

Projekt-Nr.: SCO₂RE

Titel: CO₂-Bilanz von Rezyklaten technischer Kunststoffe: Methodische Festlegungen

Dieser Bericht umfasst 29 Seiten und drei Anhänge.

Würzburg, 31. Oktober 2021

i. A. Dr. rer. nat. Jan Werner

Begriffsdefinitionen

Blend	Physikalische Mischung von mehreren <i>Kunststoffen</i>
CO ₂ -Bilanz	siehe Carbon Footprint
Carbon Footprint	Summe der emittierten und entzogenen THG-Mengen in einem Produktsystem, siehe ISO 14067 3.1.1.1, in diesem Dokument stets bezogen auf ein Produktsystem, daher wird auf den Zusatz „eines Produkts“ verzichtet
(Co-)Monomer	niedermolekulare Grundbausteine von <i>Kunststoffen</i> [1]
Compound	durch Beimischung von Zuschlagstoffen veredelter <i>Kunststoff</i> , dessen Eigenschaften gezielt optimiert wurden (in Anlehnung an [2])
Deklarierte Einheit	Menge eines Produkts für die Verwendung als eine Vergleichseinheit, in Anlehnung an ISO 14067 3.1.3.8
Funktionelle Einheit	gemäß ISO 14067 3.1.3.7 der „quantifizierte Nutzen eines Produktsystems für die Verwendung als Vergleichseinheit“
Granulat	gängige Lieferform von <i>Kunststoffen</i> als rieselfähiges Schüttgut (stäbchen- oder linsenförmige Körner)
Kritische Prüfung	Tätigkeit zur Sicherstellung der Konsistenz einer <i>CO₂-Bilanz</i> mit den Grundsätzen und Anforderungen dieses Dokuments, in Anlehnung an ISO 14067 3.1.4.10
Kunststoff	hoch molekulare, organische Verbindungen, die als Werkstoffe genutzt werden [1]
Neuware	aus Primärrohstoffen hergestellter, unverarbeiteter <i>Kunststoff</i>
GWP	Treibhauspotential (en: global warming potential), siehe ISO 14067 3.1.2.4
CO ₂ -äq.	Einheit zum Vergleich des Strahlungsantriebs / der Klimawirksamkeit eines THG mit dem von Kohlendioxid (aus ISO 14067 3.1.2.2)
Ökobilanz	englisch: Life Cycle Assessment, gemäß ISO 14067 3.1.4.3 die „Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputflüsse und der potentiellen Umweltwirkungen eines Produkt“
PIR	Post-Industrial- <i>Rezyklat</i> , d. h. aus Abfällen vor dem Gebrauch gewonnenes Material
Polymer	siehe Kunststoff
Rezyklat	gemäß ISO 14021 7.8 Materialien, die aus Abfällen vor Gebrauch und Abfällen nach Gebrauch gewonnen wurden
Sachbilanz	gemäß ISO 14067 3.1.4.4 die „Zusammenstellung und Quantifizierung von Inputs und Outputs eines Produkts“
Treibhausgas (THG)	Gase, die zum natürlichen und / oder anthropogenen Treibhauseffekt beitragen, siehe ISO 14067 3.1.2.1
Ursprungsprozess	Produktionsprozess (z. B. Kunststoff-Spritzguss), bei dem der Produktions- oder Verarbeitungsabfall entsteht, welcher als Ausgangsmaterial für ein <i>Rezyklat</i> verwendet wird

Vorbemerkung: Die Allokation von Lasten aus dem ersten Lebenszyklus (sog. Vorgeschichte) wird derzeit nicht angewendet. Entsprechende Stellen sind grau geschrieben.

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Aufgrund ihrer immer besser werdenden Materialeigenschaften sind Kunststoff-Rezyklate in vielen Anwendungen zu einer vielversprechenden Alternative zu Primärkunststoff geworden. Eine wichtige Rolle spielen dabei auch potenzielle Einsparungen von Treibhausgasemissionen durch den Rezyklateinsatz.

Um die CO₂-Bilanz von Rezyklaten jedoch fundiert ausweisen zu können, bedarf es einer wissenschaftlichen und branchenübergreifend akzeptierten Methode. Dies kann in gewissem Sinne als Produktkategorieregel verstanden werden (vgl. ISO/TS 14027). Bisher mangelt es allerdings an einer einheitlichen Bilanzierungsgrundlage. Dies wird vor allem in Hinblick auf die Diversität der aktuell angewandten Bewertungsstandards deutlich, die jeweils große Spielräume bei ergebnisrelevanten Rahmenbedingungen, wie der Systemgrenze oder den Allokationsregeln, lassen. Die Ergebnisse verschiedener CO₂-Bilanzen sind damit kaum vergleichbar. Aufgrund mangelnder Transparenz bei der Festlegung der Rahmenbedingungen sind die Ergebnisse zudem oft nicht nachvollziehbar. Durch die Entwicklung von Produktkategorieregeln kann hingegen eine Vereinheitlichung der Ermittlung und Bereitstellung von Umweltinformationen sowie eine bessere Vergleichbarkeit erreicht werden (vgl. ISO/TS 14027).

Im Projekt SCO₂RE wurden in einem partizipativen Prozess einheitliche und branchenweit akzeptierte Berechnungsregeln für die CO₂-Bilanzierung von Rezyklaten technischer Kunststoffe erarbeitet. Diese können als Grundlage einer glaubwürdigen Nachhaltigkeitskommunikation genutzt werden, und somit die Akzeptanz und schließlich die Verwendung von Rezyklaten anstelle von Primärkunststoffen befördern.

1.2 Inhalt und Ziel dieses Berichts

In diesem Bericht werden die Rahmenbedingungen und Regeln definiert, die für eine einheitliche und branchenweit akzeptierte Berechnung der CO₂-Bilanz von Rezyklaten technischer Kunststoffe erarbeitet wurden.

Dazu wird in Kapitel 2 zunächst der Geltungsbereich dieses Dokuments abgesteckt und auf die zugrundeliegenden Normen eingegangen. Anschließend werden die Festlegungen der Rahmenbedingungen dargelegt, erläutert und begründet. In Kapitel 4 werden darauf aufbauend die Regeln zur Berechnung der CO₂-Bilanz und zur Darstellung der Ergebnisse festgelegt. Zur Veranschaulichung der Anwendung der Festlegungen wird im Anhang eine Fallstudie eines exemplarischen Rezyklats präsentiert.

1.3 Nomenklatur

Im Rahmen des Berichts werden definierte Formulierungen zur Beschreibung der Verbindlichkeit von Anforderungen verwendet. Diese sind:

- „Muss“: Hierbei handelt es sich um eine feste Anforderung, deren Erfüllung zwingend gefordert ist, und von der demzufolge nicht abgewichen werden darf.

- „Sollte“: Eine solche Anforderung ist zu erfüllen, in benannten und begründeten Fällen darf davon jedoch abgewichen werden. Abweichende Fälle sind in der Regel an der entsprechenden Stelle definiert.
- „Wird empfohlen“: Hierbei handelt es sich um eine variable Anforderung, wobei eine präferierte Vorgehensweise vorgeschlagen wird.

2 Rahmenbedingungen

2.1 Anwendungsbereich

Die in diesem Bericht vorgenommenen Festlegungen sind im folgenden Kontext anwendbar:

- Es wird eine CO₂-Bilanz (auch Carbon Footprint) für Produkte erstellt.
- Bei den Produkten handelt es sich um Kunststoffe in Form von Granulat oder Mahlgut (Flakes).
- Die Produkte werden anteilig oder vollständig aus Rezyklaten hergestellt.¹
- Bei den zugrundeliegenden Polymeren handelt es sich um thermoplastische Kunststoffe für technische Anwendungen, d. h. insbesondere aber nicht ausschließlich technische Kunststoffe, z. B.
 - Polyamide: Polyamid 6 (PA6), Polyamid 66 (PA66)
 - Polycarbonat
 - Styrol-Kunststoffe: Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS), Styrol-Acrylnitril (SAN)
 - Polyester: Polyethylenterephthalat (PET), Polybutylenterephthalat (PBT)
 - Polyoxymethylen (POM)
 - Polymethylmethacrylat (PMMA)
 - Polyolefine für technische Anwendungen: Polypropylen (PP)
 - Blends dieser Kunststoffe
- Die genannten Polymere können originär aus fossilen Rohstoffen oder nachwachsenden Rohstoffen (sog. Bio-Kunststoffe) hergestellt sein.
- Die Produkte werden mittels mechanischer Recyclingverfahren hergestellt. Produkte aus der rohstofflichen Wiederverwertung (chemisches bzw. rohstofflichem Recycling z. B. mittels Depolymerisation) werden nicht betrachtet.
- Bei den Abfällen, aus denen die Produkte hergestellt werden, handelt es sich um Post-Industrial-Abfälle bzw. Abfälle vor dem Gebrauch (vgl. Kapitel 3.2.1). Die Produkte sind dementsprechend Post-Industrial-Rezyklate. Produkte, die aus Post-Consumer-Abfällen bzw. Abfällen nach dem Gebrauch hergestellt werden (sog. Post-Consumer-Rezyklate), werden nicht betrachtet.

Sofern eine CO₂-Bilanz für ein entsprechendes Produkt erstellt wird, können vergleichbare Produkte mit einem unterschiedlichen Rezyklatanteil auf gleiche Weise bilanziert und vergleichende Aussagen daraus abgeleitet werden (siehe Kapitel 3.1.1, 3.1.2, 3.1.4, 3.2.1, 3.2.3 und 3.2.11).

¹ Im Rahmen eines Vergleichs können neben Produkten mit Rezyklatanteil auch Produkte ohne Rezyklatanteil, d. h. Neuware, bilanziert werden. Der Einfachheit halber wird in diesem Dokument dennoch der Begriff „Rezyklat“ verwendet.

2.2 Normen und Standards

Für die Erstellung von CO₂-Bilanzen für Rezyklate technischer Kunststoffe sind verschiedene Normen und Standards als relevant zu erachten. Dabei handelt es sich sowohl um allgemeingültige Normen ebenso wie um spezifische Standards. Grundlegend sind in diesem Zusammenhang die Normen ISO 14040 / 14044 zur Ökobilanz. Darauf aufbauend sind einerseits die Festlegungen der ISO 14067 zum „Carbon Footprint für Produkte“ sowie die „Product Environmental Footprint Guideline“ (PEF) [3] der EU-Kommission zu sehen. Andererseits stellt die Norm EN 15804 etablierte und vielfach genutzte Grundregeln für Umweltproduktdeklarationen einer spezifischen Produktkategorie zur Verfügung. Diese baut auf der Norm ISO 14025 für Umweltproduktdeklaration Typ III auf, die daher ebenfalls relevant ist.

Noch stärker fokussiert sind der „Technical Report: Comparative Life Cycle Assessment (LCA) of Alternative Feedstock for Plastics Production“ [4], ebenfalls von der EU-Kommission, die Produktkategorieregeln (Product Category Rules – PCR) „Plastic Waste and Scrap Recovery“ – im Folgenden kurz PCR „Plastic Waste“ – des International EPD System [5] sowie die Methode der „Eco-profiles“ von PlasticsEurope [6].

Die vorliegenden Festlegungen können im Sinne der Normen ISO/TS 14027 und ISO 14067 als Produktkategorieregeln (CFP-PKR) angesehen werden (vgl. ISO 14067 6.2).

2.3 Übersicht Rahmenbedingungen

Relevante Rahmenbedingungen für die Erstellung einer CO₂-Bilanz für Rezyklate technischer Kunststoffe umfassen zunächst gemäß ISO 14040 / 14044 die folgenden Punkte:

1. Zieldefinition
2. Festlegung des Untersuchungsrahmens

Diese Punkte werden im Folgenden stärker untergliedert. Grundsätzlich ist eine Konformität der CO₂-Bilanz mit den Normen ISO 14040 / 14044 und ISO 14067 gefordert. Zudem wird sich stark an den Festlegungen der EN 15804:2019 orientiert, die teilweise mit dem PEF harmonisiert wurde. Eine genaue Beschreibung der einzelnen Aspekte, eine Auseinandersetzung mit den Festlegungen in vorhandenen Standards und die Eingrenzung der Aspekte im Kontext der CO₂-Bilanz von Rezyklaten technischer Kunststoffe erfolgt in Kapitel 3.

2.3.1 Zieldefinition

Die nachfolgenden Festlegungen bezüglich der Zieldefinition ergeben sich aus ISO 14067 6.3.1.

Die folgenden Aspekte müssen im Rahmen der Zieldefinition festgelegt werden:

- Beabsichtigte Anwendung: Für welchen Zweck sollen die Ergebnisse der Untersuchung verwendet werden.
- Gründe für die Durchführung der Studie
- angesprochene Zielgruppe
- Festlegungen zur Veröffentlichung von Vergleichsergebnissen oder vergleichenden Aussagen
- Festlegungen zum Prüfverfahren

Die spezifische Ausgestaltung dieser Aspekte ist in Kapitel 3.1 beschrieben.

2.3.2 Festlegung des Untersuchungsrahmens

Die Festlegungen bezüglich des Untersuchungsrahmens ergeben sich aus ISO 14067 6.3.2.

Der Untersuchungsrahmen umfasst die folgenden Aspekte, für die eine Festlegung getroffen werden muss:

- Beschreibung und Charakterisierung des untersuchten Produkts und dessen Lebenszyklus, z. B. Bestandteile / Komponenten oder Einsatzbereiche
- Funktionelle / deklarierte Einheit und Referenzfluss: Festlegung von relevanten Produkteigenschaften, Qualität und Quantität
- Systemgrenze:
 - Abschnitte des Produkt-Lebenszyklus, die zum untersuchten System gehören
 - Berücksichtigte Prozesse und Flüsse inkl. Abschneidekriterien
 - Umgang mit Flüssen, die die Systemgrenze überschreiten, Allokationsregeln
- Anforderungen an die Datenqualität
- Wirkungskategorien: Verwendete Charakterisierungsfaktoren
- Zusätzlich einbezogene Informationen, z. B. biogener Kohlenstoffanteil
- Betroffene Annahmen und Grenzen der Untersuchung

Gemäß ISO/TS 14027 sind durch Produktkategorieregeln für dieser Aspekte konkrete Definition zu geben bzw. Anforderungen festzulegen. Spezifische Richtlinien zur Festlegung dieser Aspekte werden in Kapitel 3.2 gegeben.

3 Festlegung der Rahmenbedingungen

Im Folgenden werden jeweils die Festlegungen in vorhandenen Normen und Standards diskutiert (Abschnitt „Vorhandene Regeln & Diskussion“) und die Festlegungen im Kontext einer CO₂-Bilanz für Rezyklate technischer Kunststoffe getroffen und begründet (Abschnitt „Festlegung“).

3.1 Zielstellung

3.1.1 Beabsichtigte Anwendung

3.1.1.1 Vorhandene Regeln & Diskussion

Gemäß der Norm ISO 14040 ist die Ökobilanzen eine Methode, um ein besseres Verständnis der Umweltwirkungen von Produkten zu schaffen und diese Auswirkungen berücksichtigen zu können. Dies wird durch die Bereitstellung von umweltbezogenen Informationen sowie durch die Unterstützung von Entscheidungen, durch die potenziell umweltbezogene Verbesserungen erzielt werden, erreicht. Als potenzielle Anwendungsbereiche sind explizit benannt (vgl. ISO 14040 4.2):

- Entwicklung und Verbesserung von Produkten,
- strategische Planung,
- politische Entscheidungsprozesse,
- Marketing,
- Sonstige.

Im Rahmen der Norm EN 15804 liegen die Ziele einer darauf basierenden Umweltproduktdeklaration (EPD) darin (vgl. EN 15804 5.1):

- verifizierbare und konsistente Daten bereitzustellen,
- Vergleiche zwischen Bauprodukten im Gebäudekontext zu ermöglichen,

- Umweltinformationen zwischen Wirtschaftspartnern auszutauschen, sowie
- eine Grundlage für die Weitergabe von Umweltinformationen an Verbraucher zu schaffen.

Die PCR „Plastic Waste“ trifft diesbezüglich keine darüber hinaus gehenden Festlegungen. Für die Erstellung einer CO₂-Bilanz von Rezyklaten technischer Kunststoffe sind die oben beschriebenen, grundsätzlichen Anwendungen relevant und sollten durch diese ermöglicht werden. Gleichzeitig wird eine spezifischere Definition der beabsichtigten Anwendung der Ergebnisse angestrebt, um eine dementsprechend genauere Festlegung der weiteren, damit zusammenhängenden Aspekte zu ermöglichen.

3.1.1.2 Festlegung

Im Kontext von Rezyklaten technischer Kunststoffe von besonderer Relevanz sind die beiden im folgenden beschriebenen Anwendungen:

1) Weitergabe von Informationen

Bei den weiterzugebenden Informationen handelt es sich um einzeln aufgeschlüsselte oder aggregierte Ergebnisse der CO₂-Bilanz von einem oder mehreren Produkten, die individuell oder in Form eines Vergleichs formuliert sind, insbesondere auch zwischen einem Rezyklat und einem vergleichbaren Produkt aus Neuware. Die Weitergabe kann an verschiedene Zielgruppen (siehe Kapitel 3.1.3) erfolgen. Damit einher geht in der Regel eine Veröffentlichung der Ergebnisse.

2) Aufzeigen der Einflussfaktoren eigener Umweltwirkungen

Aus den Ergebnissen einer CO₂-Bilanz lassen sich sog. Hot Spots oder Treiber der Treibhausgasemissionen erkennen, und dies kann zur Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung dieser Emissionen nutzen. Die Ergebnisse werden dabei vorrangig innerhalb der Organisation genutzt, die die CO₂-Bilanz aufstellt.

Festlegung: Die Zielstellung der CO₂-Bilanz muss festgelegt werden (primäre Zielstellung) als 1) Weitergabe von Informationen und / oder 2) Aufzeigen der Einflussfaktoren eigener Umweltwirkungen. Die Festlegung weiterer Zielstellungen ist möglich, solange diese nicht in Konflikt mit der festgelegten, primären Zielstellung steht.

Je nach gewählter Zielstellung ergeben sich Unterschiede in der Form der Ergebnisdarstellung und -weitergabe (vgl. Kapitel 5).

Aus der Festlegung der Zielstellung folgt, dass die Daten über das Produktsystem bei Wahl von Zielstellung 1) aggregiert über die gesamte Prozesskette erhoben werden können. Für Zielstellung 2) müssen diese hingegen aufgeschlüsselt nach Prozessschritten sowie nach Material- und Energieflüssen vorliegen, um eine Hot-Spot-Analyse durchführen zu können.

3.1.2 Gründe für die Durchführung der Studie

3.1.2.1 Vorhandene Regeln & Diskussion

In den Normen ISO 14040, ISO 14044 und EN 15804 sowie der PCR „Plastic Waste“ sind keine Festlegungen hinsichtlich möglicher Gründe getroffen.

Bei der Festlegung der Gründe für die Durchführung der Studie geht es vor allem darum, die Transparenz und Nachvollziehbarkeit für Dritte zu erhöhen. Daher sollten ein oder mehrere Gründe benannt werden.

3.1.2.2 Festlegung

Der Ausgangspunkt bzw. die Motivation für die Ermittlung der CO₂-Bilanz kann sich je nach Kontext unterschiedlich darstellen. Es folgt eine nicht erschöpfende Aufstellung möglicher Gründe:

Leistungskontrolle

1. Identifizierung von Reduktionspotenzialen und Optimierung von Prozessen
2. Einsparung von Kosten
3. Benchmarking

Lieferanten- und Kundenverantwortung

4. Bereitstellung von Informationen für Lieferanten, Kunden oder Verbraucher
5. Anforderungen von Unternehmenspartnern
6. Steigerung der Transparenz entlang der Wertschöpfungskette

Produktdifferenzierung

7. Einsatz im Marketing und Verbesserung des Markenimages
8. Wettbewerbsvorteile gegenüber Mitbewerbern erzielen
9. Vergleich verschiedener Produktvarianten oder Herstellungsmethoden
10. Kompensation von THG-Emissionen

Umwelt- und Risikomanagement

11. Management von Klimarisiken
12. Identifizierung regulatorischer Anreize, neuer Marktchancen und Absatzmöglichkeiten
13. Entwicklung einer Klimastrategie

Festlegung: Es muss mindestens ein Grund für die Durchführung der Studie festgelegt, genauer beschrieben und dokumentiert werden. Dabei sollten die oben genannten Gründe vorrangig herangezogen werden. Die Angabe weitere Gründe ist zulässig. Sofern ein Vergleich erfolgen soll, ist dies explizit kenntlich zu machen.

3.1.3 Angesprochene Zielgruppe

3.1.3.1 Vorhandene Regeln & Diskussion

In den Normen ISO 14040 und ISO 14044 wird keine Festlegungen hinsichtlich potenzieller Zielgruppen von Ökobilanzergebnissen getroffen. In EN 15804 ergeben sich aus der Unterscheidung von „business-to-business-Kommunikation“ und „business-to-consumer-Kommunikation“ als mögliche Zielgruppen andere Unternehmen sowie Endverbraucher.

Im Sinne einer gesteigerten Transparenz und Nachvollziehbarkeit soll für hier beschriebene CO₂-Bilanzen eine Festlegung relevanter Zielgruppen erfolgen. Diese Festlegung hängt von der Art der beabsichtigten Anwendung ab (siehe Kapitel 3.1.1).

3.1.3.2 Festlegung

Im Fall der Anwendung 1) kommen folgende Zielgruppen in Frage:

- andere Unternehmen, z. B. Kunden (B2B)
- Endverbraucher (B2C)
- Gesetzgeber & Behörden
- Öffentlichkeit & NGOs

Im Fall der Anwendung 2) kommen als Zielgruppe

- Entscheidungsträger innerhalb der Organisation

in Frage.

Festlegung: Es muss mindestens eine Zielgruppe festgelegt, genauer beschrieben und dokumentiert werden. Dabei sollten vorrangig die oben genannten Gruppen in Betracht gezogen werden. Andere Gruppen sind zulässig.

3.1.4 Veröffentlichung von Vergleichsergebnissen oder vergleichenden Aussagen

3.1.4.1 Vorhandene Regeln & Diskussion

Gemäß ISO 14040 und ISO 14044 ist anzugeben, ob die Ergebnisse einer Ökobilanz für zu veröffentlichende, vergleichende Aussagen verwendet werden. Im Fall eines Vergleichs werden strengere Anforderungen an die Ökobilanz gestellt, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

EN 15804 und die PCR „Plastic waste“ treffen keine darüber hinaus gehenden Festlegungen. Eine entsprechende Festlegung dient der Steigerung der Transparenz und sollte daher im Kontext hier beschriebener CO₂-Bilanzen ebenfalls erfolgen. Insbesondere bei Anwendung 1) ist eine Weitergabe von vergleichenden Aussagen zwischen Rezyklaten und Produkten aus Neuware naheliegend.

3.1.4.2 Festlegung

Festlegung: Es ist darzulegen, ob eine Veröffentlichung von Vergleichsergebnissen oder vergleichenden Aussagen erfolgt.

Anmerkung: Bei der Durchführung eines Vergleichs müssen alle miteinander verglichenen Produkte entsprechend der in diesem Dokument festgelegten Regeln bilanziert werden. Darüber hinaus gelten die Festlegungen betreffend Vergleiche in ISO 14044 zu: Abschneidekriterien (ISO 14044, 4.2.3.3.3), Anforderungen an die Datenqualität (ISO 14044, 4.3.6.2), Beurteilung der Vergleichbarkeit (ISO 14044, 4.2.3.7).

3.1.5 Prüfverfahren

3.1.5.1 Vorhandene Regeln & Diskussion

Gemäß ISO 14040 und ISO 14044 ist anzugeben, welche Art der kritischen Prüfung durchgeführt wird, sofern dies notwendig ist, welche Art der Prüfung erfolgt sowie die an der Prüfung beteiligten Personen (vgl. ISO 14044 4.2.3.8). Insbesondere ist eine kritische Prüfung erforderlich, wenn vergleichende Aussagen aus den Ergebnisse einer Ökobilanz abgeleitet werden. Für Umweltproduktdeklarationen für Bauprodukte entsprechend EN 15804 finden die Anforderungen der Norm ISO 14025 Anwendung, gemäß derer eine Prüfung durch einen unabhängigen Dritten erfolgen muss. Gleiches gilt für die PCR „Plastic waste“.

3.1.5.2 Festlegung

Eine Prüfung der CO₂-Bilanz auf Konformität mit den zugrunde liegenden Normen sowie den in diesem Methodenbericht getroffenen Festlegungen im Rahmen einer sog. kritischen Prüfung (Critical Review) gemäß ISO 14044 ist möglich und wird grundsätzlich empfohlen. Darüber hinaus gilt:

Festlegung: Die Notwendigkeit einer kritischen Prüfung ergibt sich aus den in ISO 14044 und ISO 14067 getroffenen Festlegungen. Insbesondere muss eine kritische Prüfung durch ein mindestens dreiköpfiges Review Panel erfolgen, wenn eine Veröffentlichung von Vergleichsergebnissen oder vergleichenden Aussagen vorgesehen ist.

3.2 Festlegung des Untersuchungsrahmens

3.2.1 Produktsystem

Die Beschreibung des Produktsystems soll dessen eindeutige Charakterisierung ermöglichen, sodass klar nachvollzogen werden kann, auf welches Produktsystem sich die erzielten Ergebnisse beziehen.

3.2.1.1 Vorhandene Regeln & Diskussion

Laut ISO 14040 / 14044 sind die wesentlichen Eigenschaften des Produktsystems durch dessen Funktion bestimmt. Daher müssen die für die Ökobilanz ausgewählten Funktionen angegeben werden. Weitere Festlegungen zur Charakterisierung des Produktsystems gibt es nicht.

Die Norm EN 15804 ist auf Bauprodukte und Bauleistungen für Gebäude und andere Bauwerke beschränkt. Notwendig ist demgemäß die Angabe von technischen Informationen, welche die technische und funktionale Qualität des Produkts charakterisieren.

Die PCR „Plastic Waste“ betrachtet Kunststoffabfälle, zumeist Post-Consumer, aber auch Post-Industrial, und deren mechanisches oder chemisches Recycling. Hinsichtlich der Polymere gibt es keine Einschränkungen. Das Produktsystem ist mittels der folgenden obligatorischen Angaben zu charakterisieren: Beschreibung der Recyclingtechnologie, massenbezogene Ausbeute des Recyclingprozesses, Auswahlkriterien für die Abfallquellen, Eigenschaften des Abfalls, Anteile von Post-Industrial- und Post-Consumer-Abfällen, qualitative Ausbeute des Recyclingprozesses und mechanische Eigenschaften des recycelten Materials. Als mögliche Eigenschaften des Abfalls werden enthaltene Polymere und der Brennwert genannt. Der Punkt „mechanische Eigenschaften des recycelten Materials“ wird nicht näher spezifiziert. Optionale Angaben sind die Abfallquelle und die Nutzung des recycelten Materials.

Im Kontext der CO₂-Bilanz für Rezyklate technischer Kunststoffe erscheint eine Charakterisierung des Produktsystems im Hinblick auf die zentrale Funktion, nämlich die Bereitstellung eines Werkstoffs für die Herstellung von technischen Produkten, als zielführend. Dementsprechend wird grundsätzlich ein möglichst produktgruppenspezifischer Ansatz wie in PCR „Plastic Waste“ verwendet. Der Schwerpunkt liegt dabei jedoch einerseits auf dem hergestellten Produkt und dessen Zusammensetzung, unabhängig von der späteren Weiterverarbeitung, und andererseits auf dem verwendeten Eingangsmaterials, jedoch unabhängig von den darauffolgenden Recyclingprozessschritten. Angaben zur Recyclingtechnologie sind daher für die Charakterisierung des Produktsystems nicht essenziell. Ebenso wird eine Angabe von Materialkennwerten (z. B. für mechanische Eigenschaften) als nicht zwingend erforderlich angesehen,

da diese je nach späterer Anwendung möglicherweise keine Relevanz haben. Über die genaue Produktbezeichnung und das entsprechende technische Datenblatt sind diese Kennwerte jedoch verfügbar.

3.2.1.2 Festlegung

Festlegung: Die Beschreibung des Produktsystems muss derart erfolgen, dass eine eindeutige Charakterisierung erfolgt sowie eine klare Unterscheidung von anderen Produktsystemen möglich ist. Die Beschreibung des Produktsystems muss anhand der Festlegung der nachfolgend genannten Angaben erfolgen.

Die Beschreibung des Produktsystems umfasst die folgenden Angaben:

- Grundsätzliche Beschreibung des Produkts und seiner relevanten Funktionen, d. h.:
 - Bezeichnung
 - besondere Funktionalitäten und Eigenschaften
 - Einsatzbereich
- Zusammensetzung, d. h.
 - Art und Anteile von (Co-)Monomeren / Polymeren
 - Art und Anteile von Füll- und Verstärkungsstoffen
 - Art und Anteile funktionaler Additive
 - PIR-Anteil
 - Art des Ausgangsmaterials

Diese Eigenschaften werden im Folgenden näher erläutert. Angaben zu Massenanteilen müssen grundsätzlich in Prozent und gerundet ohne Kommastellen gemacht werden. Bei Massenanteilen < 0,5 % ist die Angabe „< 1 %“ zu machen.

3.2.1.2.1 Bezeichnung

Für das Produktsystem muss eine Bezeichnung angegeben werden, anhand derer dieses eindeutig von anderen Produktsystemen unterschieden werden kann. Insbesondere muss ein Rückschluss auf das zugehörige technische Datenblatt möglich sein. Die Charakterisierung sollte anhand der Angabe des Produktherstellers sowie der konkreten Typ-Bezeichnung (Handelsname) des Produkts erfolgen. Bei der gleichzeitigen Bilanzierung mehrerer Produktsysteme können zudem Kurzbezeichnungen eingeführt werden, die die Unterscheidung der Produktsysteme innerhalb der Bilanzierung ermöglichen.

3.2.1.2.2 Besondere Funktionalitäten und Eigenschaften

Besondere Funktionen oder Eigenschaften gehen über die grundsätzlichen Eigenschaften der jeweiligen Grund-Polymere hinaus. Sie können sich u. a. auf mechanische, thermische, optische oder physikalische Eigenschaften beziehen, z. B. mechanische Verstärkung, Temperaturstabilisierung, Schlagzähmodifikation, Dichtereduzierung usw. Diese ergeben sich in der Regel aus dem jeweiligen Einsatzbereich (siehe Kapitel 3.2.1.2.3) und korrespondieren mit der Zugabe von Füll- und Verstärkungsstoffen (siehe Kapitel 3.2.1.2.5) oder Additiven (siehe Kapitel 3.2.1.2.6) im Recyclingprozess. In diesem Zusammenhang ist eine Nennung von spezifischen Materialkennwerten möglich.

3.2.1.2.3 Einsatzbereich

Der Einsatzbereich kann durch die Angabe einer oder mehrerer Zielbranchen oder Zielanwendungen definiert werden.

3.2.1.2.4 (Co-)Monomere / Polymere

Für die Charakterisierung des Produktes ist die genaue Angabe der polymeren Bestandteile sehr wichtig. Daher müssen alle im Produkt enthaltenen Polymere benannt (mittels Kurzzeichen oder Langname) und deren Massenanteile an allen Bestandteilen des Produkts angegeben werden. Nicht berücksichtigt werden Füll- und Verstärkungsstoffe oder Additive, auch wenn diese polymere Bestandteile enthalten. Bei nicht eindeutiger Bezeichnung der Polymere (z. B. Co-Polymeren) sollten zudem die originären Monomere und deren Anteile bezogen auf 100 % Monomeranteil benannt werden.

3.2.1.2.5 Füll- und Verstärkungsstoffe

Füll- und Verstärkungsstoffe sind u. a. Glas-, Mineral-, Aramid-, Natur- und Carbonfasern, mineralische Füllstoffe wie Glimmer, Kreide und Talkum sowie Graphit, (Hohl-)Glaskugeln und Ruß.

Alle im Produkt enthaltenen Füll- und Verstärkungsstoffe müssen benannt (als Kurzzeichen oder Langname) und deren Massenanteile an allen Bestandteilen des Produkts angegeben werden.

3.2.1.2.6 Funktionale Additive

Grundsätzlich muss angegeben werden, welche Arten von Additiven im Recyclingprozess eingesetzt werden, welchen Stoffklassen diese jeweils angehören, und welche Funktionalitäten dadurch erreicht werden sollen. Da in der Praxis häufig keine Informationen zu den Additiven im Ausgangsmaterial (Abfall) vorliegen, müssen diese nicht berücksichtigt werden.

Eine Auswahl möglicher Additive bzw. Funktionalitäten zeigt die folgende Tabelle:

Additiv	Stoffklasse (Beispiele)	Funktionalität
Stabilisatoren (z. B. gegenüber UV-Strahlung oder Hitze)	phenolischer Stabilisator, Ca-Zn-Stabilisator	Stabilisierung (Schutz vor dem Abbau von Polymerketten)
Gleitmittel	Wachs	Reduzierung von Reibung bei der Verarbeitung
Flammschutzmittel	Halogenverbindung, Metalloxid	flammhemmende Wirkung
Pigmente / Farbmasterbatch	Eisenoxide	Farbgebung
Kettenverlängerer	-	Aufbau von Polymerketten
Haftvermittler / Kompatibilisatoren	MAH-Propfocopolymer	verbesserte Haftung oder Mischbarkeit unverträglicher Materialien
Schlagzähmodifikator	Ethylen-Propylen-Copolymer	Erhöhung der Schlagzähigkeit

Zudem muss eine Angabe zu den Anteilen der jeweiligen Additive gemacht werden, soweit diese nicht durch die Abschneidekriterien potenziell vernachlässigt werden könnten (siehe Kapitel 3.2.5.2).

3.2.1.2.7 PIR-Anteil

Es muss angegeben werden, wie hoch der Anteil an Rezyklat am insgesamt im Produkt enthaltenen Material ist. Hierbei darf lediglich der Anteil betrachtet werden, der die Rezyklatdefinition gemäß der Norm ISO 14021 7.8 bezogen auf Abfälle vor dem Gebrauch erfüllt (siehe Kapitel 2.1):

„Als Rezyklat dürfen in Übereinstimmung mit der folgenden Verwendung der Begriffe nur Abfälle vor Gebrauch und Abfälle nach Gebrauch in Betracht gezogen werden.

1) Abfall vor Gebrauch: Material, das beim Herstellungsverfahren aus dem Abfallstrom abgetrennt wird. Nicht enthalten ist die Wiederverwendung von Materialien aus Nachbearbeitungen, Nachschliff oder Schrott, die im Verlauf eines technischen Verfahrens entstehen und im selben Prozess wiederverwendet werden können.“

Der PIR-Anteil PA ergibt sich demnach durch

$$PA = \frac{\text{Masse PIR im Produkt}}{\text{Masse aller Materialien im Produkt}} \times 100\%$$

Dabei sind jegliche Arten von im Produkt enthaltenen PIR zu berücksichtigen, unabhängig vom Werkstoff, also nicht nur Kunststoffrezyklate, sondern z. B. auch Faserrezyklate.

3.2.1.2.8 Art des Ausgangsmaterials

Zu dem PIR-Anteil muss weiterhin angegeben werden, um welche Art von Ausgangsmaterial es sich handelt. Dies kann sein:

- Verarbeitungsabfälle, z. B.
 - Angüsse
 - Stanzreste
 - Fehlteile
 - An- und Abfahrbrocken
- Mahlgut
- Regranulat

Alle Ausgangsmaterialien des PIR-Anteils müssen angegeben werden.

3.2.1.2.9 Beispiele

Die folgende Tabelle gibt einige Beispiele für die Charakterisierung des Produktsystems.

Aspekt	Beispiel 1	Beispiel 2
Kurzbezeichnung	PA6 HI	PP-C GF 30
Besondere Funktionalitäten	Schlagzähmodifikation	mechanische Verstärkung
Einsatzbereich	Infrastruktur	Automobil
(Co-)Monomere / Polymere	PA6 88 %	PP 67 %, davon Propylen 90 % und Ethylen 10 %
Füll- und Verstärkungsstoffe	-	Glasfaser 30 %
Funktionale Additive	Schlagzähmodifikator 10 % Farbmasterbatch 1 %, Stabilisatoren <1 % Gleitmittel <1 %	Farbmasterbatch 2 %, Stabilisatoren <1 % Gleitmittel <1 %
PIR-Anteil	88 %	82 %
Art des Ausgangsmaterials	Mahlgut	Verarbeitungsabfälle (Angüsse)

3.2.2 Funktionelle / deklarierte Einheit

Grundsätzlich beschreibt die funktionelle Einheit den quantifizierten Nutzen eines Produkts oder einer Dienstleistung. Eine deklarierte Einheit beschreibt dagegen die Menge eines Produkts.

3.2.2.1 Vorhandene Regeln & Diskussion

ISO 14040 und ISO 14044 definieren das Konzept einer funktionellen Einheit, treffen darüber hinaus aber keine spezifischen Festlegungen.

Gemäß EN15804 muss die funktionelle Einheit die Anwendung des Produkts enthalten. Zusätzlich ist dort die Möglichkeit definiert, eine deklarierte Einheit zu verwenden.

In der PCR „Plastic waste“ wird eine deklarierte Einheit definiert als: 1000 kg Kunststoffabfall im Moment der Sammlung. Die deklarierte Einheit bezieht sich damit auf den Input in den Recyclingprozess.

Im Fall von Vor- / Zwischenprodukten, z. B. Kunststoffgranulat, ist gemäß ISO 14067 die Verwendung einer deklarierten Einheit zulässig und sinnvoll. Dementsprechend handelt es sich bei einer darauf basierenden CO₂-Bilanz um einen partiellen CFP.

Aufgrund dessen, dass durch die zu betrachtenden Produktsysteme ein Werkstoff für die Herstellung technischer Produkte bereitgestellt werden soll, wird ein auf den Output des Recyclingprozesses bezogener Ansatz gewählt, wobei ein Massebezug in den meisten Fällen adäquat erscheint.

3.2.2.2 Festlegung

Festlegung: Es muss eine deklarierte Einheit definiert werden. Diese sollte als „1 kg Kunststoffzyklus, welches zur Herstellung eines technischen Kunststoffprodukts in einem geeigneten Kunststoffverarbeitungsprozess verwendet werden kann“ festgelegt werden. Eine abweichende Festlegung ist zulässig, muss aber deutlich gemacht und plausibel begründet werden, z. B. bei dichtereduzierten Kunststoffcompounds.

Der Vergleich verschiedener Produkte ist nur zulässig auf Basis derselben deklarierten Einheit sowie bei vergleichbaren Eigenschaften im Hinblick auf die Weiterverarbeitung und Zielanwendung. Zudem gilt gemäß ISO 14067, dass ein Vergleich auf Grundlage der deklarierten Einheit „nur für Firmenkundengeschäftszwecke erfolgen“ darf (ISO 14067, 6.3.3). Eine vollständige Vergleichbarkeit lässt sich nur für Erzeugnisse gewährleisten, sodass bei Vergleichen auf die Limitationen durch die Festlegung der deklarierten Einheit eingegangen werden muss (siehe Kapitel 3.2.11).

3.2.3 Systemgrenze

Die Systemgrenze umfasst die Prozesse und Flüsse, die in die Betrachtung des Produktsystems einbezogen werden. Der Lebenszyklus eines Produktes lässt sich grundsätzlich in die Lebenszyklusphasen „Herstellung“, „Nutzung“ sowie „End-of-Life“ unterteilen.

Zudem umfasst die Systemgrenze die Aspekte „Abschneidekriterien“ und „Allokationsregeln“. Nach DIN EN ISO 14044 dienen Kriterien für das Nicht-Betrachten von In- und Outputs dazu, die Berechnung effizienter zu machen, ohne relevante Daten auszublenden. Neben der Masse

sind auch Energie und Umweltrelevanz wichtige mögliche Abschneidekriterien. Grundsätzlich ist eine vollständige Abdeckung aller Prozesse und Flüsse innerhalb der Systemgrenze anzustreben. Im Hinblick auf die Praktikabilität der Datenerhebung und den geringen Zusatznutzen der expliziten Berücksichtigung von Prozessen und Flüssen, die nur marginal zu den Ergebnissen der Bilanzierung beitragen, ist es jedoch sinnvoll, Abschneidekriterien zu definieren [7]. Die einzelnen Aspekte der Systemgrenze werden in den folgenden Abschnitten betrachtet.

3.2.4 Lebenszyklusabschnitte und Prozesse

3.2.4.1 Vorhandene Regeln & Diskussion

Die Normen ISO 14040 / 14044 definieren das allgemeine Konzept der Systemgrenze. Es sollten darin „mehrere Lebenswegabschnitte, Prozessmodule und Flüsse berücksichtigt werden“ (ISO 14040 5.2.3). Die genaue Festlegung der Systemgrenze hängt von den weiteren Festlegung bzgl. Ziel und Untersuchungsrahmens ab.

Im Rahmen einer CO₂-Bilanz ist gemäß ISO 14067 eine Abdeckung möglichst aller Phasen des Lebenszyklus anzustreben. Für Vor- oder Zwischenprodukte ist jedoch die ausschließliche Betrachtung der Phase „Herstellung“ zulässig.

EN 15804 definiert eine modulare Struktur des Lebenszyklus eines Produkts. In der Systemgrenze enthalten sein muss die Herstellungsphase (Module A1-A3), dies entspricht der Systemgrenze „cradle-to-gate“, weitere Module sind optional. Eine Zuordnung von Lasten aus vorherigen Lebenszyklen findet nicht statt. Vorteile und Lasten jenseits der Grenzen des Produktsystems z. B. „wieder verwertbare Produkte, recycelte Stoffe und/oder nutzbare Energieträger, die das Produktsystem z. B. als Sekundärstoffe oder -brennstoffe verlassen“ (EN 15804, 6.3.5.6), werden im sog. Modul D erfasst.

Die PCR „Plastic Waste“ legt die Systemgrenze mittels der folgenden Phasen fest:

- Upstream: vorgelagerte Prozesse
- Core: Abfallbehandlung bis zum verpackten Produkt
- Downstream: Transport des Produkts zu einem Zwischenhändler

Optional kann separat die Nutzungsphase betrachtet werden.

3.2.4.2 Festlegung

Bei Rezyklaten technischer Kunststoffe handelt es sich um Zwischenprodukte zur weiteren Verarbeitung zu Endprodukten. Daher erfolgt lediglich eine Betrachtung der Herstellungsphase:

Festlegung: Die Systemgrenze muss gemäß dem Ansatz „Cradle-to-gate“, „Von der Wiege bis zum Werkstor“, festgelegt werden. Sie umfasst die Lebenszyklusphase „Herstellung“. Die Betrachtung erfolgt dabei inklusive aller vorgelagerten Prozesse. Zur Veranschaulichung der Systemgrenze sollte ein Systemfließbild erstellt werden.

Die sich dadurch ergebenden Limitationen sind gemäß Kapitel 3.2.11 zu berücksichtigen. Innerhalb der Systemgrenze muss im Speziellen die „Vorgeschichte“ der Post-Industrial-Abfälle, die als Ausgangsmaterialien für die Rezyklate technischer Kunststoffe dienen, betrachtet werden². Dies umfasst insbesondere die folgenden Prozesse:

² Dies gilt nicht bei Bilanzierung eines Produkts ohne Rezyklatanteil im Rahmen eines Vergleichs.

- Gewinnung der Primärrohstoffe (Polymere, Additive, Füll- und Verstärkungsstoffe)
- Transport der Primärrohstoffe zum Ort der Verarbeitung
- Bereitstellung weiterer Materialien (z. B. Hilfs- und Betriebsstoffe) und Energie
- Herstellung der Neuware (Primärkunststoff)
- Sammlung, Transport und Verwertung von Abfällen der Neuwareherstellung
- Transport der Neuware zum Ort der Verarbeitung
- Verarbeitung zur Herstellung von Halbwaren oder Fertigprodukten

Das Ausmaß, in dem diese Vorgeschichte zu betrachten ist, ergibt sich aus den Festlegungen im Kapitel 3.2.6.

Bei dem Prozess „Verarbeitung zur Herstellung von Halbwaren oder Fertigprodukten“ entstehen Abfälle³, die als Ausgangsmaterialien für Rezyklate technischer Kunststoffe dienen. Diese Abfälle sind in aller Regel sortenrein und sauber und daher sehr gut für eine Wiederverwertung geeignet⁴. Zudem haben sie in aller Regel einen ökonomischen Wert und werden von den Verwertern aufgekauft. Entsprechend EN 15804 wäre damit bereits das Ende der Abfalleigenschaft erreicht.

Für diese Abfälle müssen weiterhin, unabhängig von der beabsichtigten Anwendung, die folgenden Prozesse berücksichtigt werden:

- Sammlung der Abfälle
- Transport der Abfälle zum Ort der Abfallbehandlung
- Bereitstellung von weiteren Materialien (z. B. Hilfs- und Betriebsstoffe) und Energie inkl. Vorkette
- Abfallbehandlung zu Sekundärrohstoff (Mahlgut)
- Sammlung, Transport und Verwertung von Abfällen der Abfallbehandlung

Die Abfallbehandlung kann dabei die folgenden Prozessschritte umfassen:

- Waschen
- Trennen
- Sortieren
- Zerkleinern mittels Mahlen oder Schreddern

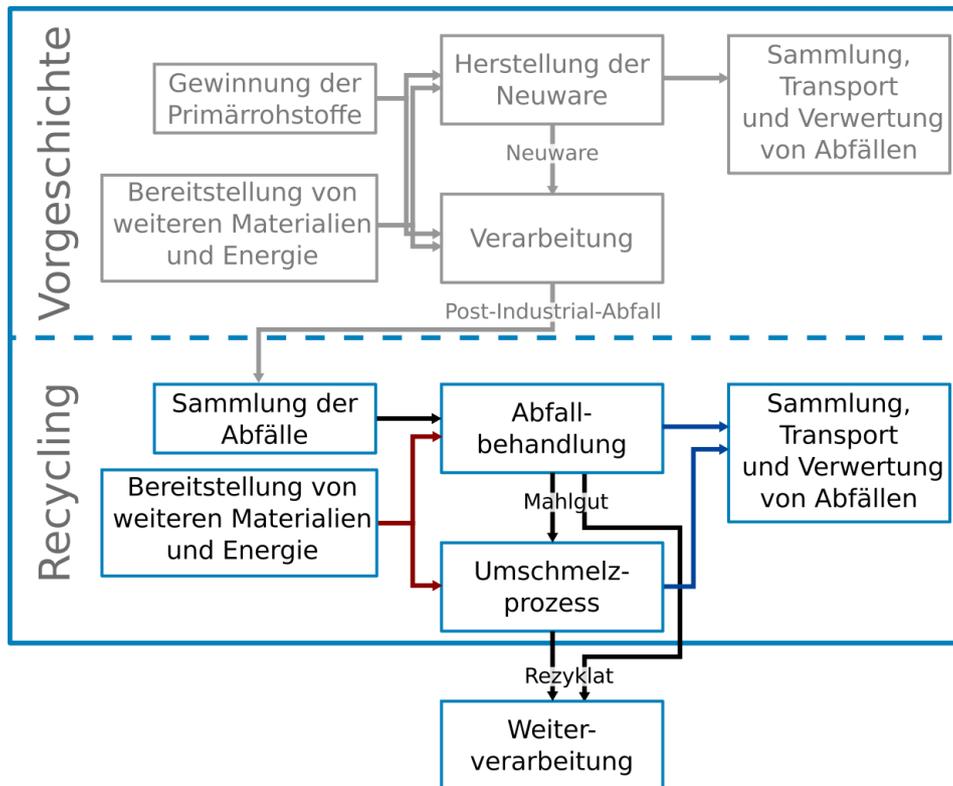
An die Abfallbehandlung anschließend müssen zudem folgende Prozesse betrachtet werden:

- Transport der Sekundärrohstoffe zum Ort der Rezyklataufbereitung
- Bereitstellung weiterer Materialien (z. B. Additive, Füll- und Verstärkungsstoffe, Hilfs- und Betriebsstoffe, Verpackung) und Energie inkl. Vorkette
- Rezyklataufbereitung (Umschmelzprozess ohne oder mit Zusatzstoffen)
- Bereitstellung der Rezyklate am Werkstor (inkl. Verpackung)
- Sammlung, Transport und Verwertung von Abfällen der Rezyklataufbereitung bis zum Ende der Abfalleigenschaft

Diese Prozessschritte können räumlich getrennt zur Abfallbehandlung oder am selben Ort wie diese stattfinden. Die folgende Abbildung verdeutlicht die Systemgrenze.

³ Abfallrechtlich kann es sich dabei um Nebenprodukte handeln, da diese nicht als Abfälle deklariert werden müssen. Der Einfachheit halber wird hier und im Folgenden nur der Begriff „Abfall“ verwendet.

⁴ Stand 2019 wurden ca. 94% der Abfälle aus der Verarbeitung stofflich recycelt [8].



In der Systemgrenze nicht eingeschlossen und daher nicht relevant sind dagegen:

- Distribution
- Weiterverarbeitung, z. B. mittels Extrusion oder Spritzguss
- Nutzung
- End-Of-Life

Die Behandlung von Abfällen, die innerhalb der Systemgrenze entstehen, ist Teil der Systemgrenze. Diese Flüsse werden bis zum Erreichen des Endes der Abfalleigenschaft berücksichtigt, und verlassen dann die Systemgrenze. Vorteile und Lasten, die durch diese Flüsse außerhalb der Systemgrenze entstehen, sollten im Sinne eines konservativen Ansatzes abgeschnitten werden (Cut-Off). Alternativ können diese berücksichtigt werden, müssen jedoch in diesem Fall bei der Ergebnisdarstellung zusätzlich separat ausgewiesen werden (siehe Kapitel 6.2).

Gemäß ISO 14067 6.3.4.1 dürfen keine CO₂-Verrechnungen einbezogen werden.

3.2.5 Abschneidekriterien

3.2.5.1 Vorhandene Regeln

In EN 15804 werden als Abschneidekriterien für einzelne Flüsse 1 % des erneuerbaren und des nicht-erneuerbaren Einsatzes von Primärenergie sowie 1 % der Gesamtmasse festgelegt. Kumuliert dürfen die abgeschnittenen Flüsse höchstens 5 % der jeweiligen Anteile betragen. In der PCR „Plastic Waste“ wird das Abschneidekriterium als kumuliert 1 % der Umweltwirkungen festgelegt.

3.2.5.2 Festlegung

Als Kriterium für das Nichtbetrachtung von Input- und Outputflüssen wird in Anlehnung an EN 15804 die folgende Festlegung getroffen:

Festlegung: Es müssen alle Prozesse und Flüsse berücksichtigt werden, deren kumulierter Beitrag zur Massenbilanz sowie zur CO₂-Bilanz mindestens 95 % beträgt. Lediglich solche Prozesse und / oder Flüsse dürfen vernachlässigt werden, deren Beitrag zur Massenbilanz sowie zur CO₂-Bilanz nicht höher als 1 % beträgt. Eine Vernachlässigung von Prozessen und / oder Flüssen muss begründet werden.

3.2.6 Umweltlasten der Ausgangsmaterialien

Die als Ausgangsmaterialien für die hier betrachteten Rezyklate eingesetzten Materialien werden als Neben- oder Koppelprodukte des Prozesses (Ursprungsprozess) angesehen, bei dem sie entstehen (siehe auch Kapitel 3.2.4). Dabei kann es sich z. B. um einen Spritzgussprozess handeln, bei dem neben dem erwünschten Gutteil (Hauptprodukt) auch Angüsse sowie Fehlteile (Nebenprodukte) entstehen. Eine Betrachtung der Nebenprodukte als Abfälle und eine alleinige Zuteilung der vorgelagerten Lasten zu dem System, in dem der Abfall entsteht, wird als nicht adäquat angesehen. Schließlich müssen diese nicht kostenpflichtig oder kostenneutral entsorgt werden. Vielmehr handelt es sich um werthaltige Güter, die relativ „einfach“ einer Wiederverwertung zugeführt werden können (siehe Fußnote 4).

Zwischen Hauptprodukt und Nebenprodukte ist dementsprechend eine Aufteilung der mit dem Ursprungsprozess in Verbindung stehenden Lasten vorzunehmen. Grundsätzlich kommt in

diesem Fall eine Allokation auf Basis einer physikalischen Beziehung in Frage, insbesondere auf Basis der Masse. Allerdings würden bei diesem Ansatz 1 kg des Nebenprodukts die gleichen Umweltlasten zugeordnet wie 1 kg des Hauptprodukts, insbesondere die Herstellung der Neuware würde hier in selbem Maße zu Buche schlagen. Dies wird jedoch der mit dem Ursprungsprozess einhergehenden Veränderung der inhärenten Eigenschaften nicht gerecht, aufgrund derer das Material einen Qualitätsverlust gegenüber der Neuware erleidet, und die erst durch nachfolgende Prozesse zur Materialaufbereitung teilweise wieder ausgeglichen werden. Zudem wird dem Hauptprodukt dadurch eine von der Prozesseffizienz (Ausbeute, Ausschussquote) unabhängige Umweltlast zugeordnet, sodass (zumindest aus der Perspektive der Umweltperformance) kein Anreiz zur Reduzierung oder Vermeidung von Abfällen besteht.

Aufgrund dieser Überlegungen sollte ein Allokationsverfahren gewählt werden, welches den Nebenprodukten einen substanziellen, aber gegenüber der Allokation nach Masse verringerten Anteil an den Umweltlasten zuordnet. Dies kann insbesondere durch eine Allokation auf Basis des Verhältnisses des ökonomischen Werts von Haupt- und Nebenprodukt erreicht werden.

3.2.6.1 Festlegung

Festlegung: Die Hierarchie von Verfahren zum Umgang mit multifunktionalen Prozessen gemäß DIN EN ISO 14044 bzw. DIN EN ISO 14067 muss angewendet werden. Sofern eine Allokation nicht zu vermeiden ist, sollte eine Allokation auf Basis des ökonomischen Werts von Haupt- und Nebenprodukten verwendet werden. Die verwendeten Allokationsfaktoren und deren Herkunft sind zu dokumentieren.

Anmerkung: Der „ökonomische Wert“ kann sich z. B. aus Marktpreisen, Verrechnungspreisen oder aus einer Reststoffkostenrechnung ergeben.

Der Zweck des Ursprungsprozesses ist die Herstellung des Hauptprodukts, sodass alle prozessbezogenen Lasten dieses Prozesses abseits des eingesetzten Kunststoffmaterials vollständig dem Hauptprodukt zugeordnet werden. Für diese Lasten ist demnach keine Allokation nötig. Lediglich die Umweltwirkungen, die mit der im Ursprungsprozess eingesetzten Neuware in Verbindung stehen, müssen auf Haupt- und Nebenprodukte alloziert werden.

Für die Ableitung der Allokationsfaktoren für Haupt- und Nebenprodukte sollte möglichst auf spezifische Daten zurückgegriffen werden. Für den Fall, dass diese nicht oder nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand ermittelt werden können, können folgende generische Werte angewendet werden (Werte relativ zur Masse, siehe Anhang):

- Allokation von Umweltwirkungen des im Ursprungsprozess eingesetzten Kunststoffmaterials bis zum Ort der Verwendung:
 - $\alpha = 0,4$ (40 %)
- Allokation von Umweltwirkungen des Ursprungsprozesses durch andere Material- und Energieflüsse (siehe oben)
 - $\alpha = 0$

Die Ableitung und die Anwendung sowie die Plausibilität der Allokationsfaktoren werden im Anhang A besprochen.

3.2.7 Allokationsregeln für multifunktionale Prozesse

3.2.7.1 Vorhandene Regeln & Diskussion

Zum Umgang mit multifunktionalen Prozessen ist folgende, hierarchische Vorgehensweisen (vgl. ISO14044 4.3.4.2 und 4.3.4.4) beschrieben:

1. Vermeidung von Allokation mittels
 - a. Teilung oder
 - b. Systemerweiterung
2. Anwendung eines geeigneten Allokationsverfahren auf Basis
 - a. einer physikalischen Beziehung
 - b. einer anderen Beziehung

In der Norm EN 15804 nimmt das Verursacherprinzip eine zentrale Rolle ein. Es besagt, dass dem Produktsystem, welches einen Abfall verursacht, alle Umweltlasten bis zum Erreichen des Endes der Abfalleigenschaft zugeschrieben werden. Im Übrigen sind die Allokationsregeln wie in ISO 14040 / 14044 festgelegt.

Die PCR „Plastic Waste“ folgt der Hierarchie von ISO 14040 / 14044 sowie dem Verursacherprinzip. Für Vorbehandlungsprozesse, z. B. Abfallsortierung, wird zudem eine Allokation anhand der ökonomischen Werte der Koppelprodukte vorgeschlagen. In verwendeten, generischen Daten sollten keine Systemerweiterungen und Gutschriften durch vermiedene Lasten angewendet werden.

Eine Allokation ist im Recyclingsystem für jene Stoffströme notwendig, die neben dem primären Produkt entstehen. Sofern diese nicht als Abfälle betrachtet werden, sind diese als Co-Produkte anzusehen.

3.2.7.2 Festlegung

Festlegung: Die Hierarchie von Verfahren zum Umgang mit multifunktionalen Prozessen gemäß DIN EN ISO 14044 bzw. DIN EN ISO 14067 muss auf Co-Produkte angewendet werden.

Stoffströme, die mit dem Erreichen des Endes der Abfalleigenschaft die Systemgrenze verlassen, werden gemäß Kapitel 3.2.4 abgeschnitten (Cut-Off).

3.2.8 Anforderungen an die Datenqualität

3.2.8.1 Vorhandene Regeln & Diskussion

Gemäß ISO 14044 und ISO 14067 müssen Anforderungen an die Datenqualität festgelegt werden. Dabei sollten die folgende Aspekte beachtet werden:

- Zeitbezogener Erfassungsbereich
- Geografischer Erfassungsbereich
- Technologischer Erfassungsbereich
- Genauigkeit / Präzision
- Vollständigkeit
- Repräsentativität
- Konsistenz
- Vergleichspräzision
- Datenquellen

- Unsicherheit der Information

Bei der Veröffentlichung vergleichender Aussagen sind diese Anforderungen zu berücksichtigen. Die Datenqualität ist im Rahmen der Datenerhebung zu validieren. Bei der Entwicklung von Produktkategorieregeln sind Anforderungen an die Datenqualität zu definieren (siehe ISO 14067 6.3.5).

In ähnlichem Sinne definiert EN 15804 darüber hinaus gehende Anforderungen an die Datenqualität:

- Zeitbezogener Erfassungsbereich: Daten müssen so aktuell wie möglich sein und „ein Referenzjahr innerhalb der letzten 10 Jahre für generische Daten und für herstellereinspezifische Daten innerhalb der letzten 5 Jahre abbilden“ (EN 15804, 6.3.8.2)
- Geografischer und technologischer Erfassungsbereich: Daten müssen „soweit wie möglich die physikalische Realität [...] wiedergeben“ (ebenda)
- Vollständigkeit: Daten müssen vollständig sein im Sinne der Abschneideregeln

Zur Bewertung der Qualität generischer Daten sind zudem zwei verschiedene Ansätze beschrieben (EN 15804, Anhang E). Für Daten, die mit mindestens 80 % der absoluten Umweltwirkungen in jedem Modul verknüpft sind, müssen die Ergebnisse der Bewertung der Datenqualität dokumentiert werden.

Die PCR „Plastic Waste“ bestimmt darüber hinaus, dass bei Fehlen geeigneter Daten approximative Daten verwendet werden dürfen, solange mit diesen weniger als 10 % der insgesamt ermittelten Umweltwirkungen assoziiert sind.

Die oben genannten, zu betrachtenden Aspekte der Datenqualität sind allgemein anerkannt. Daher wird eine grundsätzliche Bewertung der Datenqualität aller verwendeter Daten unter Berücksichtigung dieser Aspekte an dieser Stelle als sinnvoll angesehen. Darüber hinaus sollte für Daten, die mit einem wesentlichen Beitrag zu den Umweltwirkungen verknüpft sind, eine Mindestanforderung an die Datenqualität gestellt werden.

3.2.8.2 Festlegung

In Anlehnung an EN 15804 und PCR „Plastic Waste“ werden daher folgende Anforderungen an die Datenqualität gestellt:

Festlegung: Die Datenqualität muss mindestens mittels eines semiquantitativen Vorgehens, wie in EN 15804 beschrieben (siehe EN 15804, Anhang E) oder vergleichbar, bewertet werden. Für Prozesse, die insgesamt 70 % der Beiträge zu den Umweltwirkungen liefern, muss eine gute Datenqualität erreicht werden. Für weitere 20 – 30 % muss eine mittlere Datenqualität erreicht werden. Daten mit geringerer Qualität müssen weniger als 10 % der Beiträge ausmachen.

Darüber hinaus gehende, strengere Anforderung sind möglich.

3.2.9 Wirkungskategorien

3.2.9.1 Vorhandene Regeln & Diskussion

Wirkungskategorien repräsentieren gemäß ISO 14040 / 14044 wichtige Umweltthemen und werden durch Wirkungsindikatoren quantifiziert. Diese werden in der Wirkungsabschätzung verwendet, um die potenziellen Umweltwirkungen zu ermitteln. Für eine Ökobilanz müssen die

Wirkungskategorien „einen umfassenden Satz von mit dem zu untersuchenden Produktsystem verbundenen Umweltthemen widerspiegeln“ (ISO 14044, 4.4.2.2.1). Zur Überführung der Sachbilanzergebnisse muss ein geeignetes Charakterisierungsmodell mit Charakterisierungsfaktoren identifiziert und angewendet werden.

Die Norm ISO 14067 behandelt den Klimawandel als einzige Wirkungskategorie. Als Wirkungsindikator wird das Treibhauspotenzial als GWP100 in der Einheit kg CO₂-Äq. verwendet. GWP für andere Zeitrahmen und GTP sind optional zusätzlich verwendbar. Die Charakterisierungsfaktoren sind den jeweils aktuellsten Veröffentlichung des Weltklimarates IPCC zu entnehmen.

EN15 804 definiert für eine EPD einen Satz von obligatorischen Kernindikatoren und weiteren, optionalen Indikatoren und gibt vor, welches Charakterisierungsmodell und welche Charakterisierungsfaktoren.

Die PCR „Plastic Waste“ trifft keine über die jeweiligen Programmregeln hinausgehenden Festlegungen, die wiederum auf der EN 15804 basieren.

Eine CO₂-Bilanz für Rezyklate technischer Kunststoffe sollte den Klimawandel als Wirkungskategorie betrachten, und dabei in Einklang mit den Anforderungen den ISO 14067 stehen. Gleichzeitig sollten die Einschränkungen dieses Ansatzes, insbesondere gegenüber einer vollständigen Ökobilanz, berücksichtigt werden.

3.2.9.2 Festlegung

Die Anforderungen an die Wirkungsabschätzung ergeben sich aus ISO 14067 6.5. Dementsprechend gilt:

Festlegung: Die Umweltwirkungen müssen in der Wirkungskategorie Klimawandel bewertet werden und „mit dem vom Weltklimarat in der Einheit von kg CO₂-Äq. je kg Emissionen angegebenen GWP 100 berechnet werden“ (ISO 14067, 6.5.1). Dabei muss die Liste der Charakterisierungsfaktoren gemäß dem aktuellen Sachstandsbericht des Weltklimarates verwendet werden. THG-Mengen, die aus biobasierten Rohstoffen emittiert und entzogen wurden oder aus CO₂-Abscheidung stammen, müssen so berücksichtigt werden, als wären sie instantan emittiert oder entzogen werden.

3.2.10 Zusätzlich einbezogene Informationen

3.2.10.1 Vorhandene Regeln

Gemäß EN 15804 müssen zusätzliche technische Informationen sowie Informationen über Emissionen während der Nutzungsphase berücksichtigt werden, die nicht aus der Ökobilanz stammen (siehe EN 15804, 7.3 und 7.4).

In der PCR „Plastic Waste“ ist die Möglichkeit beschrieben, umweltbezogene Informationen über die Nutzung von recycelten Materialien anzugeben, wobei diese separat von den verpflichtenden Informationen genannt werden müssen.

3.2.10.2 Diskussion & Festlegung

Im Zusammenhang mit der CO₂-Bilanz sind weitere Informationen relevant, ohne jedoch in der Berechnung direkt berücksichtigt zu werden. Dies betrifft vor allem den Gehalt im Produkt von biogenem Kohlenstoff oder von Kohlenstoff aus der Abscheidung von CO₂ aus Abgasströmen oder der Luft (Carbon Capture and Use, CCU).

Festlegung: Als zusätzliche Information müssen die physikalischen Gehalte im Produkt von biogenem Kohlenstoff sowie von Kohlenstoff aus CO₂-Abscheidung angegeben werden. Für den biogenen Kohlenstoffanteil muss ISO 14067, 6.4.9.3 angewendet werden. Zudem muss über den biogenen Anteil ein entsprechender Nachweis mittels C14-Methode, über den Anteile aus CO₂-Abscheidung ein anderer, geeigneter Nachweis erbracht werden. Weitere Informationen mit Bezug zur CO₂-Bilanz können angegeben werden.

Ergänzende Berechnungen und Informationen können separat angegeben werden, z. B.

- Auswirkungen der zeitlich begrenzten Speicherung von biogenem Kohlenstoff in Produkten
- der bilanziell ermittelte Gehalt von biogenem Kohlenstoff, z. B. im Rahmen eines Biomassebilanzverfahrens.

3.2.11 Annahmen und Grenzen

3.2.11.1 Vorhandene Regeln

Gemäß ISO14067 müssen alle für den Carbon Footprint relevanten Annahmen offengelegt werden. In ISO14067 Anhang A wird im Speziellen auf die Einschränkungen des Carbon Footprint eingegangen. Dies sollte bei dessen Quantifizierung stets berücksichtigt werden.

Die EN 15804 fordert die Offenlegung aller Annahmen zur Szenarioentwicklung für die Module A4-A5, B1-B7, C1-C4 und D. Zudem sind Einschränkungshinweise bezüglich der verschiedenen Umweltwirkungsindikatoren gegeben, die in einer EPD entsprechend deklariert werden müssen.

3.2.11.2 Festlegung

Getroffene Annahmen und Grenzen der Untersuchung müssen gemäß ISO 14067 dokumentiert werden, insbesondere muss

- ISO 14067 Anhang A berücksichtigen und angemessen gewürdigt werden,
- die Limitation aufgrund der Betrachtung eines Zwischenproduktes inklusive der Aspekte der Systemgrenze (cradle-to-gate) und der deklarierten Einheit diskutiert werden.
- bei einem Vergleich darauf eingegangen werden, inwieweit die Aussagekraft von vergleichenden Aussagen durch Annahmen und Grenzen beeinflusst wird.

Die Festlegung der Dokumentation der Annahmen und Grenzen erfolgt in Kapitel 6.3.

4 Sachbilanz

Die Sachbilanz ist entsprechend der Anforderungen von ISO 14067 6.4 zu erstellen.

5 Berechnung der CO₂-Bilanz

Die Berechnung der CO₂-Bilanz erfolgt wie in ISO 14067 beschrieben. Insbesondere sind zu berücksichtigen und zudem einzeln aufzuschlüsseln (siehe ISO 14067 6.4.9.8)⁵:

⁵ Der Begriff „THG-Menge“ umfasst jeweils sowohl emittierte als auch entzogene THG-Mengen,

- GWP_a: THG-Mengen durch Luftfahrt
- GWP_b: THG-Mengen aus biogenen Rohstoffen
- GWP_c: THG-Mengen aus CO₂-Abscheidung
- GWP_f: THG-Mengen aus fossilen Rohstoffen
- GWP_{dluc}: THG-Mengen aufgrund direkter Landnutzungsänderung

In dem Fall, dass Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen im Produktsystem enthalten sind, sollte zusätzlich berücksichtigt und separat aufgeschlüsselt werden:

- GWP_{lu}: THG-Mengen durch Landnutzung

Weiterhin können THG-Mengen aus indirekter Landnutzungsänderung (GWP_{iluc}) berücksichtigt werden, müssen jedoch in diesem Fall ebenfalls zusätzlich separat ausgewiesen werden. Zudem muss Kohlenstoff aus biogenen Quellen und aus CO₂-Abscheidung im Produkt separat berichtet werden (siehe Kapitel 3.2.10).

Die gesamte CO₂-Bilanz (GWP) ergibt sich demnach aus den folgenden Beiträgen:

$$\begin{aligned} \text{GWP} = & \text{GWP}_a + \text{GWP}_b + \text{GWP}_c + \text{GWP}_f + \text{GWP}_{dluc} \\ & + \text{GWP}_{lu} \quad (\text{sofern relevant}) \\ & + \text{GWP}_{iluc} \quad (\text{sofern berücksichtigt}). \end{aligned}$$

6 Bericht zur CO₂-Bilanz

6.1 Allgemeines

Die grundlegenden Anforderungen an einen Bericht zur CO₂-Bilanz ergeben sich aus ISO 14067, 7. Im Fall von vergleichenden Ergebnissen müssen zudem die Anforderungen aus ISO 14044, 5.3 erfüllt werden.

6.2 Ergebnisdarstellung der CO₂-Bilanz

Die Angabe der Einzelindikatoren bzw. des Summenindikators GWP muss jeweils als absoluter Wert in kg CO₂-Äq. je deklariertes Produkt angegeben werden. Zusätzlich kann eine Darstellung der relativen Anteile der Einzelindikatoren in Prozent am Summenindikator erfolgen. Zahlenwerte sollten wie folgt dargestellt werden:

- Generell werden Zahlen mit drei gültigen Stellen angegeben,
- jedoch maximal bis zur dritten, gerundeten Nachkommastelle,
- sowie Zahlen mit Absolutwert kleiner als 0,0005 als „0,0“.

Die Ergebnisdarstellung muss dabei in der folgenden Form erfolgen:

	(in kg CO ₂ -Äq.)							
	GWP	GWP _a	GWP _b	GWP _c	GWP _f	GWP _{dluc}	GWP _{lu}	GWP _{iluc}
Produktsystem (Kurzbezeichnung) ^a	[Indikatorwert]	[Indikatorwert]	[Indikatorwert]	[Indikatorwert]	[Indikatorwert]	[Indikatorwert]	[Indikatorwert] ^b	[Indikatorwert] ^c

^a Die entsprechenden Ergebnisse mehrerer Produktsysteme können untereinander dargestellt werden.

^b Angabe nur, sofern relevant, ansonsten „n. r.“

^c Angabe nur, sofern berücksichtigt, ansonsten „n. b.“

Zur genaueren Darstellung der Beiträge einzelner Flüsse oder Prozesse muss eine Dominanzanalyse durchgeführt werden. Hierbei müssen die Beiträge aller Inputs und Outputs des Prozesses zur Herstellung des Produkts zu den Einzelindikatoren sowie zum Summenindikator in tabellarischer Form dargestellt werden, deren Anteil am Summenindikator und den Einzelindikatoren mindestens 90 % ausmacht. Übrige Beiträge können als „Sonstiges“ zusammengefasst werden. Sofern Vorteile und Lasten berücksichtigt wurden, die durch Flüsse entstehen, die nach Erreichen des Endes der Abfalleigenschaft die Systemgrenze verlassen, so müssen diese für das Produktsystem ausgewiesen werden und dürfen nicht in „Sonstiges“ einfließen. Einzelindikatoren dürfen bei der Darstellung der Dominanzanalyse weggelassen werden, wenn deren Anteil am Summenindikator jeweils unter 1 % liegt. Neben der tabellarischen Darstellung kann eine grafische Darstellung erfolgen, z. B. mittels Säulendiagramm.

Weiterhin müssen gemäß ISO 14067 6.4.9.3 bzw. Kapitel 3.2.10 die Anteile von Kohlenstoff aus biogenen Quellen und aus CO₂-Abscheidung im Produkt separat ausgewiesen werden. Zudem sollten entsprechende Aufnahmen und Abgaben dokumentiert werden entsprechend folgender Form:

	kg Kohlenstoff, biogen			kg Kohlenstoff, aus CO ₂ -Abscheidung		
	Bindung	Freisetzung	Verbleib im System	Bindung	Freisetzung	Verbleib im System
Produktsystem (Kurzbezeichnung)	[Indikatorwert]	[Indikatorwert]	[Indikatorwert]	[Indikatorwert]	[Indikatorwert]	[Indikatorwert]

6.3 Einschränkungen der CO₂-Bilanz

Die Einschränkungen der CO₂-Bilanz müssen im Bericht diskutiert werden. Dabei muss auf die in Kapitel 3.2.11 genannten Punkte eingegangen werden. Insbesondere sind Hinweise zu Einschränkungen aufgrund der Beschränkung auf eine Wirkungskategorie notwendig, z. B. mittels der Formulierung: „Diese CO₂-Bilanz fokussiert den Klimawandel als einzige Umweltwirkungskategorie. Maßnahmen zur Verringerung einzelner Umweltwirkungen können zur nicht intendierten Steigerung anderer Umweltwirkungen führen.“

Weiterhin müssen methodische Einschränkungen diskutiert werden, z. B. bei Berücksichtigung von Auswirkungen der indirekten Landnutzungsänderung die damit verbundenen Limitationen.

Sofern keine kritische Prüfung durchgeführt wurde, muss darauf ebenfalls hingewiesen werden.

7 Weitergabe von Ergebnissen der CO₂-Bilanz an Dritte

Bei der Erstellung einer CO₂-Bilanz kann als beabsichtigte Anwendung die Weitergabe von Informationen an externe Zielgruppen in Form einzeln aufgeschlüsselter oder aggregierter Ergebnisse festgelegt worden sein (vgl. Kapitel 3.1.1). Eine solche Weitergabe von Informationen ist als Veröffentlichung anzusehen. Bei der Veröffentlichung von Vergleichsergebnissen und vergleichenden Aussagen sind dementsprechend Kapitel 3.1.5 zu berücksichtigen sowie ISO 14044, 5.3.

Die Weitergabe der Informationen sollte in Form des Berichts der CO₂-Bilanz erfolgen. Jedoch kann, z. B. aus Gründen der Geheimhaltung, einer Weitergabe in Form einer verkürzten Zusammenstellung der wesentlichen Aspekte des Berichts der CO₂-Bilanz erfolgen. Diese Zusammenstellung muss jedoch mindestens die folgenden Informationen enthalten:

- Verweis auf die Norm ISO 14067 sowie den Methodenbericht zur CO₂-Bilanz für Rezyklate technischer Kunststoffe
- Hinweis auf das Prüfverfahren (vgl. 3.1.5)
- Produktsystem(e): Bezeichnung (vgl. 3.2.1)
- Deklarierte Einheit (vgl. 3.2.2)
- Innerhalb der Systemgrenze berücksichtigte Lebenszyklusphasen (vgl. 3.2.4)
- Hinweis auf die Anwendung einer Allokationsregel zur Zuteilung von Lasten aus der Vorgeschichte inkl. Wert des Allokationsfaktors α (vgl. 3.2.6)
- Angabe der Wirkungskategorie und des Wirkungsindikators (vgl. 3.2.9)
- Hinweis auf Einschränkungen der CO₂-Bilanz (vgl. 6.3)
- Ergebnis für den Summenindikator GWP für jedes betrachtete Produktsystem
- Nennung der berücksichtigten Einzelindikatoren bzw. entsprechender THG-Mengen
- Hinweis auf den Bericht zur CO₂-Bilanz

Eine Verrechnung von Ergebnissen der CO₂-Bilanz verschiedener Produkte, z. B. im Rahmen eines Vergleichs von Produkten mit und ohne Rezyklatanteil, ist nicht zulässig. Jedoch kann zusätzlich zu den Ergebnissen der einzelnen Produktsysteme eine potenzielle Einsparung ausgewiesen werden, die sich aus der Substitution ergeben kann.

Im Fall der Weitergabe von Informationen mittels einer solchen Zusammenstellung müssen zudem den Empfängern auf Anfrage der Bericht oder relevante Teile des Berichts zur CO₂-Bilanz zur Einsicht gegeben werden, ggf. im Rahmen einer Geheimhaltungsvereinbarung.

8 Ausblick

Die Betrachtung im Projekt SCO₂RE bzw. im Rahmen dieses Methodenberichts beschränkt sich zunächst auf Rezyklate, die mittels Verfahren des mechanischen Recyclings gewonnen werden (vgl. Kapitel 2.1), und die aus sog. Post-Industrial-Abfällen stammen. Dadurch kann für diesen Anwendungsbereich eine möglichst stringente und konsistente Festlegung der Rahmenbedingungen erreicht werden. Gleichzeitig stellt dies eine wesentliche Einschränkung des Anwendungsbereichs bezüglich gängiger Abfallströme, insbesondere Post-Consumer-Abfälle, sowie alternativer Recyclingverfahren, d. h. einerseits physikalisches Recycling und andererseits chemisches Recyclings, dar. Eine harmonisierte Weiterentwicklung im Hinblick auf Post-Consumer-Abfälle sowie die genannten, alternativen Recyclingverfahren wird daher als erstrebenswert angesehen. Zudem wird die entwickelte Vorgehensweise alleinstehend nur eine vergleichsweise geringe Wirkung entfalten und Verbreitung erreichen können. Daher ist eine Verankerung in bzw. Harmonisierung mit bereits vorhandenen Systemen, z. B. für Umweltproduktdeklarationen, und Normen / Standards anzustreben. Dadurch kann eine Vereinheitlichung bisher unterschiedlicher Bewertungsmethoden erreicht werden, was den Nutzen und die Glaubwürdigkeit daraus abgeleiteter Aussagen vergrößern würde.

Dies kann zu einer robusteren, transparenten, faireren und besser nachvollziehbaren ökologischen Bewertung verschiedener Kunststoffe unter Berücksichtigung der jeweils unterschiedlichen Ausgangsmaterialien (z. B. Primär- oder Sekundärmaterialien, Post-Industrial- oder Post-

Consumer-Abfälle), Verwertungswege (mechanisches, physikalisches, chemisches Recycling) und damit zu einer Etablierung einer Circular Economy beitragen.

8.1 Perspektive Post-Consumer-Abfälle

Post-Consumer-Abfälle stellen im Vergleich mit Post-Industrial-Abfällen den mengenmäßig größeren Materialstrom dar. Zudem ist deren Recycling aufgrund stärkerer Vermischung und Verschmutzung überwiegend aufwändiger. Gleichzeitig stellt dadurch deren möglichst umfassende Recycling aus Umweltsicht den wichtigeren Baustein bei der Entwicklung einer Circular Economy dar. Durch eine der vorliegenden Methode vergleichbaren Entwicklung für diese Abfallströme könnte dies unterstützt werden. Die vorliegenden Festlegungen stellen dafür jedoch einen vielversprechenden Ausgangspunkt dar bzw. sind auf diesen Anwendungsbereich mit Anpassungen übertragbar. Insbesondere kann die anteilige Allokation von Lasten aus der Vorgeschichte eine Chancengleichheit zwischen den verschiedenen Abfallströmen schaffen. Bei Post-Consumer-Abfällen würden die geringere Qualität der Eingangsware und die größeren Aufwendungen beim Recycling durch eine geringere oder keine Allokation von Lasten der Vorgeschichte ausgeglichen, während die höherwertigen und besser recycelbaren Post-Industrial-Abfälle einen solchen Anteil der Lasten zu tragen hätten.

8.2 Perspektive alternative Verwertungsverfahren

Alternative Recyclingverfahren umfassen z. B.:

- physikalisches Recycling: lösemittelbasiertes Recycling
- chemisches Recycling: Depolymerisation mittels Pyrolyse o. ä.

Beide Arten von Verfahren unterscheiden sich untereinander und von den hier abgedeckten, rein mechanischen Verfahren hinsichtlich der Art der möglichen Eingangsware, der Aufwände der Verfahren selbst sowie der erzielbaren Qualitäten der Produkte. Dies ließe sich jedoch in der hier beschriebenen Methoden ebenfalls adäquat abbilden, zum einen durch die Festlegung der Systemgrenze, die alle Prozesse vom Abfall bis zum potenziell Neuware substituierenden Produkt abdeckt (also auch z. B. das selektive Lösen oder Vergasen, Pyrolyse, erneute Polymerisation usw.), sowie zum anderen durch das Allokationsverfahren von Lasten aus der Vorgeschichte der jeweiligen Eingangsware.

8.3 Perspektive Normung

Die vorliegende Ausarbeitung zur Festlegung der Rahmenbedingungen für die CO₂-Bilanz von Rezyklaten technischer Kunststoffe kann eine Grundlage für Initiativen zur übergreifenden Vereinheitlichung von Berechnungsregeln für CO₂- bzw. Ökobilanzen sein. Hierzu ist eine Erweiterung des Anwendungsbereichs (vgl. Kapitel 8.1 und 8.2) anzustreben.

9 Referenzen

9.1 Literatur

- [1] Domininghaus, H.; Elsner, P.; Eyerer, P. et al. (Hrsg.): Kunststoffe. Eigenschaften und Anwendungen. SPRINGER, Heidelberg, 2012.
- [2] Chemie.de: Compoundierung. <https://www.chemie.de/lexikon/Compoundierung.html> (Abruf: 27.06.2021).
- [3] Europäische Kommission: Empfehlung der Kommission für die Anwendung gemeinsamer Methoden zur Messung und Offenlegung der Umwelleistung von Produkten und Organisationen. Amtsblatt der Europäischen Union L 124/1, 2013.
- [4] Marelli, L.: JRC Technical Reports: Comparative Life Cycle Assessment (LCA) of Alternative Feedstock for Plastics Production. Draft report for stakeholder consultation - Part 1 - Final method for LCA of plastic articles, 2020.
- [5] International EPD System: Plastic waste and scrap recovery (recycling) services. Product category classification: UN CPC 8942. International EPD System, 2019.
- [6] PlasticsEurope Deutschland e. V.: Ökoprofile. <https://www.plasticseurope.org/de/resources/eco-profiles> (Abruf: 21.04.2021).
- [7] Julia Geßner: CO₂-Bilanz von Rezyklaten technischer Kunststoffe – Einfluss der Rahmenbedingungen auf die Ergebnisse. Bachelorarbeit, Hochschule für angewandte Wissenschaften, Würzburg, 2020.
- [8] Conversio GmbH: Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019. Conversio GmbH, 2020.
- [9] Statistisches Bundesamt: Kostenstruktur der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe 2019. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online> (Abruf: 13.09.2021).
- [10] New Media Publisher GmbH: Rohstoffbörse für Kunststoff: Recyclate, Restposten, Mahlgut und Abfälle. <https://plasticker.de/recybase/> (Abruf: 13.09.2021).
- [11] GaBi ts. Sphera Solutions GmbH, Leinfelden-Echterdingen, 2021.

9.2 Normverweise

ISO 14021	DIN EN ISO 14021:2016-07 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Umweltbezogene Anbietererklärungen (Umweltkennzeichnung Typ II)
ISO 14025	DIN EN ISO 14025:2011-10 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Typ III Umweltdeklarationen - Grundsätze und Verfahren
ISO/TS 14027	DIN CEN ISO/TS 14027:2018-04, DIN SPEC 35805:2018-04 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Entwicklung von Produktkategorieregeln
ISO 14040	DIN EN ISO 14040:2009-11 Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen
ISO 14044	DIN EN ISO 14044:2006-10

ISO 14067	Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen DIN EN ISO 14067:2019-02
EN 15804	Treibhausgase - Carbon Footprint von Produkten - Anforderungen an und Leitlinien für Quantifizierung DIN EN 15804:2020-03 Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundre- geln für die Produktkategorie Bauprodukte

Dr. Jan Werner

SKZ - KFE gGmbH

Friedrich-Bergius-Ring 22

97076 Würzburg

Tel: 0931/4104-260

Fax: 0931/4104-717

E-Mail: J.Werner@skz.de

Anhang

A – Allokationsfaktoren

1. Ableitung der Allokationsfaktoren

Dieser Abschnitt beschreibt die Ermittlung der generischen Allokationsfaktoren, die in Kapitel 3.2.6 angeführt werden.

Für die Ableitung der Allokationsfaktoren für Haupt- und Nebenprodukte wurde der folgende Ansatz gewählt:

- Es geht um die Aufteilung der Gesamtemissionen (E) auf Haupt- (E_H) und Nebenprodukte (E_N):

$$E = E_H + E_N.$$

- Die einzelnen Beiträge ergeben sich aus spezifischen Emissionsfaktoren (e_H und e_N) und den jeweiligen Massen (m_H und m_N):

$$E = e_H \times m_H + e_N \times m_N.$$

- Da sowohl Haupt- als auch Nebenprodukt aus demselben Material bestehen, muss lediglich das Verhältnis der Emissionsfaktoren (α) für beide Produktgruppen betrachtet werden:

$$\alpha = \frac{e_N}{e_H}$$

$$E = e_H \times m_H + \alpha \times e_H \times m_N.$$

- Das Verhältnis der Emissionsfaktoren bildet die relativen ökonomischen Werte von Neuware und Kunststoffabfällen ab.
- Das Verhältnis der Emissionsfaktoren wird approximiert durch das Verhältnis der Materialkosten der Abfälle als Input in das Recycling und der Produktionskosten für daraus hergestellte Rezyklate.

Der Ansatz wird durch die folgende Formel verdeutlicht:

$$\alpha = \frac{\text{Emissionsfaktor Nebenprodukte}}{\text{Emissionsfaktor Hauptprodukte}} = \frac{\text{Wert Abfälle}}{\text{Wert Neuware}} \approx \frac{\text{Materialkosten Abfälle}}{\text{Produktionskosten Rezyklat}}$$

Die dafür notwendigen Inputdaten zum Verhältnis der Materialkosten zu den gesamten Produktionskosten wurden mit Hilfe der Kooperationspartner im Projekt SCO₂RE erfasst. Demnach liegt der Kostenanteil der Inputmaterialien für das Recycling bei ca. 40 % bis 90 % der Produktionskosten für das Rezyklat. Dabei ist eine breite Spanne von Inputmaterialien enthalten, da in allen Fällen sowohl Produktionsabfälle als auch Mahlgüter als Input eingesetzt werden. Dabei bedingen Mahlgüter jedoch einen wesentlich höheren Materialkostenanteil als Produktionsabfälle. Da Fälle mit reinem Einsatz von Produktionsabfällen bzw. mit Mahlgutanteil nicht vollständig unterschieden werden konnten, wurde daher die untere Grenze dieser Spanne als generischer Wert für Produktionsabfälle angenommen. Das Verhältnis der Allokationsfaktoren wurde daher als 40 % bzw. 0,4 angenommen.

Nach Festlegung des Allokationsfaktors α können die Gesamtemissionen auf Haupt- und Nebenprodukt aufgeteilt werden gemäß folgender Formeln:

$$E_H = E \frac{m_H}{m_H + \alpha \times m_N}$$

$$E_N = E \frac{\alpha \times m_N}{m_H + \alpha \times m_N}$$

2. Diskussion der ermittelten Faktorwerte

Wie oben beschrieben wurden, basieren die ermittelten Werte der Allokationsfaktoren auf Daten der Kooperationspartner im Projekt SCO₂RE. Daher kann zunächst nicht davon ausgegangen werden, dass diese Werte repräsentativ sind. Andererseits liegen derzeit keine vergleichbaren Daten von weiteren Industrieunternehmen vor.

Jedoch können andere Daten dazu herangezogen werden, die Plausibilität der ermittelten Werte zu prüfen. So ergeben sich aus der Kostenstrukturerhebung im verarbeitenden Gewerbe und Bergbau des Statistischen Bundesamtes [9] die folgenden Daten:

	Materialverbrauch (Anteil am Bruttoproduktionswert)	
	2018	2019
WZ08-2016, Herstellung von Kunststoffen in Primärformen	52,4 %	51,8 %
WZ08-2221, Herstellung v. Platten, Folien usw. aus Kunststoffen	48,5 %	47,1 %

Hierbei sind jedoch noch Energiekosten enthalten, die zwischen 2 % und 4 % betragen. Zieht man diese ab, so liegt der Anteil der Kosten des Materialverbrauchs am Bruttoproduktionswert bei der Herstellung von Kunststoffneuware sowie von einfachen Kunststoffherzeugnissen bei ca. 45 bis 50 %.

Eine weitere Orientierung lässt sich anhand von Angebotspreisen von Sekundärmaterialien auf Rohstoffbörsen ableiten. So wurden auf der „Plasticker Rohstoffbörse“ [10] für August 2021 für Produktionsabfälle und Rezyklate folgende exemplarischen Durchschnittspreise ermittelt:

Material	Durchschnittspreis (in € / kg) / Anzahl Preisangaben		Verhältnis
	Mahlgut	Regranulat / Compound	
PA6.6	1,04 (54)	2,54 (67)	41 %
PA6	0,97 (50)	2,31 (88)	42 %
POM	0,65 (26)	2,16 (35)	30 %
ABS	0,63 (38)	2,39 (58)	26 %
	1,00 (34)	2,13 (62)	47 %

Stand: 14.09.21

Die Ergebnisse liegen im Wertebereich zwischen ca. 30 % und 45 %. Da es sich um einen Vergleich zwischen Mahlgütern und Regranulaten / Compounds handelt, stellt dies eine Abschätzung nach oben für das Verhältnis von Produktionsabfällen zu Regranulaten / Compounds dar. Dieses dürfte dementsprechend noch geringer sein.

Die gezeigten Abschätzungen können als Anhaltspunkte dafür dienen, dass der oben ermittelte Faktorwert $\alpha = 40$ % sinnvoll und plausibel ist. Dennoch ist der Wert mit Unsicherheiten behaftet, und bildet je nach spezifischem Anwendungsfall die Realität nur eingeschränkt ab.

Daher ist eine Ableitung eines spezifischen Wertes je Anwendungsfall grundsätzlich der Verwendung des generischen Wertes vorzuziehen. Ebenso ist eine Ableitung von robusteren generischen Allokationsfaktors mittels eines fundierterer Ansatzes wünschenswert. Dies war jedoch im Rahmen des Projekts SCO₂RE nicht möglich.

B – Fallstudie

1. Festlegung der Rahmenbedingungen

Die Festlegung der Rahmenbedingungen erfolgte entsprechend der Angaben in der nachfolgenden Tabelle.

Aspekt	Festlegung
Beabsichtigte Anwendung	1) Weitergabe von Informationen
Gründe für die Durchführung der Studie	CO ₂ -Bilanzergebnisse für Rezyklat-Compounds sollen direkt an bisherige und potenzielle Kunden weitergegeben werden sowie der allgemeinen Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden
Zielgruppe	Die Ergebnisse der CO ₂ -Bilanz richten sich an folgende Zielgruppen: 1. Andere Unternehmen, insbesondere eigene Kunden 2. Allgemeine Öffentlichkeit & NGOs
Veröffentlichung von Vergleichsergebnissen oder vergleichenden Aussagen	Es sollen keine Vergleichsergebnisse veröffentlicht werden.
Prüfverfahren	Eine kritische Prüfung ist nicht notwendig und wurde nicht durchgeführt.

2. Festlegung des Untersuchungsrahmens

Die Festlegung des Untersuchungsrahmens erfolgte entsprechend der Angaben in den nachfolgenden Tabellen.

Produktsystem – Aspekt	Festlegung
Bezeichnung	PA6 GF30 R48: Polyamid 6 mit 30 % Glasfaserverstärkung, Rezyklatanteil 48 %
besondere Funktionalitäten und Eigenschaften	mechanische Verstärkung
Einsatzbereich	Automobilteile
Art und Anteile von (Co-)Monomeren / Polymeren	68 % Polyamid 6
Art und Anteile von Füll- und Verstärkungsstoffen	29 % Glasfaser
Art funktionaler Additive	Farbmasterbatch, Stabilisator, Gleitmittel
PIR-Anteil	48 %
Art des Ausgangsmaterials	Verarbeitungsabfälle (Angüsse)

Aspekt	Festlegung
Funktionelle / deklarierte Einheit	1 kg Kunststoffrezyklat, zur Herstellung eines technischen Kunststoffprodukts
Systemgrenze	„cradle-to-gate“, umfasst die Lebenszyklusphase „Herstellung“ inklusive aller vorgelagerten Prozess Gutschriften durch Strom und Wärme aus der Verbrennung von Produktionsabfällen werden berücksichtigt

	<p>Systemflussbild, in grauer Farbe gezeichnete Flüsse und Prozesse haben aufgrund der Allokationsregel keine Auswirkungen auf die Umweltwirkungen</p>
<p>Abschneidekriterien</p>	<p>Alle Prozesse und Flüsse, deren kumulierter Beitrag zur Massenbilanz sowie zur CO₂-Bilanz mindestens 95 % beträgt, sowie deren individueller Beitrag nicht höher als 1 % beträgt, wurden berücksichtigt. Vernachlässigt wurden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von Schmierstoffen aufgrund geringer Relevanz • Kühlwassereinsatz aufgrund von Kreislaufführung und vernachlässigbarer Verluste • interne Transporte • Energieverbrauch bei der Herstellung des Farbmasterbatch
<p>Allokationsregeln für multifunktionale Prozesse</p>	<p>Allokation von Umweltwirkungen des im Ursprungsprozess eingesetzten Kunststoffmaterials bis zum Ort der Verwendung mit Allokationsfaktor $\alpha = 0,4$, keine Allokation weiterer Umweltwirkungen der Vorgeschichte</p>
<p>Anforderungen an die Datenqualität</p>	<p>Für Prozesse, die insgesamt 70 % der Beiträge zu den Umweltwirkungen liefern, muss eine gute Datenqualität erreicht werden. Für weitere 20 – 30 % muss eine mittlere Datenqualität erreicht werden. Daten mit geringerer Qualität müssen weniger als 10 % der Beiträge ausmachen. Die Datenqualität muss mittels eines semi-quantitativen Vorgehens bewertet werden.</p>
<p>Wirkungskategorien</p>	<p>Die Umweltwirkungen werden in der Wirkungskategorie Klimawandel bewertet und mit dem vom Weltklimarat gemäß IPCC AR 5 in der Einheit von kg CO₂-Äq. je kg Emissionen angegebenen GWP 100 berechnet.</p>
<p>Zusätzlich einbezogene Informationen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • physikalischer Gehalt im Produkt von biogenem Kohlenstoff • physikalischer Gehalt im Produkt von Kohlenstoff aus CO₂-Abscheidung

Annahmen und Grenzen	<p>Die verwendeten Daten beziehen sich auf ein fiktives, aber realitätsnahes Produkt. Für die folgenden Prozesse lagen keine Daten vor, sodass Annahmen auf Basis generischer Werte getroffen wurden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abfallbehandlung zu Mahlgut • Transporte von Neuware und Abfällen • Herstellung des Farbmasterbatch • Herstellung von PA6 GF30-Neuware (Vorgeschichte) <p>Zudem werden die Additivanteile (Stabilisator, Gleitmittel) aufgrund des sehr geringen Anteils (insgesamt <1 %) bei Herstellung und Verwertung der Produktionsabfälle als PA6-Neuware betrachtet.</p>
----------------------	---

3. Sachbilanz

Sachbilanzdaten

Die mit Hilfe der Kooperationspartner im Projekt SCO₂RE ermittelten Sachbilanzdaten sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Zudem ist die Verknüpfung mit Hintergrunddaten aus der Ökobilanz-Datenbank GaBi Professional [11] gezeigt.

Input	Menge	Einheit	Transportentfernung	Transportmittel	Datensatz
PA6-GF30-Abfälle	0,500	kg	218	LKW, EURO6, 28 - 32 t brutto	DE: Polyamide 6 Granulate (PA 6) Mix DE: Glass fibres DE: Carbon black (furnace black; general purpose) DE: Polyethylene Film (PE-LD) without additives
PA6 Neuware	0,365	kg	565		
GF Neuware	0,156	kg			
Farbmasterbatch schwarz	0,021	kg			
PE-Sack	0,01	kg	434		
Strom Mahlen	0,052	kWh	-	-	DE: Electricity grid mix 1kV-60kV
Strom Aufbereitung	0,302	kWh	-	-	DE: Electricity grid mix 1kV-60kV
Output	Menge	Einheit	Transportentfernung	Transportmittel	
Produkt	1	kg	-	-	
Abfälle PA6	0,030	kg	19	LKW, EURO6, 28 - 32 t brutto	DE: Polyamide (PA) 6 in waste incineration plant
Abfälle GF	0,012	kg			EU-28: Waste incineration of glass/inert material

Für die anteilige Berücksichtigung der Vorgeschichte wurde die Herstellung des ursprünglichen Materials PA6 GF30 mittels folgender Sachbilanzdaten und Hintergrunddatensätze berücksichtigt.

Input	Menge	Einheit	Transportentfernung	Transportmittel	Datensatz
PA6 Neuware	0,707	kg	565	LKW, EURO6, 28 - 32 t brutto	DE: Polyamide 6 Granulate (PA 6) Mix
GF Neuware	0,303	kg			DE: Glass fibres
PE-Sack	0,01	kg	434		
Strom Compoundierung	0,196	kWh	-	-	DE: Electricity grid mix 1kV-60kV
Output	Menge	Einheit	Transportentfernung	Transportmittel	
PA6 GF30	1	kg	-	-	
Abfälle PA6	0,007	kg	19	LKW, EURO6, 28 - 32 t brutto	DE: Polyamide (PA) 6 in waste incineration plant
Abfälle GF	0,003	kg			EU-28: Waste incineration of glass/inert material

Bewertung der Datenqualität

Die Bewertung der Datenqualität erfolgt gemäß EN 15804, Anhang E1 und ist in der nachfolgenden Tabelle dargelegt. Die Qualitätsniveaus sind als „sehr gut“ – 1, „gut“ – 2, „mittel“ – 3, „schlecht“ – 4, „sehr schlecht“ – 5 bewertet. Die Gesamtbewertung ergibt sich aus der Mittelung der jeweiligen Werte.

Datenpunkt	Erfassungsbereich			Vollständigkeit	Gesamt
	zeitlich	geografisch	technologisch		
Anteil Produktionsabfall	1	1	1	1	1
Anteil Neuware	1	1	1	1	1
Anteil Glasfaser	1	1	1	1	1
Zusammensetzung Farbmasterbatch	2	2	2	3	2
Einsatz Verpackung	1	1	1	1	1
Transport Produktionsabfall	1	1	2	1	1
Transport sonstige Inputs	2	3	3	2	2
Stromverbrauch Mahlen	1	1	1	1	1
Stromverbrauch Aufbereitung	1	1	1	1	1
Ausbeute	1	1	1	1	1
Material- und Energieeinsatz Vorgeschichte	2	2	2	2	2

Demnach sind alle verwendeten Daten von guter oder sehr guter Qualität.

4. Berechnung der CO₂-Bilanz

	(in kg CO ₂ -Äq.)							
	GWP	GWP _a	GWP _b	GWP _c	GWP _f	GWP _{dluc}	GWP _{lu}	GWP _{iluc}
PA6 GF30 R48	4,65	0,0	0,013	0,0	4,63	0,002	n. r.	n. b.

Aufschlüsselung der wichtigsten Beiträge (Dominanzanalyse)

	(in kg CO ₂ e)		
	GWP	GWP _b	GWP _f
Gesamt, davon	4,61	0,013	4,60
PA6-GF30-Abfälle	1,16	0,003	1,15
PA6 Neuware	2,86	0,008	2,85
GF Neuware	0,266	0,001	0,265
Strom Aufbereitung und Mahlen	0,195	0,001	0,193
Gutschriften	-0,033	0,0	-0,033
Sonstiges	0,165	<0,001	0,165

Zusätzliche Informationen

	kg Kohlenstoff, biogen			kg Kohlenstoff, aus CO ₂ -Abscheidung		
	Bindung	Freisetzung	Verbleib im System	Bindung	Freisetzung	Verbleib im System
PA6 GF30 R48	0	0	0	0	0	0

5. Einschränkungen der CO₂-Bilanz

Diese CO₂-Bilanz fokussiert den Klimawandel als einzige Umweltwirkungskategorie. Maßnahmen zur Verringerung einzelner Umweltwirkungen können zur nicht intendierten Steigerung anderer Umweltwirkungen führen. Aufgrund methodisch bedingter Einschränkungen sind die Ergebnisse der CO₂-Bilanz zudem mit Unsicherheiten behaftet.

Ein kritische Prüfung der CO₂-Bilanz durch unabhängige Dritte wurde nicht durchgeführt.

C – Gutachten zur Kritischen Prüfung

Im Folgenden wird der Prüfbericht für die Kritische Prüfung angehängt.



Schulz Sustainability Consulting



Bericht zur kritischen Prüfung

SCO₂RE: CO₂-Bilanz von Rezyklaten technischer Kunststoffe: Methodische Festlegungen

Auftraggeber:	SKZ KFE gGmbH
Durchführende:	SKZ KFE gGmbH
Prüfgremium:	Angela Schindler (Angela Schindler Umweltberatung), Salem, Deutschland Dr.-Ing. Ivo Mersiowsky (Quantis), Berlin, Deutschland Matthias Schulz (Schulz Sustainability Consulting), Stuttgart, Deutschland (Vorsitz des Prüfgremiums)



Normen:

- ISO 14067 (2018): Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification
- ISO/TS 14027 (2017): Environmental labels and declarations — Development of product category rules
- ISO 14025 (2011): Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations — Principles and procedures
- ISO 14040 (2018): Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework
- ISO 14044 (2018): Environmental Management - Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines
- ISO/TS 14071 (2016): Environmental management -Life cycle assessment - Critical review processes and reviewer competencies: Additional requirements and guidelines to ISO 14044:2006

Rahmen der kritischen Prüfung

Die kritische Prüfung des SCO₂RE-Methodenberichtes wurde durch ein 3-köpfiges Prüfungsgremium durchgeführt. Da sich die SCO₂RE-Methode an der Entwicklung von Produktkategorieregeln (PKR) gemäß ISO 14027 orientiert, basiert die kritische Prüfung auf den dort genannten Anforderungen (siehe ISO 14027, Kap. 7.1):

Die kritische Prüfung muss sicherstellen, dass –

- die PKR diesem Dokument entsprechen;
- die von den PKR geforderten Verfahren wissenschaftlich und technisch gültig sind;
- die von den PKR geforderten Daten angemessen und sinnvoll sind;
- Ökobilanzdaten priorisiert wurden, die einer kritischen Prüfung nach ISO 14044:2006, Abschnitt 6 und ISO/TS 14071 unterzogen wurden.

Da die Entwicklung der SCO₂RE-Methode nach eigener Beschreibung aber nur „in gewissem Sinne als Produktkategorieregel verstanden werden“ soll (Kap. 1.1, S.3) und vielmehr als ein Beitrag für den wissenschaftlichen Diskurs gedacht ist, wurde der Fokus eher auf generelle Prüfkriterien bzgl. wissenschaftlicher und technischer



Gültigkeit gelegt. Die formalen Anforderungen an die PKR-Entwicklung gemäß ISO 14027, Kap. 6.4 wurden bei der kritischen Prüfung ausgeklammert.

Die Vorgehensweise der kritischen Prüfung sowie die allgemeine Bewertung der SCO₂RE-Methode durch das Prüfungsgremium werden im Folgenden beschrieben.

Vorgehensweise der kritischen Prüfung

Der Ablauf der kritischen Prüfung wurde zwischen dem SKZ und dem unabhängigen Prüfungsgremium abgestimmt. Der Auftraggeber wählte das Prüfungsgremium auf Basis des Angebotes und der darin aufgeführten Fach- und Methodenkompetenzen der einzelnen Mitglieder aus.

Das SKZ stellte die Ziele und die Vorgehensweise für die Entwicklung der SCO₂RE-Methode in einer Web-Konferenz am 14.05.2020 vor. Eine erste Version der SCO₂RE-Methode wurde dem Prüfungsgremium am 16.07.2021 übermittelt. Nach detaillierter individueller Prüfung sah das Prüfungsgremium in dieser Version einen substantziellen Bearbeitungsbedarf, den es anhand einer Reihe von prinzipiellen Anmerkungen zu Inhalt und methodischen Festlegungen der SCO₂RE-Methode formulierte. Darüber hinaus ergab die erste Prüfung eine Liste von Einzelkommentaren und Verbesserungsvorschlägen, die das Prüfungsgremium zusammen mit den prinzipiellen Anmerkungen am 30.07.2021 an das SKZ übersandte. Am 04.08.2021 fand eine Web-Konferenz statt, in der das Prüfungsgremium die prinzipiellen Anmerkungen mit dem SKZ besprach.

Eine zweite, überarbeitete Version der SCO₂RE-Methode wurde dem Prüfungsgremium am 27.09.2021 übermittelt. Erneut erfolgte eine detaillierte individuelle Prüfung durch alle Mitglieder des Prüfungsgremiums. Bei der Besprechung dieser zweiten Version der SCO₂RE-Methode mit dem SKZ am 11.10.2021 wurde beschlossen, die kritische Prüfung mit Rückmeldungen zu dieser zweiten Version zu beenden. Die allgemeine Bewertung der SCO₂RE-Methode erfolgt im nächsten Kapitel. Der vorliegende Prüfbericht wurde am 29.10.2021 an das SKZ übermittelt. Ergänzend wird die Liste der Einzelkommentare der beiden Prüfrunden im Anhang an diesen Prüfbericht bereitgestellt.

Allgemeine Bewertung

Das Ziel der SCO₂RE-Methode ist die Festlegung von Rahmenbedingungen und Regeln, die für eine einheitliche und branchenweit akzeptierte Berechnung der CO₂-Bilanz von Rezyklaten technischer Kunststoffe herangezogen werden können.



Damit entspricht das formulierte Ziel der Entwicklung von Produktkategorieregeln (PKR), die gemäß ISO 14027 für die Erstellung von Carbon Footprint Studien gemäß ISO 14067 genutzt werden können. Das SKZ und das Prüfungsgremium stimmen allerdings darin überein, dass eine Reihe von **formalen Anforderungen**, die gemäß ISO 14027 Kap. 6.4 erfüllt werden müssen, bei der Entwicklung der SCO₂RE-Methode unberücksichtigt geblieben sind. Neben Anforderungen wie der Benennung eines Programmbetreibers, der Entwicklung einer allgemeinen Programmanleitung oder der Bildung eines PKR-Ausschusses besteht eine wesentliche Vorbereitung für die Entwicklung einer neuen PKR in der Prüfung, ob nicht bereits PKR für die betreffende Produktkategorie existieren. Da dies u.a. über die Existenz der PKR „Plastic Waste and Scrap Recovery“ des International EPD Systems gegeben ist, sollte in einem nächsten Schritt darauf hingewirkt werden, **Anpassungen der bestehenden PKR** einzuleiten, sofern Nachbesserungsbedarf identifiziert wird.

Weil diese formale Anforderung nicht erfüllt ist und aufgrund der im Weiteren ausgeführten prinzipiellen Anmerkungen, beurteilt das Prüfungsgremium die vorliegende SCO₂RE-Methode zwar als einen wichtigen Beitrag für die wissenschaftliche Diskussion zur ökobilanziellen Betrachtung von Rezyklaten technischer Kunststoffe, spricht sich aber gegen eine Verwendung der SCO₂RE-Methode im Sinne einer PKR zur Berechnung von Treibhausgasbilanzen gemäß ISO 14067 aus.

Die Ausführungen der SCO₂RE-Methode beinhalten zum Gutteil die Anforderungen an die wesentlichen Inhalte von PKR gemäß ISO 14027 Kap. 6.5. Das zu prüfende Dokument beinhaltet die Struktur zur Beschreibung der wesentlichen methodischen Aspekte; klare 'MUSS', 'SOLLTE' und 'WIRD EMPFOHLEN' Bedingungen werden definiert. Nach einem entsprechenden Hinweis des Prüfungsgremiums nach erster Durchsicht der SCO₂RE-Methode wurde zu jeder formulierten Rahmenbedingung untersucht, inwieweit sich Festlegungen der SCO₂RE-Methode von bereits geltenden Anforderungen unterscheiden. Teilweise wird argumentiert, warum in der SCO₂RE-Methode abweichende Regelungen getroffen werden. Eine zusammenfassende Beurteilung der wesentlichen Unterschiede, die letztendlich die Rechtfertigung der Entwicklung der SCO₂RE-Methode bedeutet hätte, wurde allerdings im Methodenbericht nicht vorgenommen.



Ein wesentliches Defizit sieht das Prüfungsgremium in dem sehr **eingeschränkten Geltungsbereich** der SCO₂RE-Methode, der so zu Projektbeginn definiert wurde. So sind weder die Behandlung von Post-consumer-Rezyklaten, noch Verfahren zur chemischen bzw. rohstofflichen Aufbereitung z. B. mittels Depolymerisation von Kunststoffen, berücksichtigt. Durch eine Erweiterung des Geltungsbereiches könnte der Nutzen der vorliegenden SCO₂RE-Methode gesteigert werden, gerade weil insbesondere der Post-consumer-Abfall ein wesentliches umweltrelevantes Problem darstellt und in der Industrie ökologische Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Abfallströme und Aufbereitungsverfahren intensiv diskutiert werden. Noch dazu ist zu erwarten, dass gerade bei den Themen Umgang mit Post-consumer Rezyklaten und chemisch-rohstofflichen Aufbereitungsverfahren kritische und komplexe ökobilanzielle Weichenstellungen erforderlich sind.

Das Prüfungsgremium empfiehlt die Ausweitung des Geltungsbereiches der SCO₂RE-Methode um die Berücksichtigung von Post-consumer-Abfällen und chemische bzw. rohstoffliche Aufbereitungsverfahren.

Ein weiterer Kritikpunkt besteht bei der **eindeutigen Definition und Darstellung der unterschiedlichen mit der SCO₂RE-Methode betrachteten Produktsysteme**. So ist an manchen Stellen unklar, ob das System 1: Verarbeitung von Primärkunststoff (Vorgängersystem), System 2: Aufbereitung des Kunststoffs zum Rezyklat oder System 3: Kunststoffrezyklatverarbeitung/Compounding (Nachfolgesystem) gemeint ist. Dazu werden entstehende Zusammenhänge z.B. Auswirkungen der Umweltlasten des Post-industrial-Rezyklats auf die Kunststoffproduktion des Vorgängersystems nicht klar beschrieben oder ausreichend diskutiert.

Das Prüfungsgremium empfiehlt, neben einer genauen Beschreibung dieser Zusammenhänge ein übersichtliches Diagramm der Systemgrenzen mit klaren und konsistenten Bezeichnungen zu entwickeln.

Im Hinblick auf die politische Signalwirkung der PKR wurden betreffend der in der SCO₂RE-Methode ausgeführten **ökonomischen Allokation von Umweltlasten zwischen Kunststofferzeugnis aus Primärkunststoff und Post-industrial-Rezyklat** unterschiedliche Ansätze im Prüfungsgremium diskutiert. Gemäß SCO₂RE-Methode sollen dem Post-industrial-Rezyklat treibhausgasbezogene Lasten je nach Preisrelation aus Post-industrial-Kunststoff und Primärkunststoff zugewiesen werden. Als Standardwert wird – recht willkürlich – 40% festgelegt, sofern



entsprechende primäre Preis- oder Kosteninformationen nicht verfügbar sind. Das Prüfgremium ist der Meinung, dass mit dieser Festlegung der Förderung des Kreislaufwirtschaftsgedankens widersprochen wird. Demnach könnten im Sinne der Produzentenverantwortung die kompletten Umweltlasten (auch die der produzierten Abfälle) dem Verarbeiter von Primärkunststoff zugeteilt werden. Es könnte sogar argumentiert werden, dass der Verarbeiter von Primärkunststoff seinem Produkt auch noch die erste Aufbereitung von Produktionsabfällen, die ein Recycling erst möglich macht, zurechnen muss. Entsprechend sollte das Post-industrial-Rezyklat lastenfrei in die mechanische Aufbereitung eingehen. Mit einer solchen Regelung würde für den Verarbeiter von Primärkunststoff ein höherer Anreiz geschaffen werden, Abfälle in der Produktion zu vermeiden, was das oberste Ziel einer ökologischen Abfallwirtschaft darstellt. Zudem würde gleichermaßen ein höherer Anreiz geschaffen werden, Kunststoffrezyklate in der Produktion einzusetzen.

Ein kompromissbetonter Blickwinkel ergibt sich aus Regelungen in der DIN EN 15804 (2020; Anhang B.1). Demnach ist das Ende der Abfalleigenschaft erreicht, wenn vier Kriterien erfüllt sind: 1) es wird gemeinhin für bestimmte Zwecke eingesetzt, 2) es besteht ein Markt, 3) es genügt den bestehenden Rechtsvorschriften und Normen, 4) es erfüllt die Grenzwerte für SVHC. Da diese vier Kriterien für Post-industrial-Rezyklat als erfüllt oder nur teilweise erfüllt betrachtet werden können, ist damit ein umweltlastenfreier Übergang vom Primärsystem in das Sekundärsystem (Rezyklierung) und die Zuteilung der Umweltlasten für die Aufbereitung an das Post-industrial-Rezyklat begründbar; ebenso ist eine ökonomische Allokation und damit die Zuteilung einer umweltrelevanten Teillast an das Post-industrial Rezyklat argumentierbar. Dies hängt von der Wertstellung des Materials und von der Argumentation des bestimmten Zwecks dieses Materialflusses ab.

Inwieweit eine Differenzierung von Post-industrial-Rezyklat und Post-consumer-Rezyklat anzuwenden wäre, erfordert weitere Argumentationsbeiträge aus interessierten Kreisen und die Betrachtung von Fallbeispielen. Begründbar wäre dies mit einer ökologischen Lenkungswirkung, wobei der höhere Restwert von Post-industrial-Rezyklat und umgekehrt die ökologische Bevorzugung von Post-consumer-Rezyklat berücksichtigt würde.



Eine weitere mögliche Konsequenz ist ein bewusstes Inkaufnehmen der Doppelzählung von Umweltlasten. Gemäß SCO₂RE-Methode würde das Post-industrial-Rezyklat die Verarbeitung von Primärkunststoff nicht entlasten (System 1), das Post-industrial-Rezyklat in System 2 dennoch Umweltlasten zusätzlich zur Aufbereitung tragen.

Das Prüfungsgremium empfiehlt, diese unterschiedlichen Sichtweisen auf Basis von gegebenen Verordnungen und Festlegungen, aber auch vor dem Hintergrund unterschiedlicher politischer Perspektiven intensiver zu diskutieren. Es würde dem Charakter und der Zielsetzung des SCO₂RE-Projektes entsprechen, mit einer Auseinandersetzung zu diesem kritischen Thema einen Beitrag zum wissenschaftlichen Diskurs zu leisten bzw. sogar zur Anpassung oder Schärfung von bestehenden PKR beizutragen.

Eine Unklarheit der SCO₂RE-Methode besteht in den Verweisen auf die Möglichkeiten der **Vergleichbarkeit der Treibhausgasemissionen von Produkten aus Kunststoffrezyklat und Primärmaterial** (e.g. Kap. 3.1.4 im Methodendokument). Die SCO₂RE-Methode sollte zunächst ausschließlich Kunststoffrezyklate behandeln; die Bilanzierung von Primärmaterial hingegen folgt anderen spezifischen PKR. Zwar ist es wünschenswert, auf einen Vergleich der Carbon Footprints von Produkten aus Primärkunststoff und solchen aus Rezyklat hinzuwirken, doch diesbezügliche Anleitungen erfordern die Zusammenführung der Regelwerke auf übergeordneter Ebene.

Das Prüfungsgremium empfiehlt die Entfernung jeglicher Verweise auf Vergleiche von Treibhausgasbilanzen zwischen Produkten aus Primärkunststoff und Kunststoffrezyklat in der SCO₂RE-Methode. Gemäß den Ausführungen oben wäre aber zu beachten und zu diskutieren, welche Auswirkungen etwaige Festlegungen in der SCO₂RE-Methode auf die Anleitungen zur Treibhausgasbilanzierung von Produkten aus Primärkunststoff haben (Beispiel: umweltrelevante Entlastung von Produkten aus Primärmaterial durch Post-industrial-Rezyklat).

Die aktuell vermehrt auftretenden Fragestellungen zu ökobilanziellen Rechenregeln für Kunststoffe und Rezyklate, die nach Massebilanzverfahren auf dem Markt vertrieben werden, bedarf einer in der Praxis anwendbaren Lösung.

Das Prüfungsgremium empfiehlt, mögliche Szenarien und technische Möglichkeiten zu erarbeiten, um daraus pragmatische Rechenregeln zu entwickeln.

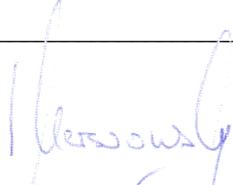


Für weitere detaillierte Anmerkungen sei auf den Anhang zu diesem Prüfbericht verwiesen, in dem eine Übersicht aller Einzelkommentare der Mitglieder des Prüfungsgremiums inklusive Erwidern durch das SKZ aufgeführt sind. Für eine weitere Überarbeitung der SCO₂RE-Methode sollten auch diese Einzelkommentare beachtet werden.

Schlussfolgerung

Mit der Entwicklung der SCO₂RE-Methode wurde eine Anleitung zur Berechnung von CO₂-Bilanzen von Rezyklaten technischer Kunststoffe gemäß ISO 14067 geliefert. Die SCO₂RE-Methode inklusive der Stellungnahmen durch das Prüfungsgremium in diesem Prüfbericht stellt einen sinnvollen Beitrag zur wissenschaftlichen Diskussion zu den Berechnungsregeln für die Treibhausgasbilanzierung von Kunststoffrezyklaten dar. Allerdings ist der Mehrwert der SCO₂RE-Methode – insbesondere vor dem Hintergrund der schon bestehenden PKR und Standards – auch durch seinen eingeschränkten Geltungsbereich begrenzt. Aufgrund fehlender formaler Voraussetzungen und der im vorliegenden Prüfbericht beschriebenen prinzipiellen Anmerkungen ist die SCO₂RE-Methode im gegenwärtigen Bearbeitungsstand nicht zur Verwendung als PKR nach ISO 14027 geeignet.

Stuttgart, 29. Oktober 2021

		
<p>Angela Schindler Angela Schindler Umweltberatung</p>	<p>Dr. Ivo Mersiowsky Quantis</p>	<p>Matthias Schulz Schulz Sustainability Consulting</p>

Anhang: Einzelkommentare kritische Prüfung SCO₂RE-Methode

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
1	Jas	Begriffsdefinitionen	2	ed	"...die ALS Werkstoffe..."	Bitte Wort ergänzen.	Stelle korrigiert	ok
2	MSch	Begriffsdefinitionen	2	ed	"...eines..."	Bitte Satzende ergänzen.	Stelle korrigiert	ok
3	as	1.1	3	ed	"Im Projekt SCO ₂ RE wurden in einem partizipativen Prozess einheitliche und branchenweit akzeptierte Berechnungsregeln für die CO ₂ -Bilanzierung von Rezyklaten technischer Kunststoffarten erarbeitet werden."		Stelle korrigiert	ok
neu35	IMy	1.1	3	te	PKR: "Dies kann in gewissem Sinne als Produktkategorie-Regel verstanden werden (vgl. ISO/TS 14027)." -- unklare Rolle dieses Docs, ähnlich auch auf 55 oben.	Anspruch klären, ob dies eine PKR gem. ISO 14027 ist.		
4	as	2.1	4	ed	"Es wird eine CO ₂ -Bilanz (auch Carbon Footprint) für Produkte erstellt."		Stelle korrigiert	ok
5	as	2.1	4	ge	Gemäß Vorbesprechung vom 12.05.2021 wird der Anwendungsbereich auf Produktionsabfälle, d.h. post-industrielle Abfälle, beschränkt.	Wenn diese Beschränkung weiterhin gelten soll, dann bitte hier anführen; ansonsten bitte die Abfälle als post-industrielle und post-consumer Abfälle beschreiben.	Anwendungsbereich auf Post-Industrial eingeschränkt	ok
6	IMy	2.1	4	te	Begriff Rezyklate: Welche Recyclingtechnologien sind hier angedacht? Auch chemisches Recycling?	Bitte Geltungsbereich präzisieren.	Anwendungsbereich auf mechanisches Recycling beschränkt, chemisches Recycling ausgeschlossen	ok, allerdings ist dies ein bedauerlicher Verlust ggü. der PCR Plastic Waste, da gerade der Vergleich mech/chem Recy an Bedeutung gewinnt.
7	IMy	2.1	4	te	Polymerliste: Der Ausschluss von PVC leuchtet mir nach wie vor nicht ein und sollte hier kurz begründet werden. Gerade mit Blick auf den geschlossenen Kreislauf von bspw. PVC-Fensterprofilen kommt die Frage sonst ohnehin vom Markt.	Bitte begründen oder Liste erweitern.	PVC ist nicht ausgeschlossen, nur eben nicht explizit erwähnt, der Fokus lag im Projekt auf Anwendungsbereichen, in denen PVC keine Rolle spielt	ok
neu36	IMy	2.1	4	te	Anwendungsbereich: kein chem.Recy., kein PCR-Rezyklat.	Diese beiden Einschränkungen reduzieren m.E. den potenziellen Nutzen dieser PKR (?) deutlich, so dass der Beitrag zur PKR-Landschaft und die Berücksichtigung aktueller Marktanforderungen erheblich geschmälert wird.		
8	as/MSch	2.2	4	ge	Hinsichtlich PCR-Regeln ist sicherlich die EN 15804 eine relevante Norm, deren Regeln bereits etabliert und daher ebenfalls zu berücksichtigen sind.	Bitte zusätzlich aufnehmen und berücksichtigen.	Festlegungen der EN 15804 wurden aufgezeigt und diskutiert	ok
9	as	2.2	4	ge	PCR-Regeln werden typischerweise für Umweltkennzeichen des Typs III nach ISO 14025 erstellt.	Daher sollte auch diese Norm berücksichtigt werden. Dies ist insbesondere im Hinblick auf eine potentielle kritische Prüfung und Veröffentlichung relevant.	ISO 14025 wurde an geeigneter Stelle berücksichtigt	ok
neu1	MSch	2.2	4-5	ge	siehe 'prinzipielle Anmerkungen' 1)	1) Mir fehlt am Ende dieses Kapitels eine Begründung, warum all die zur Verfügung stehenden Standards und Normen nicht genügen und deshalb dieses zusätzliche Methodendokument erstellt werden "muss". 2) Dieser "Technical Report: Comparative Life Cycle Assessment (LCA) of Alternative Feedstock for Plastics Production" wird im Folgenden nicht mehr bewertet? Warum? 3) Gemäß 14027 (siehe nächster Kommentar) ist eigentlich auch zunächst zu prüfen, ob nicht existierende PCRs angepasst werden können, bevor eine neue entwickelt wird. Darauf sollte kurz eingegangen werden.		

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
neu2	MSch	2.2	4-5	te	Die vorliegenden Festlegungen können im Sinne der Normen ISO/TS 14027 und ISO 14067 als Produktkategorie-Regeln (CFP-PCR) angesehen werden (vgl. ISO 14067:6.2).	Vorsicht: Die 14027 (wie auch 14025) geht ja auch auf die vorbereitenden Aktivitäten und organisatorischen Bedingungen ein, die erforderlich sind, um ein offizielles PCR-Dokument zu entwickeln, e.g. PCR committee, programme operator, etc. --> siehe Kap. 6.4 in 14027. Bitte Aussage relativieren.	Mindestanforderungen an die Weitergabe von Information sind in Kapitel 7 formuliert	ok
10	MSch	2.3.2	5	ed	Überschrift "Untersuchungsrahmens"	Bitte in "Festlegung des Untersuchungsrahmens" ändern.	Stelle korrigiert	ok
neu30a	as	2.3.2	5	ge	siehe 'prinzipielle Anmerkungen' 2) Wenn es sich bei diesem Dokument, wie beschrieben, um Produktkategorie-Regeln handelt, dann wird die Festlegung der Randbedingungen der Berechnung nicht dem Ökobilanzierer überlassen, sondern genau in diesem Dokument definiert. "Gemäß ISO/TS 14027 sind durch Produktkategorie-Regeln für dieser Aspekte konkrete Definition zu geben bzw. Anforderungen festzulegen. Spezifische Richtlinien zur Festlegung dieser Aspekte werden in Kapitel 3.2 gegeben."	Die Intention dieses Dokuments ist nicht eindeutig. Steht das Dokument selbst Produktkategorie-Regel dar oder soll es eine Anleitung sein, wie PKRs erstellt werden sollen?	entsprechende Anmerkung eingefügt	ok
neu3	MSch	3.1.1.1	6	ed	Ökobilanz statt "Ökobilanzen"	Daher ist es zielführender statt einer Kann-Option die Form entsprechend festzulegen.		ok
11	as/MSch	3.1.1	5/6	ge	"Die Weitergabe kann an verschiedenen Zielgruppen (siehe Kapitel 3.1.3) und dementsprechend in unterschiedlicher Form erfolgen." Die Intention eines PCR-Dokuments ist es, dass die Form der Veröffentlichung festgeschrieben wird.			ok
12	as	3.1.1	5/6	ge	Wenn eine oder beide Zielstellung gewählt werden sollen, dann sollen auch die sich darauf ergebenden Konsequenzen aufgeführt werden bzw. auf ein entsprechendes Kapitel verwiesen werden.	Die Festlegung der Zielstellung hat zur Auswirkung, dass alle Daten für 1) Weitergabe von Informationen pauschal über die gesamte Herstellungskette erhoben werden können und für 2) 'Aufzeigen von Einflussfaktoren', aufgeschlüsselt in verschiedene Prozessschritte, sowie als einzelne Material- und Energieflüsse vorliegen müssen, um eine Hot-Spot-Analyse durchführen zu können.	ok	ok
13	MSch	3.1.1	6ff.	ed	Die Zielstellung der CO ₂ -Bilanz ist festzulegen	Die in Kap. 1.3 festgelegte Nomenklatur (muss, sollte, wird empfohlen) sollte (bzw. "muss") entsprechend verwendet werden. Bitte im gesamten Bericht genau checken und umsetzen.	Die Verwendung der Nomenklatur wurde im Bericht vereinheitlicht.	ok
neu37	IMy	3.1.1.2	7	te	Ziffer 1: Bezug Rezyklat oder Produkt unklar.	Zumindest nicht innerhalb eines Satzes die Wertschöpfungsstufe wechseln.		
neu38	IMy	3.1.1.2	7	te	Ziffer 2: Hot Spots oder Treiber der Treibhausgasemissionen: Prozessenergieaufwand des Recyclings vs. kalkulatorischer Materialkostenansatz der PIR-Abfälle.	Welche Verbesserungsmöglichkeiten sollen hier konkret erschlossen werden? Welcher praktische Nutzen wird erwartet? Ist nicht Ziffer 1 der relevante Treiber?		
14	as	3.1.2	6	ed	"...erschöpfende Aufstellung..."		Stelle korrigiert	ok
15	MSch	3.1.2	6	ed	Dabei sollten die oben genannten Gründe vorrangig herangezogen werden.	Um ein simples Nennen der vorgegebenen Gründe zu vermeiden, würde ich mich dafür aussprechen, dass die gewählten Gründe noch ein bisschen weiter ausgeführt werden. Zumindest als "Sollte-Festlegung".	Anforderung an genauere Beschreibung ergänzt	ok
neu39	IMy	3.1.2.2	8	te	Nach dem bisherigen Verlauf der Diskussion und der Entwicklung des Docs halte ich nunmehr die Motivation "Kundenverantwortung" (Dateianhang) für plausibel. Für die Relevanz der übrigen wären Belege aus der Konsultation beizubringen.	Dies ist an sich nicht kritisch, wirft aber die Frage auf, ob der Marktbedarf klar und lösungsorientiert adressiert wird.		

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
16	MSch	3.1.3	7	ed	Es muss mindestens eine Zielgruppe festgelegt werden.	Siehe Anmerkung oben. Auch hier wäre es sinnvoll, nicht nur aus den vorgegebenen Zielgruppen zu wählen, sondern diese kurz zu beschreiben und mit den Gründen für die Durchführung der Studie zu verbinden.	Anforderung an genauere Beschreibung ergänzt	ok
neu40	IMy	3.1.3.2	8	te	Zielgruppe B2C: Relevanz und Verständlichkeit für Endverbraucher siehe ich bei deklarierter Einheit 3kg Rezyklat gar nicht.			
17	as/MSch	3.1.4	7	ge	Bei einer vergleichenden Ökobilanz sind einerseits die gleichen methodischen Rechenregeln, wie sie in einem PCR-Dokument beschrieben werden einzuhalten. Darüber hinaus sind jedoch noch die in der ISO 14040/44 genannten Aspekte zur Vergleichbarkeit der funktionalen Einheit zu berücksichtigen und das Thema der Datenqualität.	Wenn Vorgaben für eine vergleichende Studie in diesem PCR enthalten sein sollen, dann bitte auch die weiteren Aspekte aufführen. Siehe ISO 14044 Kap. 4.2.3.3.3, 4.2.3.6.2, 4.2.3.7, 4.4.5, 4.5.3.3, 5.3, 6.1 Zudem sollten die Möglichkeiten/Festlegungen für Vergleich Primär-/Sekundärmaterial bzw. Sekundär-/Sekundärmaterial bestimmt und beschrieben werden. Bitte klar mit MUSS, SOLLTE oder WIRD EMPFOHLEN formulieren.	entsprechende Ergänzungen und Verweise eingefügt	(ok), siehe Kommentar unten
neu4	MSch	3.1.4.2	9	te	"Es ist darzulegen,..."			
neu41	IMy	3.1.4.2	9	te	"Alle miteinander verglichenen Produkte entsprechend der in diesem Dokument festgelegten Regeln bilanzieren" betrifft das also auch die Neuware?	Diese Forderung, zumal im Zusammenhang mit Fußnote 2, erscheint weder machbar noch schlüssig.		
18	MSch	3.1.5	7	ge	Insbesondere ist eine kritische Prüfung dann notwendig, wenn eine Veröffentlichung der Ergebnisse der CO ₂ -Bilanz vorgesehen ist.	Das steht so nicht in ISO 14040, -44 oder -67. Einzig bei vergleichenden Studien MUSS ein Review Panel prüfen. Bitte anpassen.	Geändert in "Veröffentlichung von Vergleichsergebnissen oder vergleichenden Aussagen"	siehe Kommentare unten
neu5	MSch	3.1.5.1	9	te	"Insbesondere ist eine kritische Prüfung erforderlich, wenn vergleichende Aussagen aus den Ergebnissen einer Ökobilanz abgeleitet werden."	Bitte verbessern in: "Insbesondere ist eine kritische Prüfung durch ein Review Panel erforderlich, wenn vergleichende Aussagen aus den Ergebnissen einer Ökobilanz abgeleitet und diese veröffentlicht werden."		
neu6	MSch	3.1.5.2	10	te	Die Notwendigkeit einer kritischen Prüfung ergibt sich aus den in ISO 14044 und ISO 14067 getroffenen Festlegungen.	Diese Anforderung ist nicht eindeutig. Wie schon angemerkt schreiben ISO 14044, -67 nicht vor, dass eine stand-alone Studie, selbst wenn sie veröffentlicht wird, geprüft werden muss. Bitte klare Festlegung formulieren.		
neu42	IMy	3.1.5.2	10	te	Notwendigkeit der krit. Prüfung: Wenn dies eine PKR ist, dann ist die CR nach ISO 14027 Anh. B eben genau nicht in derselben Weise nötig wie nach ISO 14044/67. Die Vergleichbarkeit soll ja gerade durch die PKR hergestellt werden und ein Vergleich innerhalb der EPD nicht erfolgen.	Diese Forderung ist unsinnig, von einem Ausschuss geprüft wird die PKR, die daraus entstehenden EPD/PCFs hingegen eher nur daten- und konformitätsauditiert. Jeglichen Hinweis auf Vergleiche sollten aus diesem Dok entfernt werden, zumal diese PKR nicht die Neuware-PCF regeln kann/soll und somit Vergleiche mit Neuware ausgeschlossen sind. Dieses eigentlich verständliche Anliegen (Ersparnis/Vorteil ggf. Neuware) lässt sich m.E. mit diesem PKR-Konstrukt nicht lösen. Allein Vergleiche innerhalb der Rezyklate erscheinen machbar!		
19	as	3.1.5	7	ge	Dazu bitte die Regelungen der ISO 14025 beachten.			Die ISO 14025 bezieht sich nicht auf Bauprodukte und auch nicht auf die EN 15804, sondern beschreibt prinzipiell die Umweltkennzeichnung nach dem Typ III. Soll das vorliegende Dokument Produktkategorie regeln darstellen, die zu einer Typ III-Kennzeichnung herangezogen werden können? Das ist nicht so wirklich klar.

11

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
20	IMy	3.2	7	te	Untersuchungsrahmen: Die nachfolgende Beschreibung ist so spezifisch, dass sie schwer verständlich ist: Ein Systemschaubild/FileSolid wäre enorm hilfreich, um die generischen Begriffe einzuordnen und die angedachten Systemgrenzen zu verdeutlichen.	Bitte Bild ergänzen.	Schaubild ergänzt	Schaubild könnte klarer sein (Überarbeitung der finalen Version durch Grafiker). Fußnote 2 erscheint mir nicht schlüssig, da diese PCR auf die Allokation von Virgin-Produkten indirekt Einfluss nimmt?
21	as	3.2.1	7	ed	"Die Beschreibung des Produktsystems muss derart erfolgen, dass eine ...". Sofern Angaben nicht gemacht werden ist, muss dies..."		Stelle korrigiert	ok
22	IMy	3.2.1	7	te	Produktsystem: Von welchem Produktsystem ist hier die Rede? Oben stand, dass das "Produkt" Kunststoffrezyklate sind. Handelt es sich hier also um den Recyclingprozess oder eine nachfolgende Anwendung?	Bitte klarer formulieren.	Festlegung des Produktsystems erweitert	Produktsystem umfasst nun klarer die "Vorgeschichte", über die der Recycler regelmäßig keine operative Kontrolle hat, jedoch die dortige Prozesse & Allokation kennen/modifizieren soll -- das wirft m.E. Machbarkeitsprobleme auf.
neu7	MSch	3.2.1.1	10-11	ge	Der Schwerpunkt liegt dabei jedoch einerseits auf dem hergestellten Produkt und dessen Zusammensetzung, unabhängig von der späteren Weiterverarbeitung, und andererseits auf dem verwendeten Eingangsmaterial, jedoch unabhängig von den darauffolgenden Recyclingprozessschritten. Angaben zur Recyclingtechnologie sind daher für die Charakterisierung des Produktsystems nicht essenziell. Ebenso wird eine Angabe von Materialeigenschaften (z. B. für mechanische Eigenschaften) als nicht zwingend erforderlich angesehen, da diese je nach späterer Anwendung möglicherweise keine Relevanz haben.	Diverse Anmerkungen: 1) Immer noch unklar: was ist das Produkt? Das Kunststoffrezyklat oder das "Ding", in dem das Teil aus Kunststoffrezyklat verbaut wird? 2) In Anlehnung an 1): welche Recyclingprozessschritte sind gemeint? Die, um Kunststoffrezyklat herzustellen oder die, die das "Ding" im EoL erwarten? 3) zu der Angabe von Materialeigenschaften: aber genau danach sucht doch (nach meiner Einschätzung) das DEM das Produkt (mit/ohne Kunststoffrezyklat) aus. Die Aussage passt m.M.n. auch nicht zu den spezifischen MUSS-Angaben, die dann in 3.2.1.2 folgen. Bitte erklären und anpassen. Wieder: Unterscheidung "Produktsystem" und "Produkt" nicht eindeutig. Bitte checken bzw. einflühend Begriffe erläutern und stringent anwenden.		
neu8	MSch	3.2.1.2.1	11	ge				
neu9	MSch	3.2.1.2.2	11	ge	In diesem Zusammenhang ist eine Nennung von spezifischen Materialeigenschaften möglich.	Siehe Kommentare oben: diese Festlegung ist mir zu weich. Eher ein MUSS.		
neu10	MSch	3.2.1.2.3	12	ge	Der Einsatzbereich kann durch die Angabe einer oder mehrerer Zielbranchen oder Zielanwendungen definiert werden.	MUSS, SOLLTE oder WIRD EMPFOHLEN? Gemäß 3.2.1.2 ist diese Anforderung auch ein MUSS. Bitte anpassen.		
23	IMy	3.2.1	8	te	Zusammensetzung: Ist dies nicht genau das Problem, dass für viele Recyclinginputs die genaue Zusammensetzung gar nicht bekannt sein kann und somit auch das Rezyklat nicht vollständig beschrieben werden kann?	Bitte erläutern.	Nach unserer Erfahrung ist dies im Post-Industrial-Bereich kein Problem. Die Information zu den Polymeren und Füll-/Verstärkstoffen sind in aller Regel bekannt.	Es wäre durch Fallstudien zu belegen, dass PIR-Recycler tatsächlich über detaillierte Kenntnis der Rezeptur verfügen (insbes. über Handelsnamen hinaus die genaue chemische Identität der Additive gem 3.2.1.2.6).

12

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
24	/My	3.2.1.1	8	te	Bezeichnung: Diese Anforderung ist irgendwie verschwurbelt allgemein, so dass ich Zweifel bekomme, ob hier immer noch von einem Rezyklat die Rede ist?	Bitte klären.	Generell wird eine Charakterisierung über Handelsname und Typ-Bezeichnung angestrebt, da diese eindeutig auf das Produkt und dessen Eigenschaften (über ein Datenblatt) verweist. Allerdings werden nicht alle Rezyklate, insbesondere Mählgüter, mit Handelsnamen und Typ-Bezeichnungen versehen.	ok
25	os	3.2.1/3.2.1.5	8	te	Auch für die Additive muss gelten: Art = chemische Bezeichnung und Anteile der eingesetzten Additive	Bitte eindeutig spezifizieren. Ansonsten ist eine ökobilanzielle Einbeziehung, d.h. über Herstellungsweg in die Berechnung nicht möglich. Auch muss eine Bewertung nach Umwelteinwirkung des Stoffes selbst möglich sein, um eine Annäherung, Abschätzung oder eine Vernachlässigung begründen zu können.	Wurde geändert, sodass Angabe von Masseanteilen bei Anteilen >1% bzw. kumuliert >5% zu machen sind (analog Abschnittdeskriterien). Die chemischen Bezeichnung sind den Recyclern meist nicht bekannt, ggf. noch die Stoffklasse.	grundsätzlich für Einzelaspekt "Additivierung von Kunststoffen und deren Dokumentation" ok; unklar bleibt jedoch die Definition: was ist der "Recyclingprozess"?
26	/My	3.2.1.2	8	te	Bes. Funktionen: Es wäre zu verdeutlichen, ob hiermit die Nachadditivierung gemeint ist?	Siehe auch nachfolgender Kommentar #28.	Zugabe von ... im Recyclingprozess ergänzt	ok
27	MSch	nach 3.2.1.3	8	ed	Es fehlen Angaben zu Art und Anteile von (Co-)Monomeren / Polymeren (wie in Kap. 3.2.1) genannt.	Bitte ergänzen.	Abschnitt zu Art und Anteilen von (Co-)Monomeren / Polymeren ergänzt	ok
28	/My	3.2.1.5	8	te	Additive: Bezieht sich das auf die im Recyclinginput bereits vorhandenen Additive oder auf die durch Nachadditivierung neu zugesetzten?	Bitte klären.	Meist sind keine Informationen zu Additiven im Input vorhanden, die Eigenschaften werden durch Nachadditivierung eingestellt.	ok, allerdings heißt es in 3.2.1.2.5 "Alle im Produkt enthaltenen Füll- und Verstärkungstoffe müssen benannt (als Kurzzeichen oder Langname) und deren Masseanteile an allen Bestandteilen des Produkts angegeben werden."
29	/My	3.2.1.5	8	te	Weichmacher: Werden die nicht ausschließlich bei PVC eingesetzt, das doch hier ausdrücklich ausgeschlossen ist?	Bitte klären.	Weichmacher wurden aus der Auflistung entfernt, diese hat aber ohnehin keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Weichmacher spielen jedoch absiehts von PVC keine Rolle.	ok
30	os	3.2.1.6	9	ge	Die Definition von Rezyklat ist ein wesentlicher Aspekt. Dieser sollte meiner Ansicht nach als separater Punkt unter Kapitel 2 bereits sorgfältig erläutert werden.		Definition von Rezyklat aus ISO 14021 zitiert	Misverständnis: mein Kommentar bezieht sich weniger auf die Einzeldefinition in Bezug auf die Berechnung, sondern auf die Definition nach "prinzipielle Anmerkungen" 2)
31	MSch	3.2.1.6	9	ed	Hierbei darf lediglich der Anteil betrachtet werden, der die Rezyklatdefinition gemäß der Norm ISO 14021 erfüllt.	Dies ist das Herzstück der Methode. Somit bitte diese Definition hier zitieren.	Definition von Rezyklat aus ISO 14021 zitiert	ok
32	MSch	3.2.1.6	9	ge	Es fehlt die Unterscheidung zwischen post-industrial (intern/extern) und post-consumer waste. Bzw. die kommt im nächsten Kapitel und ist widersprüchlich.	Reden wir nur von post-industrial waste ("vor dem Gebrauch")? Bitte klar unterscheiden.	Es ist klarer formuliert, dass nur Post-Industrial betrachtet wird.	ok
33	/My	3.2.1.7	9	te	Herkunft: Warum diese Annahme? Muss nicht der bilanzierende Recycler entscheiden, ob weitere Regenerate eingesetzt werden? Weshalb erscheint diese Annahme notwendig oder sinnvoll?	Bitte begründen.	Fokussierung auf Post-Industrial, daher ist Herkunft fest gesetzt und muss nicht mehr zusätzlich angegeben werden.	ok, allerdings ist diese Einschränkung mit Blick auf die Argumente in 8.1 und die verstärkte Nachfrage nach PCR-Material als "echtem Rezyklat" bedauerlich.

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
34	MSch	3.2.1.7	9	ge	Für übrige, in der Bilanz berücksichtigte Materialien wird angenommen, dass es sich dabei um neu hergestellte Materialien (sog. „Neuware“) handelt.	Was ist denn aber, wenn in den Nicht-Kunststoff-Zusatzstoffen Rezyklinganteile enthalten sind? Bitte beschreiben.	Der Satz wurde dahingehend geändert, das Rezykling jeglicher Art berücksichtigt werden. Vorrangig geht es aber natürlich um Kunststoffrezyklate.	ok
35	os	3.2.1.7	9	te	Hier werden nun im Gegensatz zur Besprechung vom 12.05.2021 auch Post-Consumer-Abfälle aufgeführt.	Bei der Art, zur Beschreibung der Abfälle, wird diese Kategorie allerdings nicht aufgeführt und beschrieben. Das PCR soll konsistent und möglichst vollständig sein, um den Interpretationsspielraum möglichst gering zu halten.	Abschnitt zur Herkunft entfernt, da in 2.1 bereits Post-Consumer ausgeschlossen wurde	ok
36	MSch	3.2.1.7	9	ed	Was ist NT-Ware?	Bitte erklären.	Neuware, welche keiner Typspezifikation entspricht. NT-Ware wurde als mögliche Art des Ausgangsmaterials des Rezyklats entfernt.	ok
neu II	MSch	3.2.2	14	te	Der Vergleich verschiedener Produkte ist nur zulässig auf Basis derselben deklarierten Einheit sowie bei vergleichbaren Eigenschaften im Hinblick auf die Weiterverarbeitung und Zielanwendung.	Nebenkommentar: wieder unklare Bezeichnung Produkt vs. Produktsystem. Siehe Kommentare oben. Ich würde die Wichtigkeit der Materialeigenschaften des Produktsystems (nicht nur "Eigenschaften im Hinblick auf die Weiterverarbeitung und Zielanwendung" im Zusammenhang mit der DU noch mehr herausstellen.		
37	/My	3.2.2	9	te	"Die Festlegung einer definierten Funktion ist hingegen nur unter starken Annahmen zur weiteren Verwendung des Granulats möglich, und wird daher als nicht zielführend angesehen". Dieser Satz wäre m. E. zu streichen, da er eher Verwirrung stiftet: Selbst mit weiteren Annahmen bleibt ein Granulat ein unfertiges Produkt ohne Funktion.	ggf. streichen?	Satz gestrichen	ok
38	os	3.2.2	9,10	ge	Da das PCR prinzipiell die Regeln für eine vergleichende Ökobilanzberechnung beinhaltet (2.3.1/3.1.4), ist es notwendig bei der deklarierten Einheit und der funktionalen Einheit zu unterscheiden, um welche Art der Studie es sich handelt. Es sollte eine deklarierte Einheit definiert werden als 1 kg Kunststoffgranulat, welches zur Herstellung eines Kunststoffprodukts in einem geeigneten Kunststoffverarbeitungsprozess verwendet werden kann. Eine abweichende Festlegung ist zulässig, muss aber deutlich gemacht und plausibel begründet wird, z. B. bei dichtereduzierten Kunststoffcompounds.	Gezielt wird eine vergleichende Studie mit diesem PCR beschrieben werden; damit ist es auch notwendig auf die sich daraus ergebenden Aspekte für die Definition der funktionalen Einheit einzugehen.	In den meisten Fällen ist eine DE = 1 kg sinnvoll. Bei dichtereduzierten Compounds kann mit einer geringeren Masse das gleiche Teil hergestellt werden, daher wäre in diesem Fall eine Festlegung auf eine gewisse Volumeneinheit (z. B. 1000 cm ³) sinnvoller.	ok
39	MSch	3.2.2	9,10	ge	Bei vergleichenden Studien muss berücksichtigt werden, welche Effekte die beiden/mehrere Produkte bei der Weiterverarbeitung auslösen. E.g. gleiche Verarbeitung, gleiche Eigenschaften im Endprodukt, usw.	Bitte erläutern.	Der Satz wurde ergänzt: "bei vergleichbaren Eigenschaften im Hinblick auf die Weiterverarbeitung und Zielanwendung". Zudem würden ein Satz eingefügt, dass vollständige Vergleichbarkeit hier nicht gewährleistet werden kann und diese Limitation aufgrund der DE zu, sondern nur auf Erzeugnissebene.	ok
41	/My	3.2.2	10	te	Dichtereduzierte: Was sollte denn in diesem Fall die deklarierte Einheit sein? Ist nicht durchweg ein Massebezug (Basisinheit kg sinnvoll)?	Bitte klären.	siehe Kommentar 39	ok, das würde bspw. bedeuten, dass ein Dämm-/Füllstoff je Liter deklariert wird – das setzt voraus, dass weitere relevante Leistungskennwerte vergleichbar sind, m.E. nicht wirklich empfehlenswert, aber fallspezifisch wohl möglich.

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
neu22	MSch	3.2.4.1	15	ge	EN 15804 definiert eine modulare Struktur des Lebenszyklus eines Produkts. In der Systemgrenze enthalten sein muss die Herstellungsphase (Module A1-A3), dies entspricht der Systemgrenze „cradle-to-gate“, weitere Module sind optional.	Dies ist nicht mehr richtig. Gemäß 15804+A2 (2019) heißt es in Kap. 5.2: „Alle Bauprodukte und -materialien müssen die Module A1-A3, die Module C1-C4 und das Modul D deklarieren.“ Bitte korrigieren.		
neu23	MSch	3.2.4.1	15	ge	Eine Zuordnung von Lasten aus vorherigen Lebenszyklen findet nicht statt.	Verstehe nicht, was genau gemeint ist und wo so etwas in der 15804 steht. Bitte erläutern.		
42	MSch	3.2.3.1	10	ge	Im Fall der beabsichtigten Anwendung 2) ist ein Abschneiden (Cut-Off) vorgelagerter Prozesse zulässig. Der Cut-Off muss dann an dem Punkt des Abfallanfalls erfolgen.	Das ist kein cut-off im eigentlichen Sinne. Dazu könnte bei gate-to-gate Systemgrenzen der Blick aufs Ganze bzw. Wesentliche verloren gehen. Den zweiten Satz verstehe ich so nicht. Bitte umformulieren.	Formulierung gestrichen: Bei der Hot Spot Analyse sollte es sich vorrangig um eine gate-to-gate-Analyse handeln. Allerdings ist der Einfluss des Ausgangsmaterials ebenfalls relevant, daher wurde dies geändert.	ok
43	as	3.2.3.1	10	te	Im Fall der beabsichtigten Anwendung 2) ist ein Abschneiden (Cut-Off) vorgelagerter Prozesse zulässig. Der Cut-Off muss dann an dem Punkt des Abfallanfalls erfolgen. Dies sieht nach einer gate-to-gate Analyse aus.	Die Beschreibung ist nicht eindeutig und interpretationsfähig. Daher muss dieser Aspekt näher erläutert werden.	siehe Kommentar 42	ok
44	as	3.2.3.1	10	te	Warum ist es relevant bei der Deklaration von Kunststoffen aus Rezyklat die detaillierten Informationen zum Vorstadium aus Primärmaterial zu kennen? In der Praxis ist dies wohl kaum umsetzbar, insbesondere wenn bei der Produktbeschreibung auch Post-consumer Material einfließen darf (3.2.1.7).		Die Allokation bezieht sich lediglich auf das eingesetzte Neuwere Material. Darüber ist im Fall von Post-Industrial-Abfällen in der Regel ausreichend Information vorhanden (Polymer, Füll- und Verstärkungsstoffe).	siehe meine weitere Anmerkung zu Kommentar #23; zudem ist Systemgrenze noch nicht sauber beschrieben und definiert
neu 44a	as	3.2.4.2	15	ge	Interessante Fußnote: „Dies gilt nicht bei Bilanzierung eines Produkts ohne Rezyklatanteil im Rahmen eines Vergleichs.“ Muss ich das so verstehen, dass bei reiner Deklaration des CF für Rezyklat die Vorgeschichte des Materials anteilig eingerechnet werden muss. Wenn jedoch ein Vergleich von Rezyklat mit Neuwere durchgeführt wird, dann darf der Rohstoff für das Rezyklat-Produkt lastenfrei eingerechnet werden?	Entweder ich habe das falsch verstanden oder diese Regelung sollte umgehend revidiert werden.		
neu14	MSch	3.2.4.2	16	ge	Innerhalb der Systemgrenze muss im Speziellen die „Vorgeschichte“ der Post-Industrial-Abfälle, die als Ausgangsmaterialien für die Rezyklate technischer Kunststoffe dienen, betrachtet werden. Dies umfasst insbesondere die folgenden Prozesse:	Siehe alter Kommentar (44) oben. Einleitend geht es um Rezyklate, dann wird aber von Gewinnung und Transport von Primärrohstoffen und der Herstellung von Neuwere gesprochen. Bitte klarer beschreiben		
neu15	MSch	3.2.4.2	15-17	ge		Mir ist in diesem Kapitel weiterhin unklar, wo genau die Systemgrenzen verlaufen, THG aus welchen Prozessen nun für eine CO ₂ -Bilanzierung eines Kunststoffrezyklats erfasst werden müssen (bzw. was lastenfrei zu behandeln ist) und wo genau das Ende der Abfallfälligkeit erreicht ist. Bitte überarbeiten.		
45	as/MSch	3.2.3.1	10	te	Zur Beschreibung des Prozesses „Verarbeitung zur Herstellung von Halbwaren oder Fertigprodukten“ bedarf es einer spezifischen Definition des „Endes der Abfallfälligkeit“ wie es in der EN 15804 diskutiert wird. Kann-Regelungen sind nicht ausreichend, da so keine eindeutigen Berechnungen erfolgen werden.	Da es sich hierbei um eine spezifische PCR handelt, besteht die Möglichkeit dies einheitlich festzulegen, was bislang im Ermessen des Herstellers und Ökobilanzierers lag.	Es wird eine Begründung gegeben, warum nach der Sammlung bereits das Ende der Abfallfälligkeit erreicht ist.	weiterhin unzureichend, siehe neu15
46	My	3.2.3.1	10	te	Festlegung: Wie wird diese Festlegung begründet? Nur weil die Untersuchung intern genutzt wird, ist doch die Abfallquelle nicht weniger wichtig. Vielmehr sollten die Studien doch konsistent sein, egal ob extern oder intern genutzt.	Bitte begründen.	Siehe Kommentar 42	ok

15

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
47	My	3.2.3.1	11	te	Ausgeschlossene Prozesse: Weiterverarbeitung -- Genau hier kann es aber Trade-offs ggü. Virgin-Material geben (Verfärbungen, Verarbeitbarkeit, Mengenlimitierungen), die für die ökobilanzielle Betrachtung relevant wären.	Bitte begründen.	Die Limitation aufgrund der Betrachtung des Zwischenprodukts und nicht der Weiterverarbeitung / des Endprodukts muss gemäß 3.2.10 diskutiert werden.	Kommentar erscheint mir ungelöst, Begründung verstehe ich nicht.
48	MSch	3.2.3.2	11	te	Lediglich solche Prozesse und / oder Flüsse dürfen vernachlässigt werden, deren Beitrag zur Massenbilanz sowie zur CO ₂ -Bilanz nicht höher als 5% beträgt.	Das klingt, als dürften einzelne Materialien abgeschnitten werden, die bis zu 5% der Masse der DE ausmachen. Das kann nicht intendiert sein. Bitte berücksichtigen.	Regelungen gemäß EN 15804 überarbeitet, Festlegung wurde auf 1% individuell + 5% kumuliert geändert	siehe neu16
neu16	MSch	3.2.5.1	18	te	In EN 15804 werden als Abschneidekriterien für einzelne Flüsse 1% des erneuerbaren und des nicht-erneuerbaren Einsatzes von Primärenergie sowie 1% der Gesamtmasse festgelegt.	Wichtige Ergänzung gemäß 15804: max 1% IE ENHETS/PROZESS. Bitte auch als Festlegung für 3.2.5.2. berücksichtigen. Bitte anpassen.		
neu17	MSch	3.2.5.2	18	ge	Es müssen alle Prozesse und Flüsse berücksichtigt werden, deren kumulierter Beitrag zur Massenbilanz sowie zur CO ₂ -Bilanz mindestens 95% beträgt.	Damit schwächere Anforderung als PCR Plastic waste. Intendiert?		
49	as	3.2.3.2	11	ge	Im Hinblick auf Abschneidekriterien gibt es eine etablierte und vollständige Betrachtung in der EN 15804 (6.3.6). Die Regelung in einem spezifischen PCR-Dokument sollte nicht weniger schwach formuliert sein, als die grundsätzliche Beschreibung.	Bitte anpassen, d.h. Normenverweis und Aufnahme mindestens gleichwertiger Regelungen.	siehe Kommentar 48	ok
50	My	3.2.3.3	12	te	Allokation: Haupt vs Nebenprod -- Das ist genau die eigentliche Knux: Zum einen hat die Festlegung als Nebenprodukt weitreichende Folgen für die LCA der Hauptprodukte im Ursprungsprozess. Andererseits widerspricht die abfallmäßige Einstufung als Nullwert dem Gedanken einer Kreislaufwirtschaft. Genau für diese Zirkularität bietet diese Methode mit dem noch sehr linearen Modell von Herstellung und End- zu wenig konkrete Unterstützung!	Bitte klären.		ist von der Begründung auf S19 oben die Rede? Die Überlegung an sich mag schlüssig sein, doch ist das Problem des Eingriffs in die Logik der "Vorgeschichte" ohne deren operative Kontrolle ungelöst.
neu 50a	as	3.2.6	18ff	ge	Dieser Kommentar bezieht sich auf die grundsätzliche Fragestellung der Umweltlasten für den Input in einen Recyclingprozess: Die EN 15804 greift mit den 4 Kriterien die Definition aus dem europäischen Abfallrecht auf. Dabei wird jedoch ein Satzteil aus dem europäischen Abfallrecht unterschlagen: "Dieser Output wird jedoch nicht als Abfall betrachtet, wenn dieser ein Verwertungsverfahren durchlaufen hat und wenn er mit den folgenden Kriterien übereinstimmt: ..."	Das bedeutet letztlich, dass zur Förderung der Kreislaufwirtschaft, die Umweltlasten für die Entsorgung, als auch für die Aufbereitung, so dass ein Recycling möglich wird, dem Primärsystem zugeschrieben werden sollten. Für die Ökobilanz heißt das, das Rohstoffe ins Recycling lastenfrei erfolgen sollen. So wird derjenige belohnt, der Recycling durchführt und derjenige "zahlt" solange, bis das Produktmaterial wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden kann. Damit wird recyclingfreundliches Design belohnt und der Aufwand zur Trennung von Verbundmaterialien dem Ursprungsprodukt zugute. Der hier dargestellte gegenteilige Ansatz, dass die Umweltlasten aus der Primärfertigung auf das nachfolgende System umgelegt werden sollen, ist im Hinblick auf eine Förderung der Kreislaufwirtschaft ungeeignet, widerspricht europäischen Regelungen und muss damit meiner Meinung nach abgelehnt werden. Dementsprechend ist die Definition des lastenfreien Inputs gemäß PCR plastic waste and scrap (environded) die Minimalanforderung. In einem weiterführenden Ansatz sollte die Aufbereitung zur Ermöglichung von Recycling sogar in die Primärherstellung integriert werden.	Begründung zur Allokation wurde überarbeitet	

16

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
51	My	3.2.3.3	12	aus	Festlegung ökon. Allok. Hier wäre zu prüfen, inwieweit überhaupt ein mit dem Hauptprodukt vergleichbarer Marktpreis verwendet werden kann: alternativ Verrechnungspreis oder Reststoffkosten?	Bitte klären.	Die Festlegung eines "ökonomischen Wertes" ist sicherlich nicht einfach. Die genannten Größen "Marktpreis", "Verrechnungspreis" und "Reststoffkosten" werden als mögliche Ansätze aufgeführt.	Die Forderung in 3.2.6.1 wirft Probleme der Durchführbarkeit auf. Die Ideen sind sinnvoll, aber kaum ein Recycler wird ohne Weiteres Verrechnungspreise erhalten können? Dies wäre durch Konsultationen/Fallstudien mit praktikablen Verfahren zu unterstützen.
52	My	3.2.3.3	12	te	Festlegung ökon. Allok.: Wird dann umgekehrt das Hauptprodukt im Ursprungsprozess um diesen Wert entlastet?	Bitte erläutern.	Das Hauptprodukt wird dadurch etwas weniger stark belastet. Bei üblichen Ausbeuten von 95-99% (Abfallquote 1-5%) ist die Entlastung jedoch sehr gering.	Wird in der Praxis also auf die Wertkorrektur verzichtet und eine Inkonsistenz in Kauf genommen?
53	MSch	3.2.3.3	11-13	ge	Mir fehlt in dem ganzen Dokument und insbesondere hier eine Übersicht, wie das Thema Allokation von Kunststoffzyklaten in anderen Standards/PCRs (siehe Kap. 2.3) geregelt ist. Aus der Diskussion bestehender Ansätze (Vor- und Nachteile) könnten dann die spezifischen Regeln für diese Methode abgeleitet und begründet werden. Derzeit ist mir nicht klar, warum man zu den beschriebenen Ansätzen kommt.	Bitte ergänzen.	Bestehende Ansätze werden diskutiert.	In 3.2.6 keine Referenz zu anderen Standards und Normen
54	MSch	3.2.3.3	11-13	ge	Neben der generellen Kritik (siehe #53) fehlt mir die Berücksichtigung folgender Aspekte: - Unterscheidung post-industrial/post-consumer waste - Beschreibung Ende des Abfallstatus - ist eine so generische Anwendung der ermittelten alpha-Werte über alle Kunststoffarten sinnvoll?	Bitte Punkte erläutern.	Das Allokationsverfahren stellt sicherlich einen der kritischen Punkte dar. Die Festlegung des alpha-Wertes könnte zudem auf einer besseren Basis und weniger generisch erfolgen. Im Rahmen des Projekts müssen wir es jedoch zunächst bei dieser generischen Vorgehensweise belassen, eine fundiertere Betrachtung ist aber wünschenswert.	Bitte zumindest irgendeinen Anhaltspunkt im Text liefern, wo dieser alpha-Wert von 0,4 herkommt.
55	ss	3.2.3.3	11/12	ge	Das PCR Dokument bezieht sich auf die Verarbeitung von Rezyklat. Die beschriebenen Aspekte zur Allokation beziehen sich jedoch auf den Prozess zur Herstellung von Neumware. Dies sind zwar relevante Aspekte zur Begründung von Umweltlasten für den Rohstoff-Input. Allerdings muss das Kapitel Allokationen in diesem PCR auf die Herstellung und Verarbeitung des Rezyklierungsprozesses diskutiert werden. Insgesamt stellt die "Festlegung" keine Rechenregel dar, sondern überlässt weiterhin alle Entscheidungen beliebig dem Hersteller bzw. Ökobilanzierer.	Das Thema Umweltlasten des Rohstoff-inputs ist sehr wesentlich, bedarf aber einer anderen Kapitelüberschrift. Die Systeme müssen klar voneinander getrennt betrachtet werden.	Die Umweltlasten des Rohstoff-Inputs haben ein eigenes Kapitel bekommen, die Allokation bezieht sich nur auf die Herstellung und Verarbeitung im Recyclingprozess. In der Regel entstehen dabei jedoch keine Co-Produkte.	siehe Kommentar #neu 50a
56	ss	3.2.3.3	12/13	te	Die Bestimmung des Allokationsfaktors bzw. eigentlich der Höhe der Umweltlasten für das Inputmaterial mit 0,4 erscheint beliebig, allein basierend auf einer Umfrage bei den teilnehmenden Projektpartnern. In der Praxis bedeutet das, dass für die Berechnung von Kunststoffen aus Rezyklat zwingend auch das spezifische Vorgängersystem betrachtet werden muss. Genua da liegt aber ja die Schwierigkeit, weshalb überhaupt ein PCR-Dokument für Rezyklate notwendig ist.		Siehe auch Kommentar 56. Der gewählte Ansatz, nur die Lasten aufgrund des Materials (keine Energie und sonstige Aufwände im Ursprungsprozess), reduziert den Informationsbedarf über das Vorgängersystem enorm. Dennoch werden dadurch wesentliche Aspekte des Vorgängersystems abgebildet. Für Materialien wird ja in aller Regel auf Hintergrunddaten zurückgegriffen.	siehe Kommentar #neu 50a

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
neu18	MSch	3.2.7.1	20	ge		Hier ist nicht klar, um welche Allokationen es hier geht. Ich gehe davon aus, dass es um solche geht, die sich während der Herstellung des Kunststoffrezyklatproduktes ergeben. Bitte zur Veranschaulichung mögliche Fälle beschreiben.		
neu19	MSch	3.2.7.2	20	ge	Die Hierarchie von Verfahren zum Umgang mit multifunktionalen Prozessen gemäß DIN EN ISO 14044 bzw. DIN EN ISO 14067 muss auf Co-Produkte angewendet werden.	Bitte bei der Festlegung nicht nur auf die Normen verweisen, sondern in diesem Dokument klar beschreiben, wie mit diesen Arten von Allokationen umgegangen werden soll.		
57	MSch	3.2.4	13	te	Was genau ist mit Vergleichspräzision gemeint? Das steht so nicht in ISO 14067 6.3.5.	Bitte definieren.	Wir beziehen uns hierbei auf 6.3.5 h).	ok
58	MSch	3.2.4	13	ge	"Zur Bewertung der Datenqualität muss mindestens ein semiquantitatives Vorgehen angewendet werden."	Ich würde hier genauere Vorgaben machen, welches Verfahren wie angewendet werden soll.	Es wurden genauere Vorgaben gemacht (Verfahren wie in EN15804)	ok
59	MSch	3.2.4	13	te	"Alternativ kann die Bewertung einzelner oder aller Aspekte mittels quantitativer Methoden, z. B. Monte-Carlo-Verfahren, erfolgen." Das klingt immer toll, habe ich aber noch in keiner Studie sinnvoll angewendet gesehen.	Könnte meiner Meinung nach gestrichen werden.	Würde gestrichen.	ok
neu20	MSch	3.2.8.2	21	ed	Darüber hinaus gehende, strengere Anforderungen sind möglich.	Solch einen Satz finde ich überflüssig.		
neu21	MSch	3.2.9.1	22	ed		Wofür steht GTP? Bitte erläutern.		
neu22	MSch	3.2.9.1	22	te	Die PCR „Plastic Waste“ trifft keine über die jeweiligen Programmregeln hinausgehenden Festlegungen, die wiederum auf der EN 15804 basieren.	Das ist so nicht richtig. Die Programmregeln von Envirodec EPDs basieren nicht nur auf 15804. Bitte anpassen.		
neu23	MSch	3.2.9.2	22	ge	THG-Mengen, die aus biobasierten Rohstoffen emittiert und entzogen wurden oder aus CO ₂ -Abscheidung stammen, müssen so berücksichtigt werden, als wären sie instantan emittiert oder entzogen werden.	Das ist mir so nicht klar genug formuliert: - was sind THG-Mengen, "die aus biobasierten Rohstoffen emittiert wurden"? - warum sollten THG-Mengen aus CO ₂ -Abscheidungen eine Rolle spielen? Ich kann mir darunter etwas vorstellen, aber es muss genauer und verständlicher beschrieben werden. Dazu: wenn also ein Kunststoffrezyklatprodukt Polymere aus biogenen Quellen enthält, darf der damit verbundene "CO ₂ -credit" nicht ausgewiesen werden? Auch das bitte ganz klar formulieren.		
60	ss	3.2.5	13	te	Mit dem kurzen Verweis auf die ISO 14067 ist unklar, ob eine Aufschlüsselung des Carbonfootprints in die verschiedenen Kategorien des GWP (fossil, biogen, luluc, total) gefordert wird, oder nur die Kategorie GWP total. Zudem ist in einem PCR-Dokument anzugeben, welche veröffentlichte Liste an Charakterisierungsfaktoren anzuwenden ist.	Dieser Abschnitt ist verwirrend, wenn dann unter 5. weitere Details erläutert werden.	Ein genauere Verweis auf den jeweils aktuellsten Standardbericht des Weltklimarates wurde gegeben.	Bitte die Ergebnisdarstellung klar und eindeutig definieren.
61	MSch	3.2.5	13	te	Hier sollte unbedingt auch noch auf die Limitationen der GHG Berechnung gemäß Anhang A aus ISO 14067 eingegangen werden. Insbesondere ein Satz gemäß Anhang A2, dass hier nur eine Umweltkategorie ausgewertet wird, halte ich für sehr wichtig.	Bitte ergänzen.	Eine entsprechende Anforderung wurde an geeigneter Stelle ergänzt.	ok

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
62	as	3.2.6	13	te	Wenn einerseits der ISO 14067 gefolgt werden soll, kann nicht andererseits die Ausweisung des biogenen Kohlenstoffgehalts als Kann-Option beschrieben werden.		Anforderung wurde geändert, Ausweisung des Anteils von Kohlenstoff aus biogenen Quellen und CO ₂ -Abscheidung ist nun Pflicht	Der Nachweis über die C14-Methode schließt somit jegliches Massenbilanzverfahren aus. Ist das die Aussage? Wenn das beabsichtigt wird, dann kann das einfacher und direkt benannt werden. Allerdings ist es meiner Meinung keine sinnvolle Lösung diese Technologie und Berechnung einfach auszuschließen, anstatt den Weg zu gegen belastbare Rechenregeln dafür zu schaffen. Und wie soll CO ₂ aus CO ₂ -Abscheidung nachgewiesen werden? Wenn ein Nachweis gefordert wird, dann muss dieser auch definiert werden.
63	My	3.2.6	13	te	Biogener C. Nach welcher Konvention? PEF oder ISO 14067? Die CO ₂ -Bilanz und Charakterisierungsfaktoren sind ja sehr unterschiedlich!	Bitte klären.	Nach ISO 14067, wurde entsprechend festgelegt	ok, allerdings birgt die Öffnung ggü. Massenbilanzverfahren neue Probleme, da dies dem C14-Methoden-Mass widerspricht und eine ganz andere Nachweiseführung (Lieferkettenaudits) erfordert.
64	MSch	3.2.7	14	ge	Zu unbestimmt. Siehe auch #61	Das Ziel dieses Dokumentes sollte sein, klare Anleitungen zu geben und konkrete Anforderungen zu definieren. An vielen Stellen geht es nicht über schon beschriebene Anforderungen in den Standards hinaus.	Eine Auflistung konkreter, zu diskutierender Aspekte wurde ergänzt.	ok, siehe neue Kommentare
neu24	MSch	3.2.10.2	23	ge	Für den biogenen Kohlenstoffanteil muss ISO 14067, 6.4.9.3 angewendet werden.	Das ist zu schwammig. Bitte genauer formulieren, was damit gemeint ist und was genau die Anforderung umfasst.		
neu25	MSch	3.2.10.2	23	ge	Zudem muss über den biogenen Anteil ein entsprechender Nachweis mittels C14-Methode, über den Anteil aus CO ₂ -Abscheidung ein anderer, geeigneter Nachweis erbracht werden.	1) unverständlich formuliert 2) wirklich? Für biogenen Anteil muss C14-Methode angewendet werden? Bitte klare und realistische Anforderungen formulieren. Bitte mit MUSS formulieren.		
neu26	MSch	4	23	ed	Die Sachbilanz ist entsprechend der Anforderungen von ISO 14067, 6.4 zu erstellen.			
neu27	MSch	5	23	ed	Die Berechnung der CO ₂ -Bilanz erfolgt wie in ISO 14067 beschrieben. Insbesondere sind zu berücksichtigen und zudem einzeln aufzuschlüsseln (siehe ISO 14067 6.4.9.8JS: Die grundlegenden Anforderungen an einen Bericht zur CO ₂ -Bilanz ergeben sich aus ISO 14067, 7.	Bitte mit MUSS formulieren.		
neu28	MSch	6.1	24	ed	Die grundlegenden Anforderungen an einen Bericht zur CO ₂ -Bilanz ergeben sich aus ISO 14067, 7.	Bitte mit MUSS formulieren.		
neu29	MSch	6.2	24	te	• jedoch maximal bis zur dritten, gerundeten Nachkommastelle, • sowie Zahlen mit Absolutwert kleiner als 0,0005 als „0,0“.	1) Drei Nachkommastellen suggeriert eine Scheingenaugkeit. Bitte maximal zwei Nachkommastellen 2) kleine Zahlen mit 0 darzustellen halte ich für ungeschickt. Man denkt dann, da wurde etwas nicht berücksichtigt. Eher bei <0,00 das wissenschaftliche Zahlenformat wählen. Bitte anpassen.		

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
65	MSch	5	14	ge	Grundsätzliche Frage: Soll dieses Dokument auch für Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen gelten? Wenn ja sind weitere Festlegungen zu treffen, z.B. klare Anleitung zum Ausweis von biogenen CO ₂ -Emissionen bzw. Speicherung von biogenem C im Produkt.	Zu klären.	Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen spielen bisher keine Rolle, daher wurde kein Schwerpunkt darauf gelegt. Die Regelungen gemäß ISO 14067 finden Anwendung.	ok, siehe neue Kommentare
66	as	5	14	ge	GWP lu: THG-Mengen durch Landnutzung bei nachwachsenden Rohstoffen - Was ist damit gemeint?		Gemäß ISO 14067, 6.4.9.6	ok
67	as	5	14	te	GWP biogen soll berichtet werden, aufgenommenes Kohlendioxid soll nicht in der CO ₂ -Bilanz berücksichtigt werden.	Bitte eine eindeutige und klare Beschreibung: Entweder werden alle Auf- und Abgaben von CO ₂ berücksichtigt oder es werden nur die THG-Emissionen aus fossilen Rohstoffen berücksichtigt oder es muss differenziert werden, dass biogene THG-Emissionen dann berücksichtigt werden, wenn es sich um Nicht-CO ₂ -Emissionen handelt und/oder um theoretische Faktoren im Hinblick auf Land-use-change.	Beschreibung wurde klarstellt, sodass alle Auf- und Abgaben berücksichtigt werden.	ok
68	MSch	5	14	ge	Siehe Kommentar oben: Klare, konkrete Anleitung. Wie soll ind. LUC berücksichtigt werden?	Bitte klären.	Beständig indirekter Landnutzungsänderung können wir nicht über die Anforderungen der ISO 14067 hinausgehen. Eine genauere Beschäftigung mit dem Thema ist sicherlich wünschenswert, aber im Rahmen des Projekts nicht zu leisten.	ok
neu30	MSch	7	26	ge	verkürzte Zusammenstellung der wesentlichen Aspekte	Sobald auf die Norm ISO 14067 verwiesen wird, muss auf jeden Fall auch ein Bericht mit den entsprechend geforderten Teilen erstellt werden. Es wäre aber denkbar, dass DARÜBER HINAUS eine verkürzte Zusammenstellung weitergegeben werden kann. Ich denke, dies war so gemeint. Bitte zu Beginn des Kapitels klarer formulieren.		
neu 68a	as	8	27	ge	Genau diese aufgeführten Aspekte sollten bereits bei der Erstellung dieses Dokuments berücksichtigt werden, anstatt dies auf zukünftige Weiterentwicklungen zu verschieben.			
neu31	MSch	9.2	29	ed	Referenz 15804 von 2020	In Kapitel 2.3 wurde die Norm aus 2019 referenziert. Dt. Fassung 15804-A2 ist von 2019. Bitte harmonisieren.		
69	My	Anhang	17	te	Formel Alpha: Die Begründung dieser Näherung verstehe ich nicht: Der linke Term bezieht sich auf die Primärproduktion (Abfall/Neuware), der rechte hingegen auf die Sekundärproduktion (Einkauf/Herstellkosten) – wie korrelieren diese?	Bitte erläutern.	Der Wert der Abfälle und die Materialkosten der Eingangsware entsprechen sich. Weiterhin sind die Marktpreise von Rezyklaten (mit Einschränkungen) und Neuware im technischen Bereich relativ ähnlich, die Abweichungen liegen normalerweise im Bereich ±20%. Daher wird dies als brauchbare erste Näherung verwendet, da zudem die entsprechenden Werte im Rahmen des Projekts relativ leicht zu ermitteln waren. Die Einschränkungen dieses Ansatzes und Möglichkeiten der Weiterentwicklung sind im Anhang diskutiert.	Es wird also die Wertschöpfung des Recyclings (vom Materialwert des Abfalls zum Kostenpreis des Rezyklats, also ohne kalkulator. Gewinn) als Allokationsfaktor der vorgelagerten Primärproduktion angenommen? Der Ansatz 40% erfolgt dann aber recht willkürlich, weil eben je Recyclingprozess sehr unterschiedliche Prozesskosten anfallen, die wiederum wenig mit der Kostenrechnung der Primärproduktion zu tun haben. Wäre es dann nicht einfacher, eine Aussage über die durchschnittliche Wertschöpfung der Primärproduktion zu treffen und diese problematische Korrelation ganz zu vermeiden?

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
neu32	MSch	Anhang B	33	te	besondere Funktionalitäten und Eigenschaften	Als Beschreibung der Charakteristika des Materials finde ich das zu wenig. Da gibt es sicher weitere Charakteristika/Eigenschaften, die der Kunde wissen wollen würde. Uhd die sollten näher definiert werden.		
neu33	MSch	Anhang B, Kap. 2	33-35	te		<p>1) Zusammensetzung ergibt nicht 100%</p> <p>2) unklar, ob PIR nur aus PA6 besteht oder auch rezyklierte Glasfasern dabei ist</p> <p>3) jetzt soll es doch Gutschriften durch Strom und Wärme aus der Verbrennung von Produktionsabfällen geben?</p> <p>4) gemäß 3.2.5 muss die Vernachlässigung von Prozessen und / oder Flüßen begründet werden.</p> <p>5) Die Allokationsregeln für multifunktionale Prozesse beziehen sich auf Allokationen zwischen Haupt- und Nebenprodukt</p> <p>6) bei "Anforderung an die Datenqualität" und "zusätzlich einbezogene Informationen" werden lediglich die Anforderungen wiederholt</p> <p>7) Ausführungen zu "Annahmen und Grenzen" so für mich nicht verständlich</p>		
neu34	MSch	Anhang B, Kap. 3	36	te		1) Bewertung der Datenqualität kann so nicht überprüft werden (e.g. keine Daten der Datensätze, keine geographischen Angaben, weitere fehlende Infos zu e.g. Transporten)		