenwärtige Situation in Europa. Der Produktionsprozess verläuft in europäischen Anlagen nach den europäischen Standardnormen und läuft damit nahezu gleich ab. Da die Ökobilanz des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems für einen vorweggenommenen europäischen Durchschnitt durchgeführt wird, werden Daten von europäischen Herstellern verwendet. Die TEPPFA-Mitgliedsunternehmen repräsentieren mehr als 50 % des europäischen Marktes für Kunststoffrohrsysteme.

Alle Daten beziehen sich durch die Verwendung existierender Produktionstechnologien auf die bestehende Situation in Europa. Die Daten repräsentieren den gegenwärtigen Stand der Technik. Dabei bildet Europa die geographische und der Zeitraum von 2000 bis 2008 die zeitliche Systemgrenze für die verwendeten Daten.

Die verwendeten Daten wurden in einer widerspruchsfreien Darstellung im Bericht aufgezeichnet und zudem kritisch überprüft, so dass sie leicht reproduziert werden können. Wenn in diesem Dokument auf ein „Rohrsystem“ verwiesen wird, ist ein Rohrsystem gemeint, das den Durchschnitt auf europäischer Ebene repräsentiert und nicht ein spezifisches Rohrsystem. Die Berechnungen der benötigten Menge an PVC-U Rohren, PVC-U Formstücken, PP Einsteigschächten und Dichtungsringe aus SBR (für jeweils 100 Meter eines durchschnittlichen europäischen Abwassernetzes) basieren auf einem Konsens in bzw. mit der „AG Civils“. Die in Tabelle 1 dargestellten Berechnungen beruhen auf einem Rohrsystem von 100 Metern.

Tabelle 1: Funktionelle Einheit des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems

PVC Rohrsystem	Masse (kg/45,285m) - Nutzungsdauer 100 Jahre	Masse (kg/100m) - Nutzungsdauer 100 Jahre	Masse (kg/funktioneller Einheit und excl. Verschnitt)	Masse (kg/funktioneller Einheit und incl. Verschnitt)	Masse PVC Rohrverschnitt während der Installation (2%) (kg/funkt. Einheit)
PVC Rohre	316,34	698,554	6,986	7,125	0,140
PVC Formstücke	15,82	34,934	0,349		
SBK Dichtungsringe	1,827	4,034	0,040		
PP Einsteigschächte	52,22	115,314	1,153		

Für jede Lebenszyklusphase wurde eine Übersicht über alle Umweltflüsse, welche die funktionelle Einheit betreffen, erstellt:

**Angaben über die Rohstoffe für die PVC-U Rohre und Formstücke** kommen von PlasticsEurope (die Vereinigung der europäischen Kunststoffhersteller) und der Vereinigung PVC4Pipes: Rohstoffrezeptur zur Herstellung von PVC-U Rohren und

Formstücken). Dabei repräsentiert PlasticsEurope die europäische Kunststoff-Fertigungskette.

**Angaben über Extrusions- und Spritzgussverfahren** wurden im Rahmen eines Projektes durch TNO, einem niederländischen Forschungsinstitut, im Auftrag von PlasticsEurope erhoben. TNO sammelte die umweltrelevanten Input- und Outputdaten, die im Zusammenhang mit der Extrusion von PVC-U Rohren und dem Spritzgießen von PVC-U Formstücken stehen. Experten von TEPPFA und VITO führten eine kritische Prüfung der vorgeschlagenen Datensätze für die beiden Verarbeitungsprozesse durch und formulierten Fragen und Anmerkungen an TNO. Schließlich erstellten die Experten von TEPPFA und VITO eine überarbeitete Fassung für den europäischen Durchschnitts-Datensatz für die Extrusion von PVC-U Rohren sowie den Spritzguss von PVC-U Formstücken. Diese Datensätze beinhalten auch den Transport von Werkstoffen zur Verarbeitung sowie das Verpacken der produzierten Rohre und Formstücke. Die überarbeiteten Datensätze wurden im Zuge dieser Ökobilanz-Studie verwendet und wurden ebenso von TNO für das PlasticsEurope-Projekt bestätigt und angewendet.

**Daten von weiteren Rohrsystemkomponenten** wie Mengen, die für die funktionelle Einheit benötigt werden, stammen von TEPPFA-Experten und aus öffentlich zugänglichen Ökobilanz-Datenbanken (Ökobilanz-Daten in kg je Komponente, die Teil des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems sind).

**Anwendungsspezifische Daten** stehen mit allen Phasen des Lebenszyklus in Zusammenhang - vom Transport des verpackten PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems zum Kunden bis zur abfallwirtschaftlichen Behandlung nach dem Nutzungsende. In diesem Kontext bereitete VITO einen anwendungsspezifischen Fragebogen in enger Zusammenarbeit mit den TEPPFA-Experten vor. Die Sammlung anwendungsbezogener Daten umfasst die Identifikation von verschiedenen Arten von Szenarien für den Transport zur Baustelle, den Einbau, den Ausbau und die abfallwirtschaftliche Behandlung am Lebensende. In der Nutzungsphase ist lediglich die Wartung des PVC-U Vollwand Rohrsystems relevant (Spülen des Rohrsystems). Die betriebliche Nutzung ist nicht relevant und somit auch nicht in der Ökobilanz berücksichtigt.

### 3.2 Datenerhebungsverfahren

Wo immer es möglich ist, basiert die Datenerhebung auf abgeleiteten Daten von Mitgliedsunternehmen der TEPPFA, von TEPPFA-Experten, von repräsentativen Organisationen für die Rohstoffproduzenten, von Lieferanten und von offiziellen Ökobilanz-Datenbanken. TEPPFA stellt, mit logistischer Unterstützung von VITO, alle umweltbezogenen Daten für Prozesse die während der Verarbeitung und während der Anwendung selbst zur Verfügung (Transport zur Baustelle, Einbau, Ausbau nach 100 Jahren Nutzungsdauer, Transport zur abfallwirtschaftlichen Behandlung am Lebensende und abfallwirtschaftliche Behandlung). Der Prozess der Datenerhebung wurde im Rahmen mehrerer Workshops mit den TEPPFA-Mitgliedsunternehmen diskutiert.

Zusammengefasst zielt das Datenerhebungsverfahren ab auf:

- Anfragen (basierend auf den spezifischen Fragebögen) bei relevanten Akteuren der repräsentativen Organisationen der Rohstoffproduzenten, die verschiedenen TEPPFA-Mitgliedsunternehmen und deren Zulieferer
- gleichzeitig werden Literaturquellen herangezogen, in denen ähnliche Themenkomplexe behandelt werden
- im Bedarfsfall werden spezifische für Europa relevante Daten durch die TEPPFA-Mitgliedsunternehmen bereitgestellt und verwendet
- Hintergrunddaten werden aus der Literatur bzw. allgemein öffentlichen Datenbanken bezogen (allgemeine, für Europa repräsentative Daten)

- auf fundierten Argumenten basierende Annahmen werden für jene Aspekte getroffen, für die keine spezifischen oder Literaturdaten gefunden werden können.





---

## Kapitel 4

## WIRKUNGSABSCHÄTZUNG

---

### 4.1 Methodik

Bei der Wirkungsabschätzung werden die Emissions- und Verbrauchsdaten der Sachbilanzphase in Form von Umweltwirkungskategorien zusammengestellt. Der Einsatz von Rohstoffen, Werkstoffen, Energieverbrauch, Emissionen und Abfall werden in einen Beitrag an den Umweltwirkungskategorien umgewandelt. Das Ergebnis der Wirkungsabschätzung ist eine Abbildung oder Tabelle, in der die Umweltwirkungskategorien dargestellt werden. Dabei wird das Umweltprofil der gewählten funktionellen Einheit „Unterirdische schwerkraftbasierte Beförderung des Abwassers durch ein typisches europäisches PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem (Ø 250mm) über eine Distanz von 100 Metern, ausgehend vom Eintritt in das Abwassernetz bis zum Eintritt in die Kläranlage über eine gesamte Nutzungsdauer von 100 Jahren, berechnet pro Jahr“ beschrieben.

VITO verwendet in diesem Projekt jene Umweltwirkungskategorien, welche in den Entwurfsdokumenten durch das Technische Komitee CEN TC350 vorbereitet wurden [CEN 350, 2008-2009]:

- Abiotischer Abbau (kg Sb Äquivalent);
- Versauerung (kg SO<sub>2</sub> Äquivalent)
- Überdüngung (kg (PO<sub>4</sub>)<sup>3-</sup> Äquivalent)
- Globale Erwärmung (kg CO<sub>2</sub> Äquivalent)
- Ozonschichtzerstörung (kg CFC-11 Äquivalent)
- Sommersmog (kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> Äquivalent)

Eine Ökobilanz berechnet den potentiellen Beitrag des Rohrsystems über seinen gesamten Lebenszyklus zu den verschiedenen Umweltwirkungskategorien. Strahlungsbelastung steht oft in Zusammenhang mit dem Stromverbrauch, aber inzwischen ist bekannt, dass der Beitrag der Stromerzeugung zur Strahlungsbelastung vernachlässigbar ist. Aus diesem Grund berücksichtigt VITO Strahlungsbelastung nicht als eine Umweltwirkungskategorie in dieser Ökobilanz-Studie.

VITO benutzt für die Durchführung der Wirkungsabschätzung (LCIA) und zur Erstellung des Umweltprofils des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems für Abwasser das Ökobilanz-Softwarepaket „SimaPro 7.3.0“.

Bei der Erörterung der Ergebnisse des individuellen Profils des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems ist es wichtig zu wissen, ob ein Prozess eine signifikante Auswirkung auf eine Umweltwirkungskategorie hat oder nicht. Dafür wird der ISO-Rahmen [ISO 14044, 2006] herangezogen. Nach ISO 14044, Anhang B, kann die Bedeutung der Beiträge in Bezug auf den prozentuellen Anteil klassifiziert werden. Die Reihungskriterien sind:

- A: Beitrag > 50%: höchste Wichtigkeit, signifikanter Einfluss;
- B: 25% < Beitrag ≤ 50%: sehr wichtig, relevanter Einfluss;
- C: 10% < Beitrag ≤ 25%: mäßig wichtig, gewisser Einfluss;
- D: 2,5% < Beitrag ≤ 10%: eher unwichtig, geringer Einfluss;
- E: Beitrag < 2,5%: unwichtig, zu vernachlässigender Einfluss.

## 4.2 Das Umweltprofil des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems

Das Umweltprofil zeigt den Einfluss der verschiedenen Prozesse im Lebenszyklus in Bezug auf die jeweilige Umweltwirkungskategorie. Für jede Umweltwirkungskategorie wird der Gesamtbeitrag des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems auf 100% gesetzt und die relativen Beiträge der einzelnen Teilprozesse werden sichtbar.

Tabelle 2 und Abbildung 1 zeigen das **Umweltprofil des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems von der Wiege bis zur Bahre** (ausgedrückt je funktioneller Einheit). Dieses Umweltprofil zeigt für jede Umweltwirkungskategorie den Beitrag der einzelnen Prozesse über den gesamten Lebenszyklus hinweg.

Tabelle 2: Umweltprofil des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems (von der Wiege bis zur Bahre) in absoluten Zahlen je funktioneller Einheit

Umweltwirkungskategorie	Abiotischer Abbau	Versauerung	Überdüngung	Globale Erwärmung	Ozonschichtzerst.	Sommersmog
Lebenszyklusphasen	kg Sb -Äqu.	kg SO <sub>2</sub> -Äqu.	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -Äqu.	kg CO <sub>2</sub> -Äqu.	kg CFC-11-Äqu.	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -Äqu.
<b>Produktionsphase</b>						
Produktion der Werkstoffe für PVC-U Rohre	0,14189	0,03248	0,00550	12,06680	0,000000030	0,00199
Transport der Werkstoffe für die Produktion der PVC-U Rohre zum Verarbeiter	0,00251	0,00135	0,00036	0,34356	0,000000060	0,00004
Verarbeitung (Extrusion der PVC-U Rohre)	0,01634	0,01000	0,00656	2,18538	0,000000090	0,00042
Produktion der Werkstoffe für PVC-U Formstücke	0,00801	0,00180	0,00030	0,67064	0,000000003	0,00012
Transport der Werkstoffe für die Produktion der PVC-Formstücke zum Verarbeiter	0,00017	0,00009	0,00002	0,02354	0,000000004	0,00000
Verarbeitung (Spritzguss der PVC-U Formstücke)	0,00199	0,00118	0,00077	0,26319	0,000000010	0,00005
Produktion der SBR-Dichtungsringe	0,00217	0,00082	0,00017	0,19950	0,000000040	0,00004
Produktion der PP-Einsteigschächte	0,04315	0,01030	0,00274	3,00678	0,000000040	0,00064
<b>Einbauphase</b>						
Transport des kompletten PVC-U Rohrsystems zur Baustelle	0,00487	0,00206	0,00054	0,68541	0,000000001	0,00008
Einbau des kompletten PVC-U Rohrsystems in der Baugrube	0,04536	0,04400	0,01125	6,56941	0,000000084	0,00132
<b>Nutzungsphase</b>						
Nutzung des PVC-U Rohrsystem, während einer 100-jährigen Nutzungsdauer	0	0	0	0	0	0
Wartung des PVC-U Rohrsystem, während einer 100-jährigen Nutzungsdauer	0,00380	0,00408	0,00098	0,55092	0,000000001	0,0011
<b>End-of-life Phase</b>						
Transport des kompletten PVC-U Rohrsystems nach einer 100-jährigen Nutzungsdauer zu einer abfallwirtschaftlichen Behandlung	0,00052	0,00027	0,00007	0,07429	0,000000001	0,00009
Abfallbehandlung des kompletten PVC-U Rohrsystems nach einer 100-jährigen Nutzungsdauer	-0,00042	-0,00010	-0,00022	0,23816	0,000000003	-0,00005
<b>Total</b>	<b>0,27037</b>	<b>0,10833</b>	<b>0,02905</b>	<b>26,87759</b>	<b>0,0000013</b>	<b>0,00482</b>

A: Beitrag > 50%: der wichtigste, wesentliche Einfluss

B: 25% < Beitrag ≤ 50%: sehr wichtiger Beitrag, relevanter Einfluss

C: 10% < Beitrag ≤ 25%: wichtiger Beitrag, gewisser Einfluss

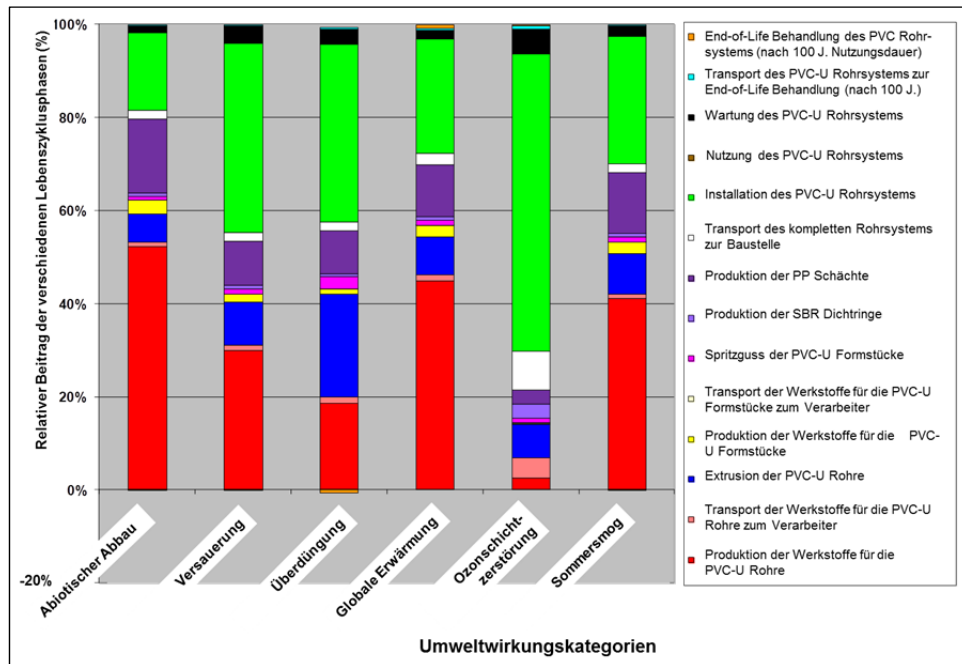


Abbildung 1: Umweltprofil des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems von der Wiege bis zur Bahre (je funktioneller Einheit)

Die Analyse des Umweltprofils für das PVC-U Rohrsystem zeigt, dass in Abhängigkeit der Umweltwirkungskategorie die **Produktion der Werkstoffe für die PVC-U Rohre** einen Beitrag zwischen 19% und 52% aufweist. Bei der Ozonschichtzerstörung, Versauerung und Überdüngung wird die Installationsphase relativ gesehen wichtiger. Die Installationsphase trägt zur Ozonschichtzerstörung 64% bei.

Eine detailliertere Analyse der Herstellung der Werkstoffe für die PVC-U Rohre zeigt, dass die Produktion des Polyvinylchlorids (PVC-U) den größten Beitrag an den Umweltwirkungen verursacht. Bei der Ozonschichtzerstörung liegt die Ursache für den Beitrag der PVC-U Werkstoffe für die Rohrherstellung im Wesentlichen in der Herstellung der Stabilisatoren und Gleitmittel bzw. der Herstellung der organischen braunen Pigmente.

Es ist jedoch festzuhalten, dass einige Datensätze in Ecoinvent die ozonschichtzerstörenden Emissionen nicht berücksichtigen und daher unterschätzen, während andere Datensätze (wie jene für Energieträger) diese Emissionen berücksichtigen. Diese Widersprüchlichkeit in Ecoinvent ist auf eine unvollständige Aufnahme der Daten von PlasticsEurope zurückzuführen. Als Folge kann in Abbildung 1 eine Unterschätzung des Beitrages der Herstellung der Werkstoffe am Ozonschichtzerstörungspotential auftreten.

Der Einfluss der **Produktion der Werkstoffe für die PVC-U Formstücke** ist für die meisten Wirkungskategorien vernachlässigbar (Anteil geringer als 2,5% der Gesamteinwirkung pro Umweltwirkungskategorie).

Der **Transport der PVC-U Werkstoffe für die Rohre und Formstücke** vom Hersteller der Rohmaterialien zum Verarbeiter hat eine unerhebliche Auswirkung auf das Umweltprofil des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems. Der Anteil ist für alle Wirkungskategorien geringer als 2,5% (vernachlässigbarer Einfluss). Ausnahme ist die

Zerstörung der Ozonschicht, wo der Transport des PVC-U Werkstoffes für die Rohre 4% ausmacht (dies entspricht einem geringen Einfluss).

Die **Extrusion von PVC-U Rohren** ist bei den meisten Umweltwirkungskategorien dieser Studie für einen Anteil zwischen 6% und maximal 9% verantwortlich. Gemäß Annex B der ISO 14044 Norm [ISO 14044, 2006] ist ein Anteil zwischen 2,5% und 10% eher unwichtig bzw. hat einen geringen Einfluss auf das gesamte Umweltprofil. Eine Ausnahme bildet die Überdüngung mit 23%.

Die Auswirkungen des **Spritzgussprozesses für die PVC-U Formstücke** ist zu vernachlässigen, da der Anteil für alle Umwelteinwirkungskategorien weniger als 2,5% beträgt.

Der Anteil der **Produktion der SBR Dichtungsringe** ist zu vernachlässigen, da mit Ausnahme der Kategorie Zerstörung der Ozonschicht (3%) der Beitrag für alle Umweltwirkungskategorien geringer als 2,5% ist.

Analysen des Umweltprofils des PVC Rohrsystems zeigen, dass die **Produktion der Polypropylen Einsteigschächte** einen mäßig wichtigen Anteil an allen Umweltwirkungskategorien aufweist (zwischen 10% und 16%), Ausnahme bilden die Überdüngung (9%) und die Zerstörung der Ozonschicht (3%).

Darüber hinaus zeigt die Analyse des Umweltprofils des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems, dass der Beitrag des **Transports des kompletten PVC Rohrsystems zur Baustelle** für eine Umweltbelastung zwischen 1% und 8% bei den meisten Umweltwirkungskategorien verantwortlich ist (was als vernachlässigbarer bis geringer Einfluss betrachtet wird).

Der Einfluss des **Einbaus des PVC Rohrsystems in der Baugrube** ist signifikant für die Kategorie Ozonschichtzerstörung (64%) und ebenso für die Kategorien Versauerung (41%), Überdüngung (39%) und Sommersmog (27%). Für die anderen Wirkungskategorien verursacht der Einbau einen Beitrag zwischen 17% und 24% (gewisser Einfluss).

Die **Wartung des PVC-U Rohrsystems** mittels Spülungen hat nur einen geringen Einfluss auf die Kategorien Überdüngung (3%), Versauerung (4%) und Zerstörung der Ozonschicht (5%) und einen vernachlässigbaren Einfluss auf die anderen Umweltwirkungskategorien (geringer als 2,5%).

Der Beitrag des **Transportes des demontierten PVC Rohrsystems zu einer Abfallbehandlungsanlage** nach 100 Jahren Nutzungsdauer (für den Fall, dass das PVC Rohrsystem nicht im Boden verbleibt), ist sehr gering, zumal der Anteil für alle Umweltwirkungskategorien geringer als 1,5% ist (vernachlässigbarer Einfluss).

Der Anteil der **Abfallbehandlung des PVC Rohrsystems** (Verbrennung oder Recycling für den Fall, dass das PVC Rohrsystem nach 100 Jahren Nutzungsdauer nicht im Boden verbleibt) ist unwichtig, zumal der Anteil an allen Umweltwirkungskategorien geringer als 1% ist (vernachlässigbarer Einfluss).

---

## Kapitel 5

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

---

Die Schlussfolgerungen dieser Studie beziehen sich auf die Ergebnisse der Ökobilanz für das untersuchte PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem, über den gesamten Lebenszyklus von der Wiege zur Bahre: von der Gewinnung der primären Rohstoffe, über die Herstellung des Polyvinylchlorids (PVC-U), bis hin zum abschließenden Ausbau des PVC-U Kanalrohrsystems und der abfallwirtschaftlichen Behandlung am Ende seiner Nutzungsdauer von 100 Jahren.

Das Umweltprofil beinhaltet verschiedene Umweltwirkungskategorien. Diese stehen in Beziehung zur funktionellen Einheit, welche für diese Studie wie folgt ausgewählt wurde: „Unterirdische schwerkraftbasierte Beförderung des Abwassers durch ein typisches europäisches PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem (Ø 250mm) über eine Distanz von 100 Metern, ausgehend vom Eintritt in das Abwassernetz bis zum Eintritt in die Kläranlage über eine gesamte Nutzungsdauer von 100 Jahren, berechnet pro Jahr“.

Die Umweltwirkungen des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems stammen überwiegend aus der Produktion der Werkstoffe für die PVC-U Rohre sowie dem Einbau des PVC-U Rohrsystems in der Baugrube. Eine detailliertere Analyse der Herstellung der PVC-U Rohstoffe für die Rohre zeigt, dass die Produktion des PVC-U Rohstoffes den größten Beitrag verursacht. Für die meisten Wirkungskategorien beträgt der Anteil ungefähr 95% der gesamten Auswirkungen auf die Umwelt. Eine genaue Analyse des Einbaus des PVC-U Rohrsystems in der Baugrube zeigt, dass der Beitrag der Einbauphase hauptsächlich von den Erdarbeiten verursacht wird: Bodenaushub und Verfüllung von Erde und Sand. Die Analyse des Umweltprofils des PVC-U Rohrsystems zeigt überdies, dass der Verarbeitungsprozess (also das Kerngeschäft der TEPFPA-Mitgliedsunternehmen) nur einen geringen Einfluss auf das Umweltprofil hat. Die anderen Lebenszyklusphasen sind ebenso von nur geringer Bedeutung, einige haben bei den meisten Umweltwirkungskategorien einen vernachlässigbaren Einfluss am Gesamtbeitrag.

Es kann letztendlich festgestellt werden, dass das Umweltprofil des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems hauptsächlich von der Menge der Werkstoffe abhängt (PVC-U Rohstoff), die für die Produktion der PVC-U Rohre benötigt werden. Außerdem ist es abhängig von den Erdarbeiten in Form von Erdaushub aus der Baugrube und Verfüllen der Baugrube mit Erde und Sand. Die Menge an neuem Sand zur Verfüllung und der Transport dieses Sandes von der Sandgrube zur Baustelle hat ebenfalls eine wichtige Wirkung. Daraus ergibt sich als größtes Potenzial für die Optimierung der Umwelt-Performance des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems die weitere Reduzierung der Masse der Rohre, der Menge an verwendetem PVC-U Rohstoff sowie dem Einsatz von Rezyklaten. Zusätzlich kann das Umweltprofil durch die Reduzierung der Aushub- und Verfüllmengen beim Einbau optimiert werden.

Zur globalen Erwärmung (carbon footprint) trägt das PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem (gemäß der definierten funktionellen Einheit) ungefähr soviel bei wie eine Autofahrt mit einem PKW über eine Strecke von 148 Kilometern (Ecoinvent Datensatz: Transport, PKW, Benzin Flottendurchschnitt/personkm – RER) [Ecoinvent, 2010].



---

## Kapitel 6

## KRITISCHE PRÜFUNG

---

### 6.1 Einleitung

Die Vereinigung der europäischen Kunststoffrohr- und Formstückproduzenten (TEPPFA) möchte einen tieferen Einblick in die umfassenden Umweltauswirkungen gewinnen, die im Laufe des Lebenszyklus von bestimmten Rohrsystemanwendungen auftreten. Aus diesem Grund hat TEPPFA ein Ökobilanz-Projekt beauftragt, das von VITO, dem Flämischen Institut für technologische Forschung, durchgeführt wurde.

Das Ziel dieses Projektes war die Durchführung einer Ökobilanz (LCA) im Einklang mit [ISO 14040, 2006] und [ISO 14044, 2006], um jene Umweltaspekte zu analysieren, die mit den vier ausgewählten TEPPFA Plastikrohrsystemen verknüpft sind.

Die Ziele des gesamten Ökobilanz-Projekts für die TEPPFA lauten zusammengefasst:

- Analyse der Umweltauswirkungen von verschiedenen Anwendungen von Kunststoffrohrleitungssystemen in ausgewählten Gruppen von Anwendungen
- Untersuchung der relativen Performance verschiedener Kunststoffrohrsysteme auf Systemebene, um zu zeigen, dass die Materialauswahl nicht nur auf der Produktionsebene vorgenommen werden kann;
- Verwendung der Ökobilanz-Studienergebnisse der Kunststoffrohrsysteme für „Business to Business Kommunikation“ mittels einer Umweltproduktdeklaration (Environmental Product Declaration - EPD);
- Zu einem späteren Zeitpunkt können die Umweltprofile der TEPPFA-Produkte gegebenenfalls mit anderen konkurrierenden Rohrsystemen verglichen werden

Die vier Rohrsysteme, für welche die wesentlichen Umweltwirkungen mittels einer Ökobilanz berechnet wurden, sind:

- Ein PE Rohrsystem zur Wasserverteilung (Kommunale Wasserversorgung)
- Ein PEX Rohrsystem für die Warm- und Kaltwasserversorgung (im Gebäude)
- Ein PP Rohrsystem für die Abwasserentsorgung (im Gebäude)
- Ein PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem Abwasserentsorgung

Da TEPPFA plant, die Ergebnisse der Ökobilanz-Studien einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen, ist gemäß [ISO 14040, 2006] und [ISO 14044, 2006] eine kritische Prüfung der jeweiligen Ökobilanz erforderlich. Diese kritische Prüfung wurde von der denkstatt GmbH durchgeführt.

### 6.2 Review Prozess

Die kritische Überprüfung der vier Ökobilanz-Studien, die in Kapitel 6.1 beschrieben wurden, erfolgte im Auftrag der Vereinigung der europäischen Kunststoffrohr- und Formstückproduzenten (TEPPFA). Sie wurde im Zeitraum von Dezember 2009 bis September 2010 durchgeführt.

TEPPFA bevorzugte einen frühen Start der kritischen Prüfung und zwar sobald erste Ergebnisse der Ökobilanz verfügbar waren. Damit sollte eine Beeinflussung der

weiteren Entwicklung der Studie zu einem möglichst frühen Zeitpunkt ermöglicht werden. Nachdem denkstatt für die ersten zwei Ökobilanzen die vorläufigen Versionen der Hintergrundberichte (für PP und PVC-U Rohrsysteme) von VITO erhalten hatte (Dezember 2009), organisierte TEPPFA eine gemeinsame Sitzung (16. Dezember 2009). Diese gab allen Beteiligten (TEPPFA, VITO and denkstatt) die Möglichkeit, die vorläufigen Ergebnisse zu diskutieren und wenn notwendig, gewisse Aspekte vor der endgültigen Fertigstellung der Berichte zu korrigieren. Auf Basis der Diskussion bei diesem Treffen überarbeitete VITO alle vier Ökobilanz-Hintergrundberichte und übermittelte sie an denkstatt. Auf Basis dieser Hintergrundberichte erstellte denkstatt eine detaillierte Liste mit Kommentaren zu speziellen Themen bzw. verschiedenen Annahmen und Daten, und eine Liste mit allgemeinen Fragen im Hinblick auf die Förderung der Verständlichkeit bzw. Nachvollziehbarkeit des Berichts. Diese wurde durch verschiedene Verbesserungsvorschläge zu den Studien ergänzt. VITO hatte Gelegenheit, die in den Kommentaren gemachten Vorschläge zu berücksichtigen und erstellte vier vorläufige Endversionen der Hintergrundberichte zu den Ökobilanzen sowie vier vorläufige Endversionen der „Third-Party-Reports“.

denkstatt's Bericht fasst die Erkenntnisse der kritischen Prüfung zusammen und basiert auf jenen vorläufigen Endversionen der Hintergrundberichte vom August 2010. Der Prüfbericht zur kritischen Prüfung (*Critical Review Statement*) wird in der endgültigen Version der vier Hintergrundberichte zu den Ökobilanzen sowie in den vier „Third-Party-Reports“ enthalten sein.

### 6.3 Wissenschaftlicher Hintergrund

Die vorliegende kritische Prüfung betrifft die Studie „Ökobilanz (Life Cycle Assessment) eines PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems (gemäß EN 1401)“. Die kritische Prüfung basiert auf den wichtigsten Leitprinzipien der internationalen Normenreihe [ISO 14040, 2006] und [ISO 14044, 2006].

Es ist nicht die Aufgabe der kritischen Prüfung, das Ziel der Studie bzw. die damit verbundenen Schlussfolgerungen zu bestätigen oder zu bestreiten. Das Ziel ist vielmehr zu prüfen, dass:

- die bei der Durchführung der Ökobilanz angewandten Methoden wissenschaftlich begründet und technisch gültig sind;
- die verwendeten Daten in Bezug auf das Ziel der Studie hinreichend und zweckmäßig sind;
- die Auswertungen die erkannten Einschränkungen und das Ziel der Studie berücksichtigen und
- der Bericht transparent und in sich stimmig ist.

Sämtliche Erkenntnisse sind in Übereinstimmung mit den oben genannten Prinzipien.

Die kritische Prüfung beinhaltet keine Überprüfung der Berechnungen bzw. des zugrundeliegenden Berechnungsmodells und basiert ausschließlich auf dem endgültigen Entwurf des Hintergrundberichts der Ökobilanz sowie den Gesprächen mit den Autoren sowie TEPPFA.

### 6.4 Kritische Prüfung

Die vorliegende Ökobilanz-Studie hat das Ziel, das PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem für Abwasser zu untersuchen. Dabei wurden umfassende und zuverlässige Informationen zu den Umweltwirkungen dieses Rohrsystems, die über den gesamten Lebenszyklus



erzeugt werden, gesammelt und bewertet. Gleichzeitig hilft diese Studie eine zuverlässige Datenbank bereitzustellen, um für das jeweilige untersuchte Rohrsystem eine Umweltproduktdeklaration [ISO 14025, 2006] auf europäischer Ebene entwickeln zu können.

Der Untersuchungsrahmen wurde durch die Definition der funktionellen Einheit festgelegt. Dabei lag die Annahme zugrunde, dass mit der Definition der funktionellen Einheit die Funktion des PVC-U Rohrsystems über den gesamten Lebenszyklus Folgendes beinhalten soll: Rohstoffgewinnung, Produktion der Werkstoffe, Produktion der Rohre und Formstücke, Einbau, Nutzungsdauer und die Verwertung und Entsorgung des Abfalls nach dem Ende der Nutzungsdauer der PVC-U Rohre und -Formstücke. Die funktionelle Einheit des PVC-U Vollwand Kanalrohrsystems wurde definiert als: „Unterirdische schwerkraftbasierte Beförderung des Abwassers durch ein typisches europäisches PVC-U Vollwand Kanalrohrsystem (Ø 250mm) über eine Distanz von 100 Metern, ausgehend vom Eintritt in das Abwassernetz bis zum Eintritt in die Kläranlage über eine gesamte Nutzungsdauer von 100 Jahren, berechnet pro Jahr“.

Basierend auf Ziel und Untersuchungsrahmen des Projekts können die folgenden Schlüsse aus dem Review-Prozess gezogen werden:

- In dieser Ökobilanz-Studie wurden die weithin akzeptierten ISO-Standards angewandt, sodass die Studie als wissenschaftlich begründet und technisch gültig bezeichnet werden kann. Die Studienautoren von VITO haben mit großem Aufwand das System gestaltet und Daten gesammelt, sodass sie ein möglichst vollständiges Bild des untersuchten Rohrsystems über den gesamten Lebensweg zeichnen konnten.
- Die Qualität der verwendeten Daten und Datenquellen sowie die Verfahren zur Ermittlung der Daten sind hinreichend und zweckmäßig in Bezug auf das Ziel der Studie. Umweltwirkungsdaten der verwendeten Materialien wurden entweder direkt von der Industrie bezogen oder aus der aktuellen Literatur sowie aktuellen Datenbanken entnommen, welche die europäischen Verhältnisse widerspiegeln.
- Innerhalb der Studie wurden keine Sensitivitätsanalysen durchgeführt, da sie nach Ansicht der Autoren keinen großen Mehrwert gehabt hätten. Unter Berücksichtigung von Ziel und Umfang der Studie, ist dies nachvollziehbar.
- Der Hintergrundbericht ist sehr ausführlich und weist einen gut strukturierten Aufbau auf. Er ist gut lesbar, transparent und in einer in sich stimmigen Art und Weise verfasst. Alle getroffenen Annahmen und erkannten Einschränkungen sind genau beschrieben. Wo immer es notwendig ist, werden ausreichende Erklärungen bzw. schlüssige Begründungen für die gewählte Vorgangsweise gegeben, besonders dann, wenn untergeordnete Punkte nicht in die Berechnung miteinbezogen wurden.
- Die meisten Kommentare und Empfehlungen des Prüfers zur Verbesserung der Studie im Sinne einer Erhöhung der Übersichtlichkeit, Transparenz und Konsistenz des Berichtes wurden von den Autoren berücksichtigt. In einigen Fällen diskutierten VITO und der kritische Prüfer Annahmen, die von VITO gemeinsam mit der jeweiligen TEPPFA Anwendergruppe getroffen wurden (z.B. hinsichtlich Plausibilität und Repräsentativität innerhalb der vorgegebenen Systemgrenzen). Die gewählten Annahmen, die in mehreren Workshops von Experten erarbeitet wurden, werden vom kritischen Prüfer als solche anerkannt.
- Zusätzlich wurde von den Autoren ein „Third-Party-Report“ erstellt, in dem die Resultate in einer klaren und gebündelten Art und Weise zusammengefasst sind. Dies ermöglicht es Interessierten, einen Überblick über alle Ergebnisse zu erhalten, ohne den umfassenden Hintergrundbericht zu lesen, der durch seine erhebliche Länge eher als genaues Referenzdokument für alle untersuchten Aspekte betrachtet werden kann.

### 6.5 Zusammenfassung

Diese Studie ist eine Ökobilanz gemäß der ISO-Normenreihe [ISO 14040, 2006] und [ISO 14044, 2006] und erfüllt alle notwendigen Kriterien in hinreichender und angemessener Art und Weise im Hinblick auf das Ziel der Studie. Alle im Bericht dargelegten methodischen Schritte sind im Einklang mit dem Stand der Ökobilanztechnik.

Die gesamte Studie wurde in einer logischen, transparenten und in sich stimmigen Art und Weise erstellt und zeichnet ein umfassendes Bild der Umweltwirkungen der untersuchten Kunststoffrohrsysteme entlang ihres Lebensweges von der Wiege bis zur Bahre.

Der „Third-Party-Report“, als wichtigstes Dokument zur Kommunikation der Ergebnisse dieser Studie, präsentiert die Ergebnisse in einer klaren, logischen Form, wodurch er leicht zu verstehen ist. Der Prüfer empfiehlt, die Ergebnisse der Studie den TEPPFA-Mitgliedsunternehmen, deren nationalen Branchenvertretungen sowie außenstehenden Interessensgruppen zu kommunizieren.

## REFERENZLISTE

CEN 350 (2008-2009) CEN TC 350 Rahmendokumente

prEN 15804: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen für Produkte – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte (Entwurf, 2008)

prEN 15942: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Kommunikationsformate zwischen Unternehmen (Entwurf, 2009)

Ecoinvent (2010) Ecoinvent, The cycle inventory data. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. ISBN 3-905594-38-2

EN 1401-1:2009, Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen - Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U) - Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem

ENV 1401-2:2000, Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen - Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U) - Teil 2: Beurteilung der Konformität

ISO 14025 (2006) Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren

ISO 14040 (2006) Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen

ISO 14044 (2006) Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen

TNO (2008) Quality of PVC sewage pipes in the Netherlands; MT-RAP-2008-01066/mso / 2; April 2, 2008 - Author(s) J. Breen - Assignor BureauLeiding