

Kurzbericht

Vergleichende Ökobilanz von PP-Kanalrohrsystemen

Thema: Vergleichende Ökobilanz von PP-Rohren mit bzw. ohne Rezyklatanteil

Auftraggeber: REHAU Vertriebs AG,
Wallisellen (CH)

Auftragnehmer KIB
Kompetenzzentrum Kunststoffe im Bauwesen,
Rapperswil (CH)
SKZ – Das Kunststoff-Zentrum,
Würzburg (DE)

Dieser Bericht umfasst 11 Seiten

Würzburg, 04.09.2015

i. A. Julia Hartl, M.Sc.

Dieser Bericht wurde per E-Mail verschickt. Er trägt folglich keine Unterschrift.

Inhalt

1. Motivation und Hintergründe der Studie	3
2. Methodik der Ökobilanzierung nach ISO 14040/14044	3
3. Ökobilanz zu PP-Rohren	5
3.1. Ziel und Untersuchungsrahmen	5
3.2. Datengrundlage	7
3.3. Sachbilanz	7
3.4. Wirkungsabschätzung	8
4. Fazit	10
5. Referenzen	11
6. Anhang	11

1. Motivation und Hintergründe der Studie

Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz sind zunehmend zentrale Themen des Bauwesens. Dies erfordert auch von Bauprodukte-Herstellern, neue Lösungsansätze zu entwickeln. Die REHAU AG trägt dem u. a. Rechnung mit dem AWADUKT PP EQ-Rohr. Es handelt sich hierbei um ein Kanalrohrsystem aus Polypropylen (PP) mit Sekundärrohstoffanteil, welches eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung der DIBT vorweisen kann. Sekundärrohstoffe bezeichnen in diesem Fall Kunststoffzyklate aus Industrieabfällen. Die REHAU AG ist bestrebt, die von ihren Produkten ausgehenden Umweltwirkungen durch die Anwendung wissenschaftlicher Methoden zu bewerten und kontinuierlich zu verbessern. Vor diesem Hintergrund war das Ziel der REHAU AG, die aktuelle ökobilanzielle Position des AWADUKT PP EQ-Rohrs im Kontext des europäischen PP-Rohrmarktes mittels einer normkonformen Ökobilanz bestimmen zu lassen. Im speziellen wurde ein Vergleich zwischen einem durchschnittlichen PP-Rohr und dem AWADUKT PP EQ-Rohr von REHAU durchgeführt.



Abbildung 1 AWADUKT PP EQ Rohr

Mit diesem Grundgedanken beauftragte die REHAU Vertriebs AG das KIB Kompetenzzentrum Kunststoffe im Bauwesen, Rapperswil, und das SKZ – Das Kunststoff-Zentrum, Würzburg, zur Erarbeitung einer vergleichenden Ökobilanz. Die Ökobilanz wurde einer kritischen Nachprüfung durch einen unabhängigen und anerkannten Schweizer Gutachter, Dr. Frank Werner, unterzogen. Der Bericht zu dem von ihm erstellten Critical Review kann unter tiefbau.ch@rehau.com angefordert werden.

2. Methodik der Ökobilanzierung nach ISO 14040/14044

Bei der Ökobilanzierung handelt es sich um eine weltweit standardisierte Methode zur Bewertung der gesamten Umweltwirkungen eines Produkts, wie z.B. CO₂-Emissionen. Das heißt, das Produkt wird bezüglich verschiedener Lebenszyklusphasen, wie der Herstellung oder Nutzung, unter Einbeziehung der vorgelagerten Produktionsschritte bei Lieferanten bewertet. Dabei werden alle relevanten Stoff- und Energieströme, wie Stromverbrauch und Menge an Kunststoffgranulat, mit einbezogen. Für einen Vergleich verschiedener Produkte müssen die identischen Lebenszyklusphasen mit einbezogen werden. Die Randbedingungen hierzu sind durch die Ökobilanzmethodik nach den Standards ISO 14040/14044 festgelegt. In Anlehnung an diese sind folgende vier Phasen in einer Ökobilanz definiert:

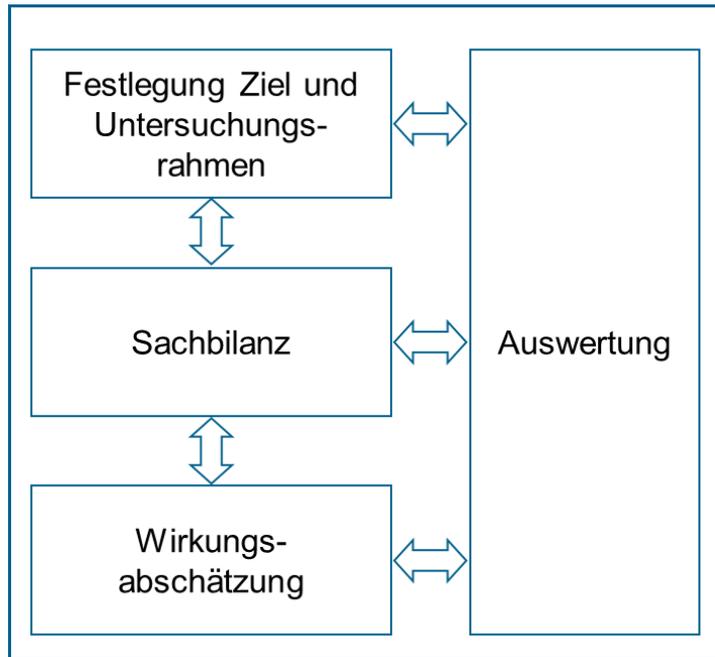


Abbildung 2: Phasen der Ökobilanzierung

Im Anschluss an die Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen erfolgt die Ermittlung der Stoff- und Energieströme in der sogenannten Sachbilanz. Anschließend werden die Umweltwirkungen eines Produktes mittels Wirkungsabschätzung über den gesamten Lebenszyklus ermittelt. Für die Charakterisierung der Umweltwirkungen können verschiedene Wirkungskategorien, wie z.B. das Treibhauspotential oder der Primärenergieverbrauch, ausgewählt werden.

3. Ökobilanz zu PP-Rohren

3.1. Ziel und Untersuchungsrahmen

Das Unternehmen REHAU beabsichtigt mit der Ökobilanz nach ISO 14040/14044, die Umweltwirkungen des neu entwickelten AWADUKT PP EQ-Rohres mit den durchschnittlichen PP-Rohren in Europa zu vergleichen. Die Studie bezieht sich auf ein Vollwandrohrsystem aus Polypropylen (PP) für erdverlegte Kanalrohrsysteme. Die umfassende Betrachtung der Umweltwirkungen beginnt bei der Gewinnung der Primärrohstoffe, wie zum Beispiel Öl, bezieht die Herstellung der einzelnen Systemkomponenten, wie Rohr, Muffe und Kanalschacht, mit ein und endet mit der Entsorgung des Rohres.

Durch die Modellierung und Bewertung der Herstellung des AWADUKT PP EQ-Rohrs werden mittels REHAU-spezifischer Daten weitere Optimierungspotentiale ermittelt. Das Hauptziel der Studie ist, den Mehrwert von Produkten mit Rezyklatanteil für hochwertige Anwendungen im Baubereich herauszuarbeiten. Die Ergebnisse der Studie können als Entscheidungsgrundlage für Planer und Bauherren in der Schweiz eingesetzt werden.

Funktionelle Einheit

Bei der Festlegung des Untersuchungsrahmens werden das zu untersuchende Produktsystem, die funktionelle Einheit, die Systemgrenzen, die Allokationsmethoden sowie die Methoden der Auswertung und Wirkungsabschätzung definiert. Die funktionelle Einheit, die die Funktion des Rohres über den gesamten Lebensweg darstellt, ist wie folgt definiert:

„Transport von Abwasser durch Schwerkraft über 100 m durch ein PP-Rohr mit DN 315 von Beginn des öffentlichen Abwassernetzes bis zur Abwasserbehandlungsanlage, über die gesamte Lebensdauer von 100 Jahren, berechnet für ein Jahr“

Die Vorgaben der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren (KBOB) sehen vor, dass neben der Herstellung die Entsorgung mit betrachtet wird. [Frischknecht, 2015] Die Nutzungsphase ist nicht Bestandteil des Systems, da nach Auffassung der KBOB die Nutzungsphase sehr individuell ist. Zudem werden die Indikatorergebnisse für Herstellung und Entsorgung getrennt ausgewiesen. Es werden für entstehende Produkte, wie Wärme, außerhalb der Systemgrenzen keine Gutschriften ausgewiesen.

Nachfolgendes Fließbild zeigt die Systemgrenzen im Sinne der KBOB-Anforderungen.

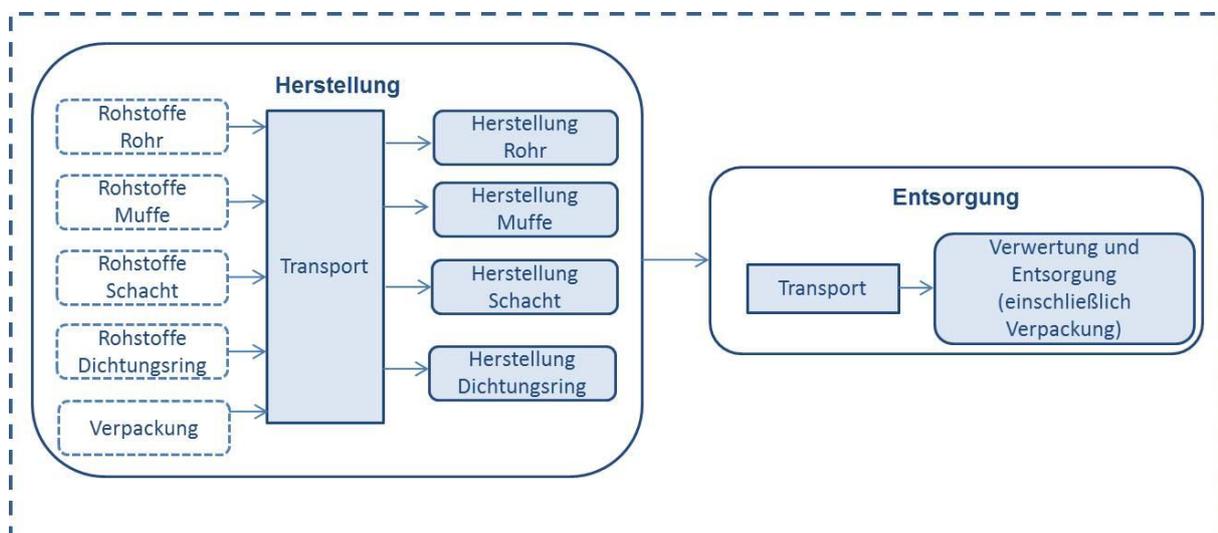


Abbildung 3: Systemgrenzen der Ökobilanz

Die in Abbildung 3 dargestellte Lebenszyklusphase der Herstellung umfasst die Bereitstellung der Rohstoffe, deren Transport sowie die Produktion des Produktsystems. Im Anschluss an die Herstellung folgt innerhalb der Entsorgung, der Transport der Abfalls sowie dessen Entsorgung.

Eingesetzte Sekundärmaterialien

Als open-loop Recycling wird ein Recyclingschema bezeichnet, bei dem der Abfall eines Systems in einem anderen System wiederverwertet wird und sich hierbei die Materialeigenschaften verändern. Auch bei Polypropylen können sich die Eigenschaften von Neuware und Rezyklat unterscheiden. Für die Allokation von Sekundärrohstoffen stellt die Cut-Off Methode eine etablierte Herangehensweisen dar [Klöpffer, Grahl 2007]. Bei dieser werden die beiden Systeme A (Abfallentstehung) und B (Einsatz des recycelten Abfalls) an einer definierten Stelle getrennt [Klöpffer, Grahl 2007]. Im Falle des recycelten PP ist diese Stelle, wenn das Material auf den LKW verladen wird. Der Transport zum Recycler sowie die Aufarbeitung des Sekundärrohstoffs werden im betrachteten System mitbilanziert.

Nebenprodukte in Herstellung

Alle bei der Herstellung anfallenden Produktionsreststoffe sind in anderen Produktsystemen einsetzbar und werden als Nebenprodukte deklariert. Die bei der Bauteilherstellung anfallenden Produktionsabfälle sind mengenmäßig sehr gering und entsprechen maximal 5 % der Menge an Inputmaterial.

Abschneidekriterien

In der vorliegenden Studie wurden alle bekannten Daten bei der Bilanzierung miteinbezogen. Datenlücken, wie die genaue Zusammensetzung der Additive, wurden mit konservativen Annahmen und generischen Daten gefüllt. Aufgrund der detaillierten Datenerfassung der Herstellerdaten von REHAU für das AWADUKT PP EQ-Rohr und der verifizierten Daten für das durchschnittliche PP-Rohr (siehe 3.2) kann davon ausgegangen werden, dass keine relevanten Masse- oder Energieströme vernachlässigt wurden.

Wirkungsabschätzungsmethode

In der Schweiz werden für die Ökobilanzierung von Bauprodukten spezifische Regelungen angewandt, die Anforderungen der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren (KBOB). In Anlehnung daran wurden folgende Wirkungsabschätzungsmethoden ausgewählt:

- die Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte - UBP2013),
- das Treibhauspotential GWP100, Stand 2013 gemäß IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) sowie
- der kumulierte Energieaufwand (KEA).

Bei der Methode der ökologischen Knappheit erfolgt die Charakterisierung der Umweltwirkungen über das Verhältnis der bestehenden Belastungen zu den maximal zulässigen Belastungen gemäß Schweizer Umweltgesetzgebung. Die Umweltauswirkungen werden in einer einzigen Kenngröße (Umweltbelastungspunkte, UBP) erfasst. Der Sachbilanzindikator kumulierter Energieaufwand (KEA) wird unterschieden in „KEA gesamt“ und „KEA nicht-erneuerbar“.

3.2. Datengrundlage

Die Daten für das durchschnittliche PP-Vollwandrohr basieren auf Studien von TEPPFA (The European Plastic Pipes and Fittings Association, Verband für Rohre und Muffen) [TEPPFA, 2013]. In die Sachbilanzdaten zum AWADUKT PP EQ-Rohr sind sowohl durchschnittliche Daten der TEPPFA als auch herstellerspezifische Informationen von REHAU eingegangen. Die Ergebnisse aus der Ermittlung der Umweltwirkungen für ein Durchschnitts-Rohr und das AWADUKT PP EQ-Rohr werden für vergleichende Aussagen herangezogen. Die eingesetzten Hintergrunddaten, wie beispielsweise für Kunststoffgranulat, stammen aus der Datenbank Ecoinvent 2.2. Die Modellierung der Sachbilanz sowie die Wirkungsabschätzung erfolgt mit der Software GaBi 6.4.

Als Transportmittel werden in der Studie LKW und Schienenfahrzeuge eingesetzt. Es werden Datensätze zu LKW mit einer Größe von 16 t bis mehr als 32 t sowie dem Stand der Technik entsprechend einer Zulassung nach EURO4 verwendet.

Prinzipiell wird als Strommix der Datensatz „RER: Strommix, Produktion RER“ verwendet. Dieser kann als näherungsweise identisch mit dem Verbrauchsmix in Europa bezeichnet werden. Bei der Produktion der REHAU Produkte, d.h. AWADUKT PP EQ-Rohr, PP-Muffe sowie Dichtungsring, wird nachweislich Ökostrom verwendet. Dieser Strom aus erneuerbaren Energien wird zu 100 % aus Wasserkraft gewonnen.

Durch die Verwendung der Daten aus der geprüften TEPPFA-Studie, kann prinzipiell von einer guten Datenlage ausgegangen werden. Zudem wurde eine kritische Prüfung der TEPPFA-Studie und deren Hintergrunddaten durchgeführt. Für die Sachbilanzdaten des AWADUKT PP EQ-Rohrsystems wurden fundierte Daten direkt aus der Produktion von REHAU verwendet. Beiden Systemen, PP-Durchschnittsrohr und AWADUKT PP EQ-Rohr, basieren auf der identischen Datengrundlage.

3.3. Sachbilanz

Herstellung der einzelnen Systemkomponenten eines Rohrsystems

<p>Rohr</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ Vollwandrohr aus Polypropylen ○ EU-Durchschnitts-Rohr bzw. AWADUKT PP EQ-Rohr ○ 5 bzw. 6m lang
<p>Muffe einschließlich Dichtung</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ PP-Muffe hergestellt im Spritzgussverfahren ○ Dichtungsring aus unterschiedlichem Kautschuk ○ 16-19 Muffen je 100m
<p>Kanalschacht</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ PP-Kanalschacht, 630 mm, pro 100m mindestens 2 Schächte

Hauptbestandteil des betrachteten Produktsystems stellt das PP-Rohr dar. Dieses besteht aus:

- Polypropylen (PP)
- PP-Rezyklat (nur bei AWADUKT PP EQ):
Das eingesetzte Rezyklat wird aus Reststoffen der Industrie gewonnen. Die von REHAU bezogenen Rezyklate stammen aus ganz Europa. Nach Sammlung des Abfalls wird dieser geschreddert, compoundiert, geprüft, verpackt und verschickt.
- Additive:
Bei den eingesetzten Additiven handelt es sich vor allem um Farbmasterbatches und Stabilisatoren. Farbmasterbatches sind mit Farbmittel hochgefüllte Compounds zum Einfärben von Kunststoffen. Aufgaben der Stabilisatoren sind die Verbesserung der Verarbeitbarkeit, die UV-Beständigkeit und die Antioxidation.

Als Betriebsstoffe sind Strom, Wasser sowie Farbe zum Bedrucken der Rohre notwendig. Die produzierten Rohre werden in einem Holzrahmenverschlag, einer Kiste aus Schnittholz mit Stahl- und Metallbändern, transportiert. Das bei der Produktion generierte Abwasser wird in einer kommunalen Abwasserbehandlungsanlage gereinigt. Die entstehenden Nebenprodukte, wie Kunststoffabschnitte, werden in einem weiteren Produktsystem stofflich genutzt. Dessen weitere Nutzung liegt außerhalb der Systemgrenzen und wird nicht mitbilanziert.

Entsorgung des Rohrsystems

Am Lebenswegende kann das Produktsystem auf verschiedene Arten entsorgt werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass 95 % der Rohre im Boden verbleiben [TEPPFA, 2013]. Die restlichen 5 % werden zur Hälfte thermisch und zur Hälfte stofflich verwertet. Bei der Verbrennung entstehen Strom und Wärme, wohingegen bei der stofflichen Verwertung das aufbereitete Material als Rezyklat eingesetzt werden kann. Im Gegensatz zum restlichen Produktsystem wird der Dichtungsring in der Regel nur thermisch verwertet.

3.4. Wirkungsabschätzung

Die Wirkungsabschätzung erfolgt anhand der Wirkungskategorien ökologische Knappheit, Treibhauspotential sowie kumulierter Energieaufwand. Diese liefern lediglich relative Aussagen, d. h. die Studie trifft keine Aussage über die reale Wirkung der einzelnen Kategorien auf die Schutzgüter, wie die menschliche Gesundheit, bezüglich Überschreitungen von Schwellenwerten, Sicherheitsmargen oder Risiken.

Die absoluten Werte der Ergebnisse für beide Rohrsysteme befinden sich im Anhang. Zur Gegenüberstellung der beiden Rohrsysteme wird im Folgenden die Umweltleistung des AWADUKT PP EQ-Rohrsystems (grün) zum Durchschnitts-Rohrsystem (orange) ins Verhältnis gesetzt (siehe Abbildung 4). Die Umweltwirkungen werden anhand der Methode der ökologischen Knappheit (UBP), dem Treibhauspotential (GWP)¹ und dem kumulierten Energieaufwand (KEA) bewertet.

¹ Bezogen auf das Treibhauspotential ist anzumerken, dass die Wirkungsabschätzung ohne Berücksichtigung des in Holz gebundenen biogenen CO₂ erfolgt.

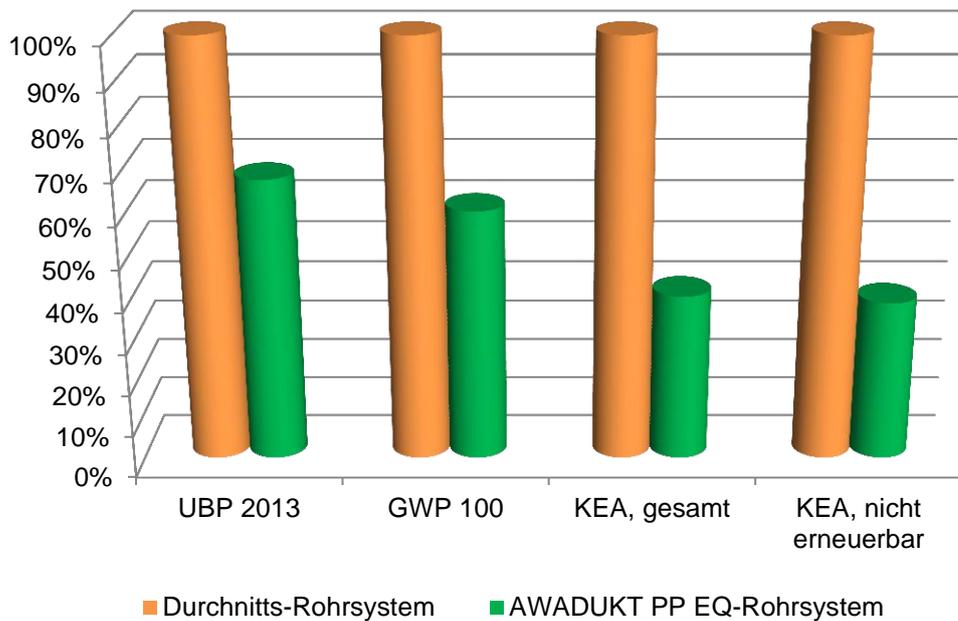


Abbildung 4: Vergleich der Umweltwirkungen des Durchschnitts-Rohrsystems mit dem AWADUKT PP EQ-Rohrsystem

- UBP 2013: Bezüglich des Summenparameters UBP 2013 werden bei dem AWADUKT PP EQ-Rohrsystem bis zu **30 %** weniger Umweltwirkungen als bei dem Durchschnitts-Rohr verursacht.
- GWP: Eine Reduzierung des GWP um **40 %** ist durch den Einsatz des AWADUKT PP EQ-Rohrsystems möglich.
- KEA: Durch die Verwendung von Sekundärrohstoffen im AWADUKT PP EQ-Rohrsystem kann der Energieverbrauch um ca. **60 %** gesenkt werden. Gleichzeitig führt der Einsatz von erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung zu einer Reduzierung des nicht-erneuerbaren KEA.

Die berechneten Einsparungen werden durch eine Umrechnung in vergleichbare Werte greifbarer. Die nachfolgenden aufgeführten Einsparungen beziehen sich auf 100m Rohr bezogen auf 100 Jahr.

Vorteil AWADUKT-PP-EQ-Rohrsystem gegenüber Durchschnitts-Rohrsystem	Entspricht...	Annahme
Einsparung von 1605 l Rohöl	Ca. 50 % des Energieverbrauchs des Schweizer	Endenergieverbrauch pro Kopf in der Schweiz: 3188 Rohöl-Äquivalente
Reduzierung des Wasserverbrauchs um 5000 l	100 Waschgängen mit einer herkömmlichen Waschmaschine	49 l Wasser entsprechen einem Waschgang
Einsparung von UBP und GWP	100-mal der Strecke von Zürich nach Basel mit dem PKW	0,23 kg CO ₂ -Äquivalente und 230 UBP (Umweltbelastungspotential) werden pro km mit einem PKW (Diesel) verursacht

4. Fazit

Bei dem Rohrsystem AWADUKT PP EQ von REHAU handelt es sich um ein Kanalrohrsystem mit ca. 80 % Sekundärrohstoffanteil. Zur Bewertung der von den Produkten ausgehenden Umweltwirkungen erfolgte ein ökobilanzieller Vergleich des AWADUKT PP EQ-Rohrsystems mit einem durchschnittlichen Kanalrohrsystem aus Polypropylen nach ISO14040/14044. Die erstellte Ökobilanz wurde erfolgreich einem Critical Review durch Dr. Frank Werner unterzogen. Die Ökobilanzierung erfolgt anhand der für die Schweiz spezifischen Regelungen nach den Anforderungen der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren (KBOB). Das betrachtete Rohrsystem umfasst das Rohr, die Muffe mit Dichtung sowie den Kanalschacht.

Die Wirkungsabschätzungen erfolgten nach den folgenden Kriterien:

- Methode der ökologischen Knappheit (UBP)
- Treibhauspotential (GWP)
- kumulierter Energieaufwand (KEA)

Die Ergebnisse zeigen, dass durch den Einsatz von Sekundärrohstoffen sowie von Ökostrom bei der Herstellung eines Rohrsystems eine Reduzierung der Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus von **30 % bis 60 %** ergeben.

5. Referenzen

[DIN EN ISO 14040, 2009]	DIN EN ISO 14040: Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14040:2009-11.
[DIN EN ISO 14044, 2006]	DIN EN ISO 14044: Umweltmanagement - Ökobilanz – Anforderungen und Anleitung (ISO 14044:2006); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14044:2006-
[Ecoinvent, 2010]	Ecoinvent Association: Ecoinvent Database 2.2, 2010
[Frischknecht, 2015]	Frischknecht R.: Regeln für die Ökobilanzierung von Baustoffen und Bauprodukten in der Schweiz, Plattform Ökobilanzdaten im Baubereich, KBOB, 2015
[Klöpffer, Grahl, 2007]	Klöpffer, W., Grahl B.: Ökobilanz LCA) – Ein Leitfaden für die Ausbildung und Beruf, Wily-VCH Verlag GmbH&Co.KgaA, Weinheim, 2007
[PE International, 2015]	PE International: GaBi Software 6.4 und GaBi Database 6.1, 2014

6. Anhang

	Gesamt	Herstellung				Entsorgung
		Rohr	Muffe	Dichtungsring	Schacht	
Durchschnittsrohrsystem						
UBP 2013 [UBP]	56.721	33.047	1.471	820	3.045	18.338
GWP 100 [kg CO ₂ -Äq.]	49	28	1,34	0,25	2,77	17
KEA; gesamt [MJ]	1.124	966	46	9,63	96	5,57
KEA, nicht-erneuerbar [MJ]	1.107	952	46	9,44	95	5,17
AWADUKT PP EQ-Rohrsystem						
UBP 2013 [UBP]	38.323	16.526	852	663	3.045	17.237
GWP 100 [kg CO ₂ -Äq.]	30	10	1,02	0,16	2,77	16
KEA; gesamt [MJ]	450	304	38	6,76	96	5,34
KEA, nicht-erneuerbar [MJ]	425	283	36	6,68	95	4,96