

SKZ – Das Kunststoff-Zentrum

SKZ - KFE gGmbH

***Beförderung des Einsatzes von Sekundär-Kunststoff
durch eine einheitliche Methode für die CO₂-Bilanzierung
von technischen Rezyklaten – SCO₂RE***

Schlussbericht über ein Forschungsprojekt,
gefördert unter dem Az: 34958/01
von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Dipl. Ing. Daniela Eckert

M.Sc. Julius Ort

Dr. Jan Werner

Würzburg, Januar 2022

Bezugsquelle des Forschungsberichts:

SKZ - KFE gGmbH
Friedrich-Bergius-Ring 22
97076 Würzburg

j.werner@skz.de
0931 4104-260

SKZ – Das Kunststoff-Zentrum

SKZ - KFE gGmbH

***Beförderung des Einsatzes von Sekundär-Kunststoff
durch eine einheitliche Methode für die CO₂-Bilanzierung
von technischen Rezyklaten – SCO₂RE***

Schlussbericht über ein Forschungsprojekt,
gefördert unter dem Az: 34958/01
von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Dipl. Ing. Daniela Eckert

M.Sc. Julius Ort

Dr. Jan Werner

Würzburg, Januar 2022

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	34958/01	Referat	21/2	Fördersumme	119.364€
----	-----------------	---------	-------------	-------------	-----------------

Antragstitel *SCO₂RE: Beförderung des Einsatzes von Sekundär-Kunststoff durch eine einheitliche Methode für die CO₂-Bilanzierung von technischen Rezyklaten*

Stichworte Carbon Footprint, Circular Economy, Kunststoff

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
18 Monate	01.04.2020	31.10.2021	

Zwischenbericht	01.10.2020
-----------------	------------

Bewilligungsempfänger	SKZ - Das Kunststoff-Zentrum SKZ - KFE gGmbH Friedrich-Bergius-Ring 22 97076 Würzburg	Tel +49 931 4104-262 Fax +49 931 4104-707
		Projektleitung Daniela Eckert
		Bearbeiter Franziska Eichhorn Kilian Dietl Daniela Eckert Hanna Beckensträter Julius Ort

Kooperationspartner

MKV GmbH Kunststoffgranulate
Niedertiefenbacher Straße 2, 65614 Beselich / Obertiefenbach

HOFFMANN+VOSS Technische Kunststoffe GmbH
Textilstraße 3 – 5, 41751 Viersen

PENTAC Polymer GmbH Modifizierte Technische Kunststoffe
Otto-Hahn-Straße 12

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Rezyklate technischer Kunststoffe weisen im Vergleich zu neuem Kunststoff eine vorteilhafte CO₂-Bilanz auf. Um jedoch CO₂-Einsparungen beim Einsatz von Rezyklat fundiert ausweisen zu können, bedarf es einer wissenschaftlichen und standardisierten Methode. Bisher mangelte 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 Systemgrenzen oder Allokationsregeln, lassen. Die Ergebnisse der CO₂-Bilanzen sind damit bisher kaum vergleichbar und oft nicht nachvollziehbar. Im Projekt SCO₂RE wurden daher einheitliche und branchenweit akzeptierte Berechnungsregeln für die CO₂-Bilanzierung von Rezyklaten technischer Kunststoffe erarbeitet. Die Verwendung der Methode wird durch ein praxistaugliches Berechnungsinstrument zur CO₂-Bilanzierung unterstützt.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Die Entwicklung der Methode sowie der weiteren Projektergebnisse erfolgte in mehreren Schritten, die teilweise parallel durchgeführt wurden. Zunächst wurde der methodische Rahmen für die CO₂-Bilanz auf Basis der Anforderungen gemäß vorhandener Normen definiert. Zudem wurden die Anforderungen und Bedürfnisse der Unternehmen im Zusammenhang mit dem Thema „CO₂-Bilanzierung“ ermittelt. Darauf aufbauend wurde die Methode zur einheitlichen Berechnung von CO₂-Bilanzen technischer Kunststoff-Rezyklate im Projektkonsortium unter enger Beteiligung des im Projekt eingerichteten Projektbeirats, bestehend aus Vertretern relevanter Interessensgruppen, entwickelt und abgestimmt. Für die einfache Anwendung der zu entwickelnden Methode wurde anschließend ein praxistaugliches Berechnungsinstrument erstellt. Um die Konformität mit vorhandenen Normen und Standards sicherzustellen, fand eine entwicklungsbegleitende, kritische Prüfung durch drei unabhängige Ökobilanzexperten statt. Zudem wurden die Ergebnisse des Projekts durch verschiedene Maßnahmen validiert.

Ergebnisse und Diskussion

Die Anforderungen aus Normen und Standards sowie aus der Industrie an die CO₂-Bilanzierung wurden in einem Anforderungskatalog zusammengestellt. Daraus wurden, einem zuvor definierten Workflow folgend, zunächst verschiedene Methodenvarianten zur CO₂-Bilanzberechnung konstruiert und getestet. Aus der Diskussion mit relevanten Interessensgruppen ergab sich eine sukzessive Reduzierung der Methodenvielfalt. Die letztlich gefundene, einheitliche Bilanzierungsmethode wurde in einem Methodenbericht festgehalten, der einer kritischen Prüfung durch drei unabhängige Ökobilanzexperten unterzogen wurde. Dadurch wurde die Konsistenz der Methode in sich und mit den relevanten Normen sichergestellt. Aus dem finalen Methodenbericht wurde ein Leitfaden mit Checklisten zur vereinfachten Anwendung der Methode abgeleitet.

Die Berechnungsmethode wurde zudem in einem frei verfügbaren Berechnungsinstrument implementiert, welches eine orientierende CO₂-Bilanzierung für Rezyklate technischer Kunststoffe ermöglicht.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Durch die Einbindung des Projektbeirats aus Vertretern relevanter Interessensgruppen erfolgte ein unmittelbarer Transfer der gewonnenen Erkenntnisse. Zudem wurden durch weitere Maßnahmen, z. B. Pressemitteilungen und Vortragsaktivitäten, das Projekt und die Ergebnisse bekannt gemacht.

Durch die Projekthomepage (erreichbar über www.skz.de/forschung/kreislaufwirtschaft), die dort verfügbaren Projektdokumente und das Berechnungsinstrument stehen die Ergebnisse des Projekts zudem einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung.

Fazit

Im Rahmen von SCO₂RE wurden in einem partizipativen Prozess einheitliche Berechnungsregeln für die CO₂-Bilanzierung von Rezyklaten technischer Kunststoffe entwickelt. Damit wurden eine gesteigerte Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit solcher Bilanzergebnisse erreicht. Zudem wurde dadurch eine Diskussion zur Vereinheitlichung und Harmonisierung der Berechnungsregeln für verschiedene Kunststoffe (Neuware und verschiedene Rezyklate) angestoßen sowie Grundlagen für deren Standardisierung geschaffen. Damit können eine größere Vergleichbarkeit und Chancengleichheit verschiedener Kunststoffe erreicht werden. Dies ermöglicht es Unternehmen der Kunststoffindustrie, eine valide Entscheidungsgrundlage für die Materialauswahl auf Basis technischer, ökonomischer und ökologischer Kenngrößen zu schaffen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
Zusammenfassung	V
1 Einleitung und Zielsetzung	1
2 Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse	2
2.1 AP 1 – Methodische Anforderungen an die CO ₂ -Bilanz	2
2.2 AP 2 – Anforderungen und Bedürfnisse der Unternehmen	5
2.3 AP 3 – Methodenentwicklung	6
2.4 AP 4 – Online-Plattform SCO ₂ RE und Berechnungsinstrument	14
2.5 AP 5 – Validierung	17
2.6 AP 6 – Projektmanagement	19
3 Fazit und Gegenüberstellung von angestrebten Zielen und erzielten Ergebnissen	21
4 Kommunikationskonzept, Fortführung und Perspektiven	22
4.1 Kommunikationskonzept	22
4.2 Fortführung	22
4.3 Perspektiven	22
5 Literatur	24
Literatur	24
Anhang	26
A. Online-Umfrage	26
B. Fragebogen	30
C. Kritische Prüfung	31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf der Methodenentwicklung	7
Abbildung 2: Abhängigkeit der Aspekte „Zielsetzung“, „Systemgrenze“ und „Allokationsmethode“, die Bezeichnung a-d entsprechen der Nummerierung in Tabelle 5	8
Abbildung 3: Berücksichtigte Prozesse in den einzelnen Methodenvarianten (grauer Rahmen). Die Varianten 2 und 3 sowie 5 und 6 sind hinsichtlich Zielstellung und Systemgrenze jeweils identisch	10
Abbildung 4: Beiträge zur CO ₂ -Bilanz der vier Fallbeispiele aus Tabelle 7	11
Abbildung 5: Prototypische Oberfläche des Berechnungsinstruments als Spreadsheet	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Relevante Normen und Standards	2
Tabelle 2: Teilaspekte der Phase 1	3
Tabelle 3: Ergebnisse der Umfrage	5
Tabelle 4: Geführte Interviews	7
Tabelle 5: Rahmenbedingungen, potenzielle Festlegungen, Wechselwirkungen	8
Tabelle 6: Entwickelte Methodenvarianten	9
Tabelle 7: Übersicht über die Fallbeispiele	10
Tabelle 8: Ergebnisse der CO ₂ -Bilanz mit Methodenvariante 1 (Basisfall) für die vier Fallbeispiele (in kg CO ₂ -Äq.) ...	11
Tabelle 9: Ergebnisse der CO ₂ -Bilanz mit Methodenvarianten 2 bis 6 für die vier Fallbeispiele aus Tabelle 7 (in kg CO ₂ -Äq.)	11
Tabelle 10: Beteiligte der Diskussionsrunden	12
Tabelle 11: Anforderungen und deren Priorisierung an eine Online-Plattform SCO ₂ RE	14
Tabelle 12: Ausführung des Berechnungsinstruments	15
Tabelle 13: Anforderungen an eine Online-Plattform SCO ₂ RE (siehe Tabelle 11) und deren Erfüllung	16
Tabelle 14: Ablauf der kritischen Prüfung durch das Expertengremium	17
Tabelle 16: Anmerkungen der ersten Prüfung (Auswahl) durch das Expertengremium	18
Tabelle 17: Bestehende Überarbeitungsbedarfe aus Sicht der Prüfer und entsprechende Einschätzung des SCO ₂ RE-Projektkonsortiums	18
Tabelle 18: Mitglieder des Projektbeirats und weitere Kontakte	20
Tabelle 19: Gegenüberstellung von angestrebten Zielen und erzielten Ergebnissen	21
Tabelle 20: Maßnahmen für die Verbreitung von SCO ₂ RE	22
Tabelle 20: Fragebogen für die Interviews in AP 2	30

Abkürzungsverzeichnis

ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol
AP	Arbeitspaket
CCU	Carbon Capture and Utilization, dt. CO ₂ -Abscheidung und Verwendung
CFF	Circular Footprint Formula
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DE	Deklarierte Einheit
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europäische Norm
EPD	Environmental Product Declaration, dt. Umweltproduktdeklaration
FE	Funktionelle Einheit
GF	Glasfaser
GWP	Global Warming Potential
ISO	Internationale Organisation für Normung
KMU	Kleine und mittelgroße Unternehmen
PA6	Polyamid 6
PA6.6	Polyamid 6.6
PC	Polycarbonat
PCR	Post-Consumer-Rezyklat, Rezyklat aus Abfällen nach dem Gebrauch
PIR	Post-Industrial-Rezyklat, Rezyklat aus Abfällen nach dem Gebrauch
THG	Treibhausgas

Zusammenfassung

Die Auswirkungen des Klimawandels werden in immer stärkerem Maße sichtbar und erfordern ein rasches und entschlossenes Handeln. Die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft stellt einen vielversprechenden Hebel dar, um die Auswirkungen der Industrie auf den Klimawandel zu reduzieren. So weisen Kunststoff-Rezyklate technischer Kunststoffe eine deutlich geringere CO₂-Bilanz auf als vergleichbare Neuware. Allerdings gibt es bei der Bilanzierung große Herausforderungen im Hinblick auf die Nachvollziehbarkeit, Transparenz und Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

Um diese Herausforderungen zu adressieren, wurde im Projekt SCO₂RE eine einheitliche Bilanzierungsmethode für Rezyklate technischer Kunststoffe entwickelt. Dabei wurden in bestehenden Normen und Standards zur CO₂-Bilanzierung vorhandene Spielräume bei der Definition der Rahmenbedingungen in einem partizipativen Prozess durch konsistente Festlegungen sukzessive reduziert. Durch die stringente Anwendung der so erarbeiteten Berechnungsregeln können besser nachvollziehbare und vergleichbare CO₂-Bilanzergebnisse für technische Rezyklate erzielt werden.

Bei der Ableitung der Bilanzierungsmethode zeigte sich, dass eine Erweiterung des Geltungsbereichs auf andere Arten von Kunststoffmaterialien wünschenswert ist. Kritische methodische Fragestellungen sollten in einem vergrößerten Kontext erörtert werden, um eine Chancengleichheit und Vergleichbarkeit auch auf dieser Ebene herzustellen. Zudem sollte die Methode zu einem Standard weiterentwickelt werden.

Bei der Methodenentwicklung wurden relevante Interessensgruppen über den Projektbeirat mit einbezogen. Das Vorgehen in SCO₂RE hat daher Modellcharakter für die mögliche Weiterentwicklung der Ergebnisse hin zu einem umfassenderen Standard.

Das Projekt SCO₂RE wurde vom Kunststoff-Zentrum SKZ in Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern MKV GmbH Kunststoffgranulate, HOFFMANN+VOSS Technische Kunststoffe GmbH und PENTAC Polymer GmbH Modifizierte Technische Kunststoffe durchgeführt und von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert (Az 34958/01).

1 Einleitung und Zielsetzung

Die CO₂-Bilanz (der auch s. g. Carbon Footprint) quantifiziert die Auswirkungen eines Systems, z. B. eines Produkts oder einer Organisation, auf den Klimawandel. Dabei werden neben Kohlenstoffdioxid (CO₂) alle weiteren relevanten Treibhausgase (THG) berücksichtigt, z. B. Methan oder Lachgas, und deren Klimawirkung relativ zur Referenzsubstanz CO₂ einbezogen [1].

Kunststoff-Rezyklate technischer Kunststoffe weisen im Vergleich zu neuem Kunststoff eine vorteilhafte CO₂-Bilanz auf [2]. Aufgrund ihrer immer besser werdenden Materialeigenschaften macht dieser ökologische Vorteil Rezyklate in vielen Anwendungen zu einer vielversprechenden Alternative zu Primärkunststoff. Um jedoch CO₂-Einsparungen beim Einsatz von Rezyklat fundiert ausweisen zu können, bedarf es einer wissenschaftlichen und branchenübergreifend akzeptierten Methode. Bisher mangelte es allerdings an einer einheitlichen Bilanzierungsgrundlage. Die Methoden-Vielfalt führt einerseits zu mangelnder Nachvollziehbarkeit und Transparenz einer CO₂-Bilanz und andererseits zu mangelnder Vergleichbarkeit verschiedener Analysen. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) können daher mit der Wahl der richtigen Methode überfordert sein. Zudem kann dies zu einem abnehmenden Vertrauen in die Verlässlichkeit der Ergebnisse bis hin zu Vorwürfen des „Greenwashing“ führen, und beeinträchtigt dadurch das Vertrauen der Kunden in die Vorteile von Rezyklaten hinsichtlich der CO₂-Bilanz.

Angesichts der aktuellen Diskussion um Kunststoffabfälle und der angestrebten Transformation der Linear- in eine Kreislaufwirtschaft ist der vermehrte Einsatz von Kunststoff-Rezyklaten weiter zu forcieren. Um diese Entwicklung voranzubringen, ist es essentiell, einen wissenschaftlich fundierten Konsens zu finden und damit Glaubwürdigkeit sowie Vertrauen sowohl bei Verarbeitern als auch bei Endanwendern zu schaffen.

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

Die Methode wurde unter Einbeziehung von Vertretern der gesamten Branche sowie Experten der Nachhaltigkeitsbewertung entwickelt und abgestimmt. Zudem erfolgte eine begleitende kritische Prüfung (auch Critical Review) gemäß dem Standard der Internationalen Organisation für Normung ISO 14044 durch unabhängige Ökobilanz-Experten.

Die Arbeit im Projekt SCO₂RE gliederte sich in sechs Arbeitspakete (AP). Die im Einzelnen durchgeführten Arbeiten und die dabei erzielten Ergebnisse werden in Abschnitt 2 vorgestellt. In Abschnitt 3 wird ein Fazit aus den Projektergebnisse gezogen, und in Abschnitt 4 das Kommunikationskonzept dargestellt sowie die Fortführung und Perspektiven aus dem Projekt skizziert.

2 Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

2.1 AP 1 – Methodische Anforderungen an die CO₂-Bilanz

Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurden relevante Normen und Standards für die CO₂-Bilanzierung analysiert und daraus methodische Anforderungen an die zu entwickelnde Methode abgeleitet. Diese stellen neben den Anforderungen und Bedürfnissen potenzieller Anwender (vgl. AP 2) eine der beiden wichtigsten Säulen für die Methodenentwicklung in AP 3 dar.

2.1.1 Screening relevanter nationaler und internationaler Normen und Standards

2.1.1.1 Ausgewählte Standards

Für das Thema „CO₂-Bilanz von Rezyklaten technischer Kunststoffe“ wurden im Verlauf des Projekts die relevanten Normen und Standards identifiziert (siehe Tabelle 1). Dabei handelt es sich um Normen zur Ökobilanz, zur CO₂-Bilanz sowie zur Umweltproduktdeklaration (Environmental Product Declaration – EPD).

Tabelle 1: Relevante Normen und Standards

Nr.	Anwendungsbereich	Bewertungsstandard bzw. -methode	Bewertung der Relevanz für SCO ₂ RE	Begründung
1	Methodik Öko-bilanzierung	ISO 14040/14044: Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen bzw. Anforderungen und Anleitungen [3, 4]	Hoch	Grundlegende Ökobilanz-Normen
2		International Reference Life Cycle Data System [5]	Hoch	Über Nr. 1 hinausgehende Festlegungen, durch Nr. 3 und Nr. 4 abgelöst
3		Product Environmental Footprint (PEF) [6]	Hoch	Über Nr. 1 hinausgehende Festlegungen, durch Nr. 4 weiter spezifiziert
4		JRC Technical Reports: Life Cycle Assessment (LCA) of alternative feedstocks for plastics production [7]	Hoch	Spezifische Festlegung für Ökobilanz-Rechenregeln für Kunststoffe aus alternativen Rohstoffen (u. a. aus Recycling)
5		PlasticsEurope Eco-Profiles [8]	Hoch	Methodik zur Ökobilanzierung von Kunststoffen des europäischen Verbands der Kunststoffhersteller
6	Methodik CO ₂ -Bilanzierung	ISO 14067: Carbon Footprint von Produkten – Anforderungen an und Leitlinien für die Quantifizierung [9]	Hoch	Grundlegende CO ₂ -Bilanz-Norm
7		Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard [10]	Mittel:	Geringere Verbreitung als Nr. 6

8		PAS 2050: Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services [11]	Gering	International wenig verbreitet, teilweise Diskrepanzen mit Nr. 1
9	Umweltproduktdeklarationen	ISO 14025: Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren [12]	Mittel	Grundlegende Regelung zur Vermittlung umweltbezogener Informationen über Umweltproduktdeklarationen
10		EN 15804: Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte [13]	Hoch	Spezifische, international weit-hin anerkannte Regeln für Umweltproduktdeklarationen
11		ISO / TS 14027: Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Entwicklung von Produktkategorie-regeln [14]	Hoch	Anforderungen an die Entwicklung produktgruppenspezifischer Rechenregeln
12		Plastic waste and scrap recovery (recycling) services, Product category rules, international EPD system [15]	Hoch	Produktgruppenspezifische Anforderungen für Umweltproduktdeklarationen im International EPD System

Auf Basis dieser Liste von Normen und Standards wurde eine verkleinerte Auswahl für die weitere Analyse gebildet. Die Auswahl erfolgte anhand der Bedeutung und Verbreitung sowie der Nähe zur Fragestellung in SCO₂RE der jeweiligen Norm. Final wurden die Norm Nr. 1, Nr. 4, Nr. 6, Nr. 10 und Nr. 12 im Detail analysiert. Zudem wurden bei der Methodenentwicklung Anforderungen von Norm Nr. 11 berücksichtigt (siehe Abschnitt 2.3).

Dabei sind die Normen ISO 14040 / 14044 und ISO 14067 als maßgeblich einzuschätzen, da eine Konformität mit diesen Normen erforderlich ist. Festlegungen in SCO₂RE müssen daher im Einklang mit den Rahmenbedingungen dieser Normen stehen.

2.1.1.2 Anforderungen aus den ausgewählten Standards

Aus ISO 14040 / 14044 ergibt sich die grundlegende Struktur für eine CO₂-Bilanz bzw. Ökobilanz, die von den übrigen genannten Standards übernommen wird [16]. Die vier Phasen werden dabei iterativ durchlaufen.

1. Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens
2. Sachbilanz (Datenerhebung)
3. Wirkungsabschätzung (Modellierung)
4. Auswertung (Interpretation)

Dabei bestimmt die Phase 1 „Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens“ maßgeblich über die Art und Weise der Durchführung der übrigen Phasen.

Diese Phase wird weiter untergliedert in verschiedene Teilaspekte (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Teilaspekte der Phase 1

	Teilaspekt	Beschreibung
Festlegung des Ziels	Beabsichtigte Anwendung	Zielstellung und Anwendungsbereich der Ergebnisse

	Gründe für die Durchführung der Studie	Entscheidungskontext
	Angesprochene Zielgruppe	Gruppen von Personen oder Organisationen, die durch die Ergebnisse der Studie adressiert werden sollen
	Festlegungen zur Veröffentlichung von Vergleichsergebnissen oder vergleichenden Aussagen	Umfang und Art der Veröffentlichung von Vergleichsergebnissen oder vergleichenden Aussagen
	Festlegungen zum Prüfverfahren	Art des Prüfverfahrens, herangezogene Prüfer*innen
Festlegung des Untersuchungsrahmens	Beschreibung und Charakterisierung des untersuchten Produkts und dessen Lebenszyklus	Eindeutige Bezeichnung, Bestandteile bzw. Komponenten oder Einsatzbereiche des Produkts
	Funktionelle Einheit (FE) bzw. deklarierte Einheit (DE) und Referenzfluss	Festlegung relevanter Produkteigenschaften, Qualität und Quantität des erbrachten Nutzens
	Systemgrenze	Betrachtete Abschnitte des Lebenszyklus, berücksichtigte Prozesse und Flüsse inkl. Abschneidekriterien, Allokationsregeln
	Anforderungen an die Datenqualität	Festlegungen zur erforderlichen Qualität der Daten, z. B. Repräsentativität, Genauigkeit, Vollständigkeit usw.
	Wirkungskategorien	Eine Klasse, die wichtige Umweltthemen repräsentiert
	Zusätzlich einbezogene Informationen	Weitere Informationen, die nicht in die Wirkungsabschätzung einfließen, aber für die Einschätzung der Umweltrelevanz von Bedeutung sein können
	Getroffene Annahmen und Grenzen der Untersuchung	Im Rahmen der Untersuchung getroffene Annahmen, die sich auf die Ergebnisse bzw. deren Interpretation auswirken, sowie Limitationen aufgrund methodischer oder anderer Einschränkungen

Darüber hinaus können Anforderungen in Bezug auf die weiteren Phasen der Ökobilanz bzw. CO₂-Bilanz gestellt werden, z. B. zur Dokumentation der erhobenen Daten (Phase 2), zur Berechnung und Darstellung der Ergebnisse (Phase 3), zur Art und Weise der Interpretation sowie zur Untersuchung von Einflussfaktoren (Phase 4).

Gemäß ISO/TS 14027 sind durch Produktkategorieregeln für diese Aspekte konkrete Definition zu geben bzw. entsprechende Anforderungen festzulegen. Insbesondere abzudeckende Produkte bzw. Produktgruppen, der sogenannte Anwendungsbereich, sind darüber hinaus klar zu definieren.

2.1.2 Anforderungskatalog

Die konkreten Anforderungen bzw. Festlegungen der genannten Standards in Bezug auf die in Tabelle 2 gelisteten Aspekte wurden in einem Anforderungskatalog zusammengestellt. Dieser gliedert sich wie folgt:

1. Einleitung
2. Rahmenbedingungen
3. Normanforderungen
4. Anforderungen potenzieller Nutzer

Dabei wird Punkt 4 „Anforderungen potenzieller Nutzer“ aus den Ergebnissen von AP 2 abgeleitet (siehe Abschnitt 2.2).

2.2 AP 2 – Anforderungen und Bedürfnisse der Unternehmen

In AP 2 wurden die Anforderungen und Bedürfnisse von Recyclingunternehmen, Compoudeuren und Kunststoffverarbeitern hinsichtlich der CO₂-Bilanzierung erfasst und zusammengestellt. Dies stellt neben den Anforderungen, die sich aus Normen und Standards ergeben (vgl. Abschnitt 2.1) den zweiten Teil der bei der Methodenentwicklung zu berücksichtigenden Anforderungen dar.

2.2.1 Umfrage und Interviews

Die Erfassung der Anforderungen erfolgte aus den Erfahrungen und Einschätzung der Kooperationspartner, über eine Umfrage sowie Interviews unter den Mitgliedern des Projektbeirats.

2.2.1.1 Umfrage

Eine erste Erfassung von Anforderungen potenzieller Nutzer an die CO₂-Bilanz erfolgte über eine Online-Umfrage, an der sich die Kooperationspartner selbst sowie die Mitglieder des Projektbeirats beteiligten.

Es wurden Fragen zu den folgenden Themen formuliert:

- Erfahrung und Motivation im Zusammenhang mit CO₂-Bilanzen
- Normen und Standards zur CO₂-Bilanzierung
- Anforderungen an die Berechnung von CO₂-Bilanzen
- Unsicherheit in der Berechnung und den Daten
- Zielstellung
- Funktionelle Einheit
- Systemgrenzen
- Sachbilanz

Anschließend wurden diese unter den Kooperationspartnern diskutiert und verfeinert. Letztlich wurde daraus eine Online-Umfrage mittels Microsoft Forms erstellt. Die Liste der verwendeten, 31 Fragen findet sich in Anhang A. Dieser Fragebogen wurde unter den Kooperationspartnern und den Mitgliedern des Projektbeirats sowie weiteren Kontakten verteilt. Insgesamt wurden 17 Rückläufer erzielt.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte zunächst durch deskriptive Statistik, d. h. Auszählungen der Antworten sowie durch die Analyse von Korrelationen zwischen Antworten auf verschiedene Fragen.

Aus den Umfrageergebnissen konnten dadurch die in Tabelle 3 gezeigten, qualitativen Ergebnisse abgeleitet werden.

Tabelle 3: Ergebnisse der Umfrage

Thema	Ergebnisse
Erfahrungen mit CO ₂ -Bilanzen	<ul style="list-style-type: none"> • Es wurde sich überwiegend bereits mit CO₂-Bilanzen beschäftigt (93 % „Stimme zu“ oder „Stimme eher zu“) • Viele haben Erfahrungen mit CO₂-Bilanzen für eigene Produkte oder das Unternehmen (88 % „Stimme zu“ oder „Stimme eher zu“) • Bekannteste und als besonders relevant eingeschätzte Standards: ISO 14040/14044: Ökobilanz, ISO 14067: CO₂-Bilanz, spezifische Kundenanforderungen (Werksnormen)
Besonders wichtige Motivation und Zielstellung	<ul style="list-style-type: none"> • Nachfrage von Kunden • Reduzierung der Umweltauswirkungen des Unternehmens • Transparenz bzgl. Umweltauswirkungen des Unternehmens bzw. der Produkte

	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung von Greenwashing
Relevante Anforderungen an die Berechnung	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleichbarkeit • Nachvollziehbarkeit und Transparenz • Hohe Genauigkeit
Wesentliche Hürden bei der Berechnung von CO ₂ -Bilanzen	<ul style="list-style-type: none"> • Keine einheitliche Vorgabe für Systemgrenzen vorhanden • Mangelnde Verfügbarkeit von Daten • Spezifische Rechenregeln für Rezyklate fehlen
Zentrale Aspekte bei der Festlegung der Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionelle Einheit: Rezyklatanteil, Masse, Herkunft des Ausgangsmaterials und der Additive, Rezyklatqualität, Zielanwendung • Systemgrenzen: Es sollten alle Prozessschritte der Vorgeschichte zumindest anteilig berücksichtigt sein. • Allokation: Eine Aufteilung der Lasten zwischen den Lebenszyklen wird bevorzugt

Die Ergebnisse wurden in AP 3 für die Festlegung folgender Aspekte herangezogen:

- Beabsichtigte Anwendung
- Gründe für die Durchführung der Studie
- Angesprochene Zielgruppe
- Beschreibung und Charakterisierung des untersuchten Produkts und dessen Lebenszyklus
- Funktionelle bzw. deklarierte Einheit und Referenzfluss
- Systemgrenze

Ergänzend zu der Umfrage wurden individuelle Interviews geführt. Diese dienten einerseits dazu, die Ergebnisse der Umfrage zu überprüfen, und andererseits dazu, einzelne Aspekte zu vertiefen. Die Interviews fanden zur Unterstützung der Arbeitspakete AP 2 und AP 3 statt und sind daher in Abschnitt 2.3.2.1 beschrieben.

2.2.2 Ergänzung des Anforderungskatalogs

Der in AP 1 erstellte Anforderungskatalog wurde entsprechend der ermittelten Anforderungen (Umfrage) aus der Industrie ergänzt.

2.3 AP 3 – Methodenentwicklung

In AP 3 wurden auf Basis der Ergebnisse von AP 1 und AP 2 die Methode zur einheitlichen Erstellung der CO₂-Bilanz von Rezyklaten technischer Kunststoffe entwickelt. Ausgehend von einer einheitlichen Vorgehensweise (Workflow) wurden zunächst mehrere Modell-Methoden entwickelt, deren Bandbreite dann sukzessive eingegrenzt wurde, bis letztlich eine abgestimmte Methode zur CO₂-Bilanzierung daraus hervorging.

2.3.1 Workflow

In einem Workflow wurden die einzelnen Schritte der Abfolge methodischer Festlegungen bestimmt. Dabei wurden insbesondere Wechselwirkungen und Interdependenzen verschiedener Anforderungen und Rahmenbedingungen berücksichtigt. Die Vorgehensweise orientierte sich an den Anforderungen der Normen ISO 14040 / 14044 und ISO 14067.

Der Ablauf gliederte sich wie in Abbildung 1 gezeigt.



Abbildung 1: Ablauf der Methodenentwicklung

2.3.2 Methodenentwicklung

2.3.2.1 Fragebogenbasierte Interviews

Zur Vertiefung der Erkenntnisse aus AP 2 wurden individuelle Interviews mit Branchenvertretern geführt. Es wurde ein Fragebogenentwurf entwickelt, um die relevanten Themen sowie daran angrenzende Aspekte abzudecken (siehe Anhang B). Da die Kooperationspartner ebenfalls potenzielle Nutzer der zu entwickelnden Methode sind, wurden die Fragen nicht nur aus Sicht des Projektbeirats, sondern auch von den Kooperationspartnern beantwortet.

Insgesamt wurden vom SKZ neun Interviews mit Vertretern der in Tabelle 4 aufgeführten Organisationen durchgeführt.

Tabelle 4: Geführte Interviews

Nr.	Organisation	Rolle im Projekt	Datum
1	PENTAC Polymer GmbH	Kooperationspartner	12.01.21
2	Pöppelmann GmbH & Co. KG	Projektbeirat	14.01.21
3	APK AG	Projektbeirat	18.01.21
4	HOFFMANN + VOSS Technische Kunststoff GmbH	Kooperationspartner	18.01.21
5	MKV GmbH Kunststoffgranulate	Kooperationspartner	19.01.21
6	almaak international GmbH	Projektbeirat	20.01.21
7	BKV GmbH	Projektbeirat	22.01.21
8	Neue Materialien Bayreuth GmbH	Projektbeirat	22.01.21
9	GKV/TecPart Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.	Projektbeirat	29.01.21

2.3.3 Entwicklung der Methodenvarianten

Entsprechend der in Abschnitt 2.3.1 definierten Abfolge der Aktivitäten wurden zunächst die relevanten Rahmenbedingungen priorisiert und hinsichtlich ihrer Wechselwirkungen analysiert. Zudem wurden aus dem

Anforderungskatalog potenzielle Festlegungen für die Bilanzierung von Rezyklaten technischer Kunststoffe ermittelt.

Dabei wurden die in Tabelle 5 gezeigten Ergebnisse erzielt.

Tabelle 5: Rahmenbedingungen, potenzielle Festlegungen, Wechselwirkungen und Priorisierung (Rangfolge, aufsteigend)

Rahmenbedingung	Potenzielle Festlegung	Wechselwirkung bzw. Abhängigkeit		Priorisierung
		bestimmt	wird bestimmt von	
Zielsetzung	a. Ermittlung der Umweltauswirkungen von Rezyklaten b. Vergleich der Umweltauswirkungen von Rezyklat und Neuware	Systemgrenze, FE/DE	-	1
Systemgrenze	a. Cut-Off bei Ende der Abfalleigenschaft b. (Anteilige) Berücksichtigung des 1. Lebenszyklus c. Berücksichtigung der Neuware d. Kombination von b. und d.	Allokationsmethode	Zielsetzung	2
Allokationsmethode	a. Cut-Off b. 50:50-Regel c. Allokation nach Masse d. Allokation nach ökonomischem Wert bzw. Circular Footprint Formula	-	Systemgrenze	3
FE / DE	a. 1 kg Rezyklat b. 1 kg Rezyklat mit definierten Qualitätsanforderungen	-	Zielstellung	4
Abschneidekriterium	a. Kumuliert 1 % b. Individuell 1 %, kumuliert 5 % c. Kumuliert 5 %	-	-	5

Die Wechselwirkungen der Rahmenbedingungen wirken sich auf deren Festlegung aus. So können jene Aspekte, die von anderen Aspekten bestimmt werden, nicht unabhängig festgelegt werden. Vielmehr ergibt sich für die Aspekte „Zielsetzung“, „Systemgrenze“ und „Allokationsmethode“ der in Abbildung 2 gezeigte Abhängigkeitsbaum.

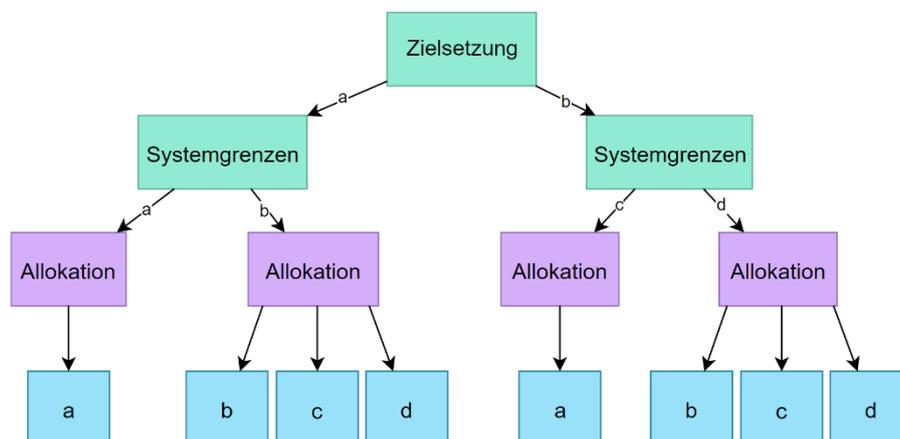


Abbildung 2: Abhängigkeit der Aspekte „Zielsetzung“, „Systemgrenze“ und „Allokationsmethode“, die Bezeichnung a-d entsprechen der Nummerierung in Tabelle 5

Anschließend wurden einzelne potenzielle Festlegungen verworfen, die sich als nicht kompatibel mit den Anforderungen herausstellten. Dies betrifft die folgenden Festlegungen:

- Allokationsmethode „b. 50:50-Regel“: Allokationsverhältnis willkürlich, Gutschriften für vermiedene Prozesse sollten nicht angewendet werden.
- FE / DE „a. 1 kg Rezyklat“: Kein Bezug zu Qualität oder Herkunft des Materials.
- Abschneidekriterium „a. kumuliert 1 %“ und „c. kumuliert 5 %“: Auswirkung auf Ergebnis wird als gering eingeschätzt, „b.“ stellt Kompromiss dar.

Aus den übrigen Kombinationen potenzieller Festlegungen wurden insgesamt sechs Methodenvarianten abgeleitet, die in Tabelle 6 aufgelistet sind. Methodenvariante Nr. 1 stellt hierbei den Basisfall dar.

Tabelle 6: Entwickelte Methodenvarianten

Methoden Nr.	Zielstellung	Systemgrenze	Allokationsfaktor
1	a. Ermittlung der Umweltauswirkungen von Rezyklaten	a. Cut-Off bei Ende der Abfalleigenschaft	a. Cut-Off
2		b. (Anteilige) Berücksichtigung des 1. Lebenszyklus	c. Allokation nach Masse
3		b. (Anteilige) Berücksichtigung des 1. Lebenszyklus	d. Allokation nach ökonomischem Wert bzw. Circular Footprint Formula
4	b. Vergleich der Umweltauswirkungen von Rezyklat und Neuware	c. Berücksichtigung der Neuware	a. Cut-Off
5		d. (Anteilige) Berücksichtigung des 1. Lebenszyklus und der Neuware	c. Allokation nach Masse
6			d. Allokation nach ökonomischem Wert bzw. Circular Footprint Formula

Für alle Methodenvarianten wurden einheitlich folgende Festlegungen getroffen:

- FE / DE: b. 1 kg Rezyklat mit Qualitätsanforderungen,
- Abschneidekriterium: b. Individuell 1 %, kumuliert 5 %.

Im Fall der Allokationsregel „d. Allokation nach ökonomischen Wert bzw. Circular Footprint Formula“ wurde ein Allokationsfaktor $A = 0,8$ gemäß Circular Footprint Formula (CFF) verwendet [17].

Abbildung 3 zeigt die berücksichtigten Prozesse in den einzelnen Methodenvarianten und die Einflüsse der Festlegung von Zielstellung und Systemgrenze.

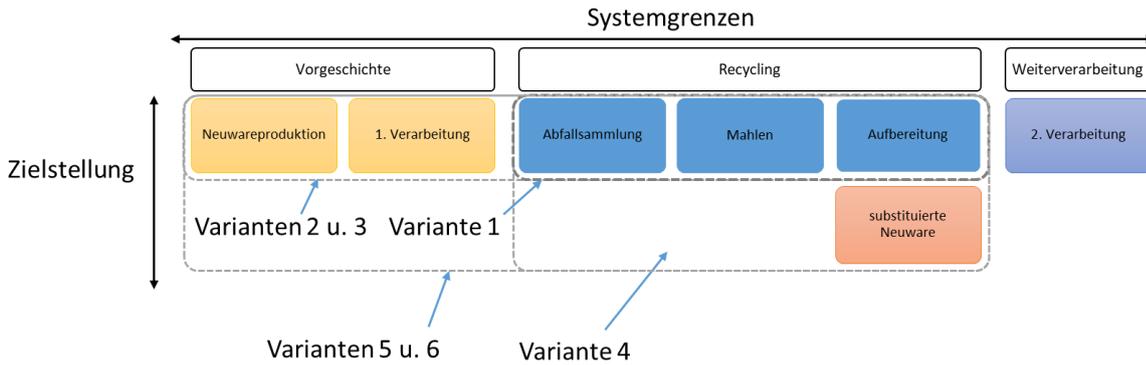


Abbildung 3: Berücksichtigte Prozesse in den einzelnen Methodenvarianten (grauer Rahmen). Die Varianten 2 und 3 sowie 5 und 6 sind hinsichtlich Zielstellung und Systemgrenze jeweils identisch

2.3.4 Analyse von Fallbeispielen

Für die Untersuchung der Methodenvarianten wurden vom SKZ und den Kooperationspartnern mehrere Fallbeispiele definiert. Hierbei handelt es sich um Rezyklatcompounds technischer Kunststoffe, die in ähnlicher Form für verschiedene technische Anwendungen zum Einsatz kommen. Tabelle 7 zeigt die wichtigsten Eigenschaften der Fallbeispiele.

Tabelle 7: Übersicht über die Fallbeispiele

Fallbeispiel	1	2	3	4
Beschreibung	Rezyklat-Compound aus Polyamid 6 (PA6) mit 30 % Glasfaserverstärkung (GF), ca. 50 % polymerer Rezyklatanteil	Rezyklat-Compound aus Polyamid 6 mit 30 % Glasfaserverstärkung, 100 % polymerer Rezyklatanteil	Rezyklat-Compound aus Polyamid 6.6 (PA6.6) mit Schlagzähmodifikation, 100 % polymerer Rezyklatanteil	Regranulat-Blend aus Polycarbonat (PC) und Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS), 100 % polymerer Rezyklatanteil
Bezeichnung	PA6 GF30 50%r	PA6 GF30 100%r	PA6.6 HI	PC/ABS
Polymer(e)	PA6	PA6	PA6.6	PC, ABS
Rezyklatanteil gesamt	48 %	85 %	88 %	99 %
Zugabe Zuschlagstoffe	Glasfaser 15 %	Glasfaser 13 %	Schlagzähmodifikator 10 %	-
Ausbeute	96 %		97 %	

Die entsprechenden Bilanzen wurden in der Software *GaBi* [18] unter Nutzung von Hintergrunddaten aus den Ökobilanzdatenbanken *GaBi Professional* und *GaBi Zusatzdatenbank VII: Kunststoffe* berechnet. Tabelle 8 zeigt die Bilanzerggebnisse mit der Methodenvariante 1 (Basisfall) gemäß ISO 14067 (Wirkungsabschätzung mittels Bewertungsmethode Global Warming Potential über 100 Jahre – GWP_{100} – in $kg\ CO_2\text{-Äq.}$) für die folgenden Indikatoren:

- GWP_a : Emissionen durch Luftfahrt
- GWP_b : Treibhausgase biogenen Ursprungs, Bindung von CO_2 bei Pflanzenwachstum, Freisetzung von biogenen C bei Verbrennung bzw. Vergärung
- GWP_f : Treibhausgase fossilen Ursprungs, Freisetzung von CO_2 bei der Verbrennung fossiler Rohstoffe

- GWP_{luc} : Einfluss von Landnutzungsänderung, Freisetzung durch (direkt oder indirekt) geänderte Nutzung von Flächen
- Summenindikator $GWP = GWP_a + GWP_b + GWP_f + GWP_{luc}$

Tabelle 8: Ergebnisse der CO_2 -Bilanz mit Methodenvariante 1 (Basisfall) für die vier Fallbeispiele (in $kg\ CO_2\text{-Äq.}$)

Indikator	Fallbeispiele			
	1: PA6 GF 30 50%r	2: PA6 GF30 100%r	3: PA6.6 HI	4: PC/ABS
GWP	3,40	0,540	0,531	0,324
GWP_a	8E-06	5E-06	4E-06	3E-06
GWP_b	0,012	0,004	0,004	0,002
GWP_f	3,39	0,535	0,526	0,322
GWP_{luc}	0,002	8E-04	7E-04	5E-04

Abbildung 4 schlüsselt die Ergebnisse für GWP der vier Fallbeispiele nach den Beiträgen durch Neuanteile und durch die sonstigen Anteile auf.

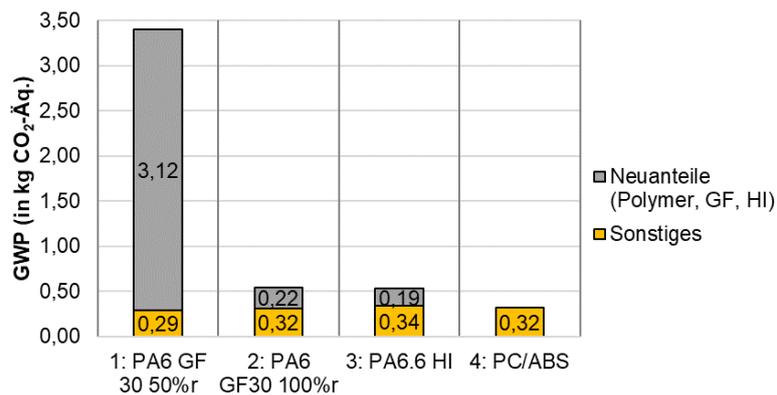


Abbildung 4: Beiträge zur CO_2 -Bilanz der vier Fallbeispiele aus Tabelle 7

In Fallbeispiel 1 ergibt sich der wesentliche Beitrag durch Neuanteile, bei Fallbeispiel 2 und Fallbeispiel 3 stammen immer noch deutliche Beiträge aus Neuanteilen (Glasfaser bzw. Schlagzähmodifikator). Fallbeispiel 4 ist ein Regranulat ohne Neuanteile. Die sonstigen Anteile, z. B. Transporte, Stromverbrauch, Behandlung von Abfällen, sind in allen vier Fälle vergleichbar groß.

Es zeigt sich für alle Fallbeispiele, dass die Ergebnisse für GWP zu über 99 % aus GWP_f ergeben. Die Einflüsse andere Treibhausgase bzw. Treibhausgasquellen sind dagegen sehr gering. Daher werden in Tabelle 9 für die übrigen Methodenvarianten nur die Ergebnisse für den Summenindikator GWP gezeigt.

Tabelle 9: Ergebnisse der CO_2 -Bilanz mit Methodenvarianten 2 bis 6 für die vier Fallbeispiele aus Tabelle 7 (in $kg\ CO_2\text{-Äq.}$)

Methodenvarianten	Fallbeispiele			
	1: PA6 GF 30 50%r	2: PA6 GF30 100%r	3: PA6.6 HI	4: PC/ABS
1	3,40	0,540	0,531	0,324
2	7,29	7,20	7,15	3,95
3	4,18	1,87	1,85	1,05

4	-2,79	-5,66	-6,59	-0,979
5	1,09	0,999	0,032	2,65
6	-2,02	-4,33	-5,26	-0,254

In Methodenvariante 2 erhöhen sich die Ergebnisse der CO₂-Bilanz gegenüber der Basisvariante um den Faktor 2 bis 12, und liegen jeweils im Bereich der von vergleichbarer Neuware. Dies lässt sich auf die Allokation nach Masse zurückführen, bei der dem Ausgangsmaterial, d. h. dem Produktionsabfall, je 1 kg vergleichbar hohe Lasten zugeordnet werden wie 1 kg Neuware. Hingegen sind diese Lasten bei Variante 3 mit einer Allokation nach ökonomischem Wert bzw. CFF reduziert. Die Aufschläge gegenüber Methodenvariante 1 sind dennoch erheblich, und liegen zwischen 20 % und 250 %. In den Methodenvariante 4 bis 6 im Vergleich mit 1 bis 3 wird die vermiedene Herstellung der Neuware direkt gegengerechnet. Dadurch ergeben sich in Variante 4 und 6 negative Ergebnisse. Es zeigt sich, dass die beiden Beiträge „Lasten aus dem ersten Lebenszyklus“ und „Vermiedene Lasten durch Substitution“ wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse haben.

2.3.5 Partizipatives Vorgehen zur Methodenentwicklung

2.3.5.1 Einbindung interessierter Parteien

Aufgrund der Corona-Lage konnten die geplanten Formate zu Einbindungen des Projektbeirats und weiterer interessierter Parteien nicht wie geplant, z. B. in Form von Workshops stattfinden. Als Ausweichformat wurden daher mehrere, kürzere Diskussionsrunden mit verschiedenen Teilnehmern aus diesen Kreisen durchgeführt. Dabei wurden die bei der Analyse der Fallbeispiele erzielten Ergebnisse diskutiert. Diese Diskussionen fanden am 29.03.2021, am 19.04.2021 und am 08.06.2021 als Online-Besprechungen statt. Beteiligt waren dabei Vertreter der in Tabelle 10 genannten Organisationen.

Tabelle 10: Beteiligte der Diskussionsrunden

Nr.	Organisation	Rolle im Projekt
1	HOFFMANN + VOSS Technische Kunststoff GmbH	Kooperationspartner
2	Pöppelmann GmbH & Co. KG	Projektbeirat
3	APK AG	Projektbeirat
4	PENTAC Polymer GmbH	Kooperationspartner
5	MKV GmbH Kunststoffgranulate	Kooperationspartner
6	Neue Materialien Bayreuth GmbH	Projektbeirat
7	GKV/TecPart Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.	Projektbeirat

Grundsätzlich ergab sich bei den Diskussionsrunden die Möglichkeit, einzelne Aspekte der Bilanzierung zu vertiefen. Zudem konnten durch die Abfolge mehrerer Termine Fragen aus einem der ersten Termine bei darauffolgenden Terminen aufbereitet und nochmals adressiert werden.

Die im Rahmen der Diskussionsrunden geäußerten Fragen und Argumente wurden aufgenommen und bei der weiteren Entwicklung der Methoden berücksichtigt.

2.3.5.2 Umgang mit vermiedenen Lasten durch Substitution

Im Rahmen des Prozesses der Methodenentwicklung wurde durch das Projektkonsortiums und den Projektbeirat entschieden, die Verrechnung von vermiedenen Auswirkungen durch Substitution nicht zu berücksichtigen. Dies steht auch im Einklang mit ISO 14067. Für eine Gegenüberstellung von Rezyklaten und Neuware bedeutet dies, dass die CO₂-Bilanz-Ergebnisse miteinander verglichen, aber nicht verrechnet werden dürfen.

Die Bedeutung der Möglichkeiten vergleichender Betrachtungen (vgl. Methodenvarianten 4 bis 6) bei der CO₂-Bilanz wurden jedoch hervorgehoben. Demnach sollte in diesem Fall parallel eine Bilanzierung eines Rezyklats und einer vergleichbaren Neuware auf Basis derselben Rahmenbedingungen durchgeführt werden. Daraus ließen sich dann etwaige ökologische Vorteile des Rezyklats herausarbeiten.

2.3.5.3 Umgang mit der Allokation von Lasten

Grundsätzlich wurde eine anteilige Zuordnung von Lasten aus der Vorgeschichte (vgl. Abbildung 3) auf die Produktionsabfälle als sinnvoll eingeschätzt. Allerdings ist die Allokation nach Masse als nicht sachgerecht verworfen worden. Wie bereits beschrieben, würden bei diesem Ansatz 1 kg des Produktionsabfalls die gleichen Umweltlasten aus der Vorgeschichte zugeordnet wie 1 kg des Hauptprodukts. Insbesondere die Herstellung der Neuware würde hier in selbem Maße zu Buche schlagen. Aufgrund des Qualitätsverlustes der Rezyklate gegenüber der Neuware wurde dies als nicht geeignet eingeschätzt. Zudem würde 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.

Hingegen wurden der Ansatz einer ökonomischen Allokation bzw. Allokation gemäß CFF als zielführend angesehen, um den Produktionsabfällen einen angemessenen, aber gegenüber der Allokation nach Masse verringerten Anteil an den Umweltlasten zuzuordnen. Die Entwicklung eines geeigneten Verfahrens zur Ermittlung eines solchen Allokationsfaktors wurde angeregt.

Der Umfang der Prozesse, die bei der Allokation zu berücksichtigen sind, wurde ebenfalls diskutiert. So wurde herausgestellt, dass der alleinige Zweck des Ursprungsprozesses die Herstellung des Hauptprodukts ist. Somit sollten 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 Herstellung der eingesetzten Neuware in Verbindung stehen, müssen auf Haupt- und Nebenprodukte alloziert werden. Dies entspricht dem Ansatz, dass die Produktionsabfälle von ihrem grundlegenden Charakter her dem ursprünglichen Kunststoff entsprechen. Die Allokation dieser Lasten gemäß einem ökonomisch motivierten Verteilungsschlüssel trägt dann den qualitativen Unterschieden zwischen Haupt- und Nebenprodukt hinsichtlich der Einsatzbarkeit in der nachfolgenden Lebenszyklusphase Rechnung.

Kritisch wurde die Allokation der Lasten hingegen gesehen, wenn diese zu einseitigen Belastungen einiger Kunststoff-Rezyklate führt. Dies ist dann der Fall, wenn diese Art der Allokation bei vergleichbaren oder konkurrierenden Produkten nicht angewendet wird.

2.3.5.4 Weiteres Vorgehen

Aus den Diskussionsrunden heraus ergab sich die Eingrenzung der Methodenvarianten auf die Varianten 1 und 3 bzw. 6 mit den oben beschriebenen Anpassungen. Je nach Zielstellung a. oder b. sollte entsprechend eine dieser Varianten gewählt werden. Die methodischen Festlegungen wurden bei der Diskussionsrunde am 08.06.2021 definiert und anschließend in einem Methodenbericht festgehalten, der auch für die kritische Prüfung herangezogen wurde (vgl. Abschnitt 2.5.1)

2.3.6 Entwicklung eines Methodenberichts und eines Leitfadens

Ein sog. Methodenbericht wurde erstellt mit dem Ziel, darin die methodischen Festlegungen für die CO₂-Bilanz von Rezyklaten technischer Kunststoffe festzuhalten. Dieser könnte dann als Basis für eine solche Bilanzierung dienen, und zudem im Rahmen der kritischen Prüfung geprüft werden. Der erste Entwurf des Methodenberichts wurden seitens SKZ ausgearbeitet und mit den Kooperationspartnern abgestimmt sowie dem Projektbeirat zur Kommentierung bereitgestellt. Anschließend erfolgte die Übergabe an die Prüfer (vgl. Abschnitt 2.5.1). Im Anschluss an die erste Prüfung wurde der Methodenbericht überarbeitet, nochmals mit dem Projektbeirat abgestimmt und ein zweites Mal an die Prüfer übergeben.

Der finale Methodenbericht wurde anschließend in einen Leitfaden überführt. Dieser enthält die methodischen Festlegungen z. B. in Form von anwenderfreundlichen Checklisten.

2.4 AP 4 – Online-Plattform SCO₂RE und Berechnungsinstrument

Um die breite Anwendung der SCO₂RE-Methode zu unterstützen und einen leichten, orientierenden Einstieg in die CO₂-Bilanzierung von Rezyklaten technischer Kunststoffe zu geben, wurde ein Informations- und Berechnungsangebot im Internet verfügbar gemacht. Dieses sollte enthalten:

- Allgemeine Informationen zum Projekt SCO₂RE und zur Bilanzierung,
- Referenzdokumente für die Berechnung (Methodenbericht, Leitfaden) sowie
- Instrument zur orientierenden Berechnung von CO₂-Bilanzen.

2.4.1 Definition notwendiger Funktionalitäten

Im Rahmen der Entwicklung der Online-Angebote für SCO₂RE wurden die in Tabelle 13 gezeigten Anforderungen definiert und priorisiert.

Tabelle 11: Anforderungen und deren Priorisierung an eine Online-Plattform SCO₂RE

Anforderung	Beschreibung	Priorisierung (hoch, mittel)
Einfache Erreichbarkeit und freie Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Erreichbarkeit ohne Installation spezieller Software • Erreichbarkeit über allgemein verfügbare Wege (z. B. über Browser) • Verfügbarkeit ohne Kosten • Verwendung frei verfügbarer Daten, um eine allgemeine Zugänglichkeit zu ermöglichen 	Hoch
Informationsbereitstellung zu SCO ₂ RE und zur CO ₂ -Bilanz-Berechnung	<ul style="list-style-type: none"> • Bereitstellung von Informationen über das Projekt, über das Thema CO₂-Bilanzierung allgemein, über die Projektergebnisse usw. • Bereitstellung von im Rahmen von SCO₂RE entwickelten Werkzeugen 	Hoch
Möglichst einfache Berechnung	<ul style="list-style-type: none"> • Intuitive Bedienung • Niedrigschwellige Nutzung durch wenige, leicht einzugebende Eingabegrößen 	Hoch
Möglichst genaue Berechnung	<ul style="list-style-type: none"> • Berücksichtigung möglichst aller relevanten Daten • Berechnung unter Verwendung möglichst spezifischer und aktueller Hintergrunddaten 	Mittel
Möglichst transparente Berechnung	<ul style="list-style-type: none"> • Aufschlüsselung der Ergebnisse nach Prozessen, Quellen usw. 	Hoch

Umfassende Ergebnisausgabe und -darstellung	<ul style="list-style-type: none"> • Bereitstellung aller relevanten Indikatoren • Visualisierung der Ergebnisse 	Hoch
Exportmöglichkeit der Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Speichern von Daten und Ergebnissen • Möglichkeit zum Transfer der Daten und Ergebnisse in andere Tools 	Mittel

Zu beachten ist, dass die Anforderungen teilweise in Wechselbeziehung stehen bzw. zu einem gewissen Grad konträr sein können. So bedingen sich die Anforderungen „möglichst transparente Berechnung“ und „umfassende Ergebnisausgabe und -darstellung“; sie stehen dagegen in einem gewissen Gegensatz zur Anforderung „möglichst einfache Berechnung“. Somit musste bei der Umsetzung teilweise eine Kompromisslösung gesucht werden.

2.4.2 Umsetzung der Online-Plattform

Die Ausführung des Berechnungsinstruments wurde wie in Tabelle 12 gezeigt gestaltet:

Tabelle 12: Ausführung des Berechnungsinstruments

Aspekt	Umsetzung
Abdeckung der Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • Zielstellung: Nur orientierende Bilanzierung, Vergleiche nicht möglich • Funktionelle bzw. deklarierte Einheit: 1 kg Kunststoff-Compound
Dateneingabe	Geringe Anzahl relevanter Parameter: <ul style="list-style-type: none"> • Polymere (maximal 2) • Masseanteile von Polymeren (Rezyklat und Neuware), Glasfasern, Additiven • Eine generische Transportentfernung für alle Prozesse • Energiebedarf für alle Aufbereitungsprozesse • Menge insgesamt entstehender Abfälle
Berechnung	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung auf Basis generischer Daten für die verschiedenen Prozesse • Prüfung der Massebilanz: Muss 1 kg ergeben
Ergebnisausgabe	<ul style="list-style-type: none"> • Betrachtung des Summenindikators GWP, keine Aufschlüsselung nach Einzelindikatoren • Aufschlüsselung nach Anteilen durch Rezyklat, Neuware, Transport und Energiebedarf
Visualisierung	Darstellung der Anteile von Rezyklat, Neuware, Transport und Energiebedarf als Kreisdiagramm
Export	Das Drucken der gesamten Ausgabe ist über eine separate Schaltfläche (Print) möglich

Für die Umsetzung wurden verschiedene Möglichkeiten geprüft. Es wurde eine Einbettung in die SKZ-Website (www.skz.de) gewählt, um eine allgemeine Erreichbarkeit und freie Verfügbarkeit zu erreichen sowie die kontinuierliche Pflege zu gewährleisten. Dort können alle relevanten Informationen bereitgestellt, Dokumente verlinkt und eingebunden sowie das Berechnungsinstrument eingebettet werden. Für die Umsetzung des Berechnungsinstruments wurde eine Ausführung mittels Microsoft-Excel-Spreadsheets und eine anschließende Umwandlung in eine Website mittels SpreadsheetConverter gewählt (siehe Abbildung 5).

SCO₂RE

Orientierende CO₂-Bilanz für technische Kunststoff-Compounds (Bezugsmenge 1 kg Produkt) mit Rezyklat- und/oder Neuwareanteilen

Eingabe		Einheit in	Größe	
Rezyklatanteile	PA6	kg	0,80	Info
	Material	kg	0,00	Info
	GF-Anteil zweites Material	%	0	Info
Neuwareanteile	Material	kg	0,00	Info
	Material	kg	0,00	Info
	Glasfaser	kg	0,23	Info
	Additive gesamt	kg	0,02	Info
	Farbmasterbatch	<input type="checkbox"/>		
	Hitzestabilisator	<input checked="" type="checkbox"/>		
Sonstige	<input type="checkbox"/>			
Transportdistanz Eingangsware		km	400	Info
Energiebedarf des Aufbereitens		kWh	0,34	Info
Abfälle		kg	0,05	Info
Kontrollsumme Endprodukt (= 1 kg)		kg	1,00	Info

Orientierende CO ₂ -Bilanz		Einheit in	Größe	
Kunststoff-Compound, davon		kg CO ₂ -Äq	0,73	Info
Material _{Rezyklat}		kg CO ₂ -Äq	0,12	Info
Material _{Neu}		kg CO ₂ -Äq	0,43	Info
Transport		kg CO ₂ -Äq	0,05	Info
Energiebedarf		kg CO ₂ -Äq	0,13	Info

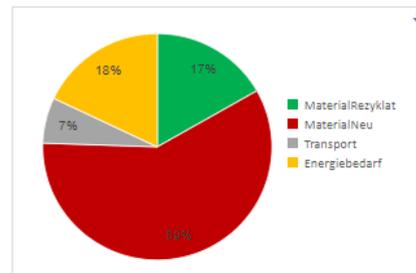


Abbildung 5: Prototypische Oberfläche des Berechnungsinstruments als Spreadsheet

Dies stellte geringere Anforderungen an die Programmier- und Visualisierungsfertigkeiten als eine eigenständige Web-Programmierung und reduziert den Aufwand, da vorgefertigte Strukturen und Funktionalitäten aus Microsoft Excel für die Dateneingabe, Berechnung und Visualisierung genutzt werden konnten. Zudem konnten dadurch grundlegende Tests im Spreadsheet selbst erfolgen und Änderungen zügig umgesetzt werden. Weiterhin ergibt sich dadurch eine Ein- und Ausgabe in Form strukturierter Formulare, die in vielen Anwendungen üblich sind. Dies ermöglicht eine niedrige Einstiegshürde zur Benutzung und ermöglicht eine höhere Nutzerfreundlichkeit. Die Umsetzung erfolgte entsprechend Tabelle 13.

Tabelle 13: Anforderungen an eine Online-Plattform SCO₂RE (siehe Tabelle 11) und deren Erfüllung

Anforderung	Erfüllungsgrad (hoch, mittel)	Erfüllung durch
Einfache Erreichbarkeit und freie Verfügbarkeit	Hoch	Einbettung in die Website www.skz.de und keine Zugangsbeschränkungen
Informationsbereitstellung zu SCO ₂ RE und zur CO ₂ -Bilanz-Berechnung	Hoch	Bereitstellung allgemeiner Information zu SCO ₂ RE und Verlinkung von Referenzdokumenten: Methodenbericht und Leitfaden
Möglichst einfache Berechnung	Hoch	Implementierung als strukturiertes Formular Hinterlegung eines Berechnungsmodells mit wenigen und relevanten Eingangsgrößen
Möglichst genaue Berechnung	Mittel	Berücksichtigung vieler, relevanter Parameter Abdeckung über teilweise über generische Hintergrunddaten, teilweise ältere Daten

Möglichst transparente Berechnung	Mittel	Aufschlüsselung der Ergebnisse nach Prozessen und keine Aufschlüsselung nach THG-Mengen
Umfassende Ergebnisausgabe und -darstellung	Mittel	Aufschlüsselung der Ergebnisse nach Prozessen und Diagrammdarstellung der Anteile
Exportmöglichkeit der Ergebnisse	Mittel	Drucken der gesamten Ausgabe möglich und kein Export der Daten

Es zeigt sich, dass die als „hoch“ priorisierten Anforderungen überwiegend erfüllt werden konnten. Lediglich bei der Transparenz der Berechnung wurde eine mittlere Erfüllung erreicht, um die Anforderung einer möglichst einfachen Berechnung in hohem Maß erfüllen zu können.

2.5 AP 5 – Validierung

Die Ergebnisse aus AP 3 und AP 4 wurden entwicklungsbegleitend auf ihre praktische Einsetzbarkeit und Normkonformität überprüft. Hierzu wurde zum einen eine kritische Prüfung durch drei unabhängige Ökobilanzexperten vorgenommen. Zudem wurden Fallstudien durchgeführt sowie die Entwicklungen kontinuierlich durch den Projektbeirat validiert.

2.5.1 Kritische Prüfung

2.5.1.1 Ziel der kritischen Prüfung

Gemäß ISO 14040 / 14044 dient eine sog. kritische Prüfung dazu,

1. die Übereinstimmung einer Ökobilanz mit den Normen im Allgemeinen sowie
2. im Speziellen
 - a. die wissenschaftliche und technische Grundlage der angewendeten Methodik,
 - b. die Angemessenheit der verwendeten Daten,
 - c. die Konsistenz der Auswertungen mit dem Ziel der Studie sowie
 - d. die Transparenz und Stimmigkeit der Dokumentation

zu prüfen. Im Kontext von SCO₂RE ging es darum, durch die kritische Prüfung die Konformität der SCO₂RE-Methode mit den zugrunde liegenden Normen ISO 14040 / 14044, ISO 14067 und verwandter Normen (vgl. Abschnitt 2.1.1) sowie die Konsistenz der Methode in sich zu prüfen.

Es wurde entschieden, ein dreiköpfiges Expertengremium (Review Panel), bestehend aus Herrn Matthias Schulz (Leitung), Frau Angela Schindler und Herrn Dr. Ivo Mersiovsky, mit der kritischen Prüfung zu beauftragen.

Den Ablauf der kritischen Prüfung durch das Expertengremium ist in Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Ablauf der kritischen Prüfung durch das Expertengremium

Datum	Termin	Ergebnis
14.05.2020	Vorabgespräch	<ul style="list-style-type: none"> • Abstimmung des grundsätzlichen Vorgehens • Vorläufige Zeitplanung
12.05.2021	Abstimmung zum Review	<ul style="list-style-type: none"> • Absprache geplanter Festlegungen • Abstimmung des konkreten Vorgehens
04.08.2021	1. Review Meeting	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung grundsätzlicher Anmerkungen und des Überarbeitungsbedarfs
11.10.2021	2. Review Meeting	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung der Änderungen und weiterhin bestehender Anmerkungen

29.10.2021	Übermittlung des Review Statement (Prüfberichts)	<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentation der kritischen Prüfung aus Sicht des Review Panel
------------	--	---

2.5.1.2 Ergebnisse der kritischen Prüfung

Bei der kritischen Prüfung wurde der im Rahmen von AP 3 erstellte Methodenbericht iterativ geprüft. Im Rahmen der ersten Prüfung, deren Ergebnisse beim 1. Review Meeting diskutiert wurden, wurde bestätigt, dass zielführende Regelungen getroffen wurden, und die in Tabelle 15 aufgeführten Anmerkungen zur Verbesserung vorgebracht. Die vollständige Liste aller Anmerkungen ist Anhang C zu entnehmen.

Tabelle 15: Anmerkungen der ersten Prüfung (Auswahl) durch das Expertengremium

Aspekt	Kommentar und Vorschlag der Prüfer	Überarbeitung
Abgrenzung von anderen Standards	Existierende Standards (insbesondere EN 15804) sollten diskutiert und bewertet werden; die Ableitung von weitergehenden bzw. konkreteren Regelungen in SCO ₂ RE sollte dargelegt werden	Ergänzung entsprechender Abschnitte zu existierenden Standards im Methodenbericht an den jeweiligen Stellen
Schärfung der Anforderungen	Es sollten möglichst viele MUSS-Anforderungen definiert werden, um über existierende Standards hinauszugehen	Festlegungen wurden geschärft
Darstellung des Betrachtungsrahmens	Eine genauere Darstellung der Zielstellung bzw. des Betrachtungsrahmens inkl. einer Darstellung der Abgrenzung zwischen Vorgesichte, Recycling- bzw. Aufbereitungsprozessen und Weiterverarbeitung	Genauere Darstellung des Betrachtungsrahmens und Ergänzung eines Systemfließbildes
Umweltlasten für Inputmaterialien	Genauere Begründung der Lastenverteilung, Darstellung der konsistenten Trennung der Systeme	Lastenverteilung wurde überprüft und detaillierter beschrieben
Bio-Kunststoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung, ob Bio-Kunststoffe berücksichtigt werden sollen und der entsprechenden Rechenregeln • Festlegung von Rechenregeln für Kunststoffmaterialien aus Carbon Capture & Utilisation (CCU) und Biomassebilanzverfahren 	Bio-Kunststoffe stehen nicht im Fokus; Regelungen, die Bio-Kunststoffe, Kunststoffe aus CCU und Biomassebilanzverfahren betreffen, wurden konkretisiert
Charakterisierungsfaktoren	Festlegung der zu verwendenden Charakterisierungsfaktoren (eventuell Unterschiede zu derzeitigen Standards)	Charakterisierungsfaktoren wurden genauer festgelegt
Deklaration der Ergebnisse	Genauere Vorgabe der Form und Art der Deklaration der Ergebnisse	Vorgaben zu Form und Art der Deklaration wurden erweitert

Der dementsprechend überarbeitete Methodenbericht wurde mit dem Projektbeirat abgestimmt und anschließend den Prüfern erneut übergeben. Nach erfolgter Prüfung wurden die Ergebnisse im 2. Review Meeting besprochen und der Abschluss der Prüfung auf diesem Stand besprochen. Insgesamt wurde bestätigt, dass die entwickelte Methode einen sinnvollen Beitrag zur Entwicklung von einheitlichen CO₂-Bilanzierungsregeln darstellt. Tabelle 16 zeigt die aus Sicht der Prüfer bestehenden Überarbeitungsbedarfe sowie die zugehörige Einschätzung der SCO₂RE-Projektbeteiligten.

Tabelle 16: Bestehende Überarbeitungsbedarfe aus Sicht der Prüfer und entsprechende Einschätzung des SCO₂RE-Projektkonsortiums

Überarbeitungsbedarfe aus Sicht der Prüfer	Einschätzung des SCO₂RE-Projektkonsortiums
---	--

Einige formale Anforderungen an die Entwicklung von Produktkategorieregeln gemäß ISO 14027 sind nicht erfüllt.	Es wurde sich an den Anforderungen orientiert, da die SCO ₂ RE-Methode ähnlich Produktkategorieregeln genutzt werden sollte. Jedoch wurde die Entwicklung von Produktkategorieregeln für ein bestehendes Programm bzw. die Etablierung eines neuen Programms für Umweltproduktdeklarationen nicht fokussiert.
Der Geltungsbereich der SCO ₂ RE-Methode ist stark eingeschränkt, und berücksichtigt relevante Rezyklatgruppen, z. B. Post-Consumer-Rezyklate (PCR) und Rezyklate aus chemischer bzw. rohstofflicher Aufbereitung nicht.	Der Geltungsbereich wurde für das SCO ₂ RE-Projekts festgelegt, da im Bereich von Post-Industrial-Rezyklaten ein konkreter Handlungsbedarf identifiziert wurde. Eine weitergehende Betrachtung und Einbettung in ein stimmiges System von Methoden für verschiedene Rezyklate werden befürwortet.
Definition und Darstellung der unterschiedlichen Produktsysteme ist nicht eindeutig.	Die Darstellung fokussierte sich auf die Prozesse der Rezyklatherstellung vom Abfall bis zum fertigen Rezyklat. Vor- und nachgelagerte Prozesse werden nur indirekt berücksichtigt und wurden daher nur orientierend beschrieben.
Die ökonomische Allokation von Umweltlasten aus dem ersten Lebenszyklus (Vorgeschichte) wird kritisch gesehen, insbesondere im Hinblick auf die Förderung des Rezyklateinsatzes.	Im Rahmen der SCO ₂ RE-Methode wurde eine ursachengerechte Verteilung der Umweltlasten angestrebt. Die ökonomische Allokation wurde hierfür als vielversprechender Ansatz identifiziert. Eine faire Festlegung der Lastenverteilung wird durch eine umfassendere Betrachtung weiterer Materialgruppen, Rezyklate und Neuware, ermöglicht, die im Rahmen von SCO ₂ RE nicht geleistet werden konnte. Auch seitens der beteiligten Interessensgruppen gab es hierzu keine einheitliche Sichtweise, sodass ein Verfahren zur Allokation von Umweltlasten aus dem ersten Lebenszyklus nicht abschließend festgelegt werden konnte.
Ein Vergleich der CO ₂ -Bilanz von Produkten aus Kunststoffrezyklat und Neuware ist wünschenswert, sollte jedoch nicht Teil der SCO ₂ RE-Methode sein. Die Bilanzierung von Neuware ist in anderen Regelwerken geregelt.	Die Zielstellung, Rezyklate und Neuware zu vergleichen, ergab sich aus den Anforderungen der Unternehmen, und ist gemäß Norm zulässig. Gleichwohl ist eine Harmonisierung der Regelungen für Rezyklate und Neuware anzustreben.

Darauf wurde von den Prüfern ein abschließendes Review Statement übermittelt, welches die genannten Punkte widerspiegelt, und das Anhang C zu entnehmen ist.

2.5.2 Fallstudie

Die konkrete Durchführung einer CO₂-Bilanz mittels der SCO₂RE-Methode wurde im Rahmen einer Fallstudie untersucht. Hierbei wurde eine vollständige Bilanzierung für den Beispielfall 1 aus Abschnitt 2.3.4 durchgeführt. Die Fallstudie ist im Anhang des Methodenberichts dokumentiert.

2.5.3 Validierung durch Projektbeirat

Projektbegleitend wurden die Arbeiten zur SCO₂RE-Methode in regelmäßig mit Mitgliedern des Projektbeirats diskutiert und von diesen kommentiert. Zudem wurde der Projektbeirat durch Interviews und die Umfrage in die Entwicklung eingebunden. Einzelne Schritte der Validierung durch den Projektbeirat sind in den Abschnitten 2.2.1, 2.3.2.1, 2.3.5.1 und 2.5.1 beschrieben.

2.6 AP 6 – Projektmanagement

Im Rahmen von AP 6 wurden der plangemäße Projektfortschritt gewährleistet und die Dokumentation aller Entwicklungsschritte und Ergebnisse sowie die Kommunikation der Projektergebnisse an einen breiten Interessentenkreis durchgeführt.

2.6.1 Projektbeirat

Der Projektbeirat wurde mit Beginn der Projektlaufzeit eingerichtet, und setzte sich aus Vertretern der Kunststoffbranche und Fachexperten zusammen. Der Beirat wurde in allen Arbeitspaketen beteiligt, und wirkte bei allen wesentlichen Arbeiten und Entscheidungen mit.

Bereits zur Antragstellung waren GKV/TecPart Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V. und BKV GmbH als Mitglieder des Beirats geworben worden. Weitere potenzielle Mitglieder wurden direkt angesprochen sowie durch eine Pressemitteilung auf das Projekt aufmerksam gemacht (siehe Abschnitt 4).

Die in Tabelle 17 gezeigten Kontakte wurden aufgenommen und einige davon als Mitglieder des Projektbeirats geworben.

Tabelle 17: Mitglieder des Projektbeirats und weitere Kontakte

Organisation	Einordnung	Mitglied im Projektbeirat
GKV/TecPart Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.	Verband technischer Kunststoffprodukte und Kunststoff-Recycling	ja
BKV GmbH	Plattform für Kunststoffverwertung und Expertise in Ökobilanzierung	
Aurora Kunststoffe GmbH	Recycling und Compoundierung technischer Kunststoffe	
ALBIS PLASTIC GmbH (inzwischen MOCOM Compounds GmbH)	Recycling und Compoundierung technischer Kunststoffe	
Pöppelmann GmbH & Co. KG	Verarbeiter von Kunststoffrezyklaten	
almaak international GmbH	Recycling und Compoundierung technischer Kunststoffe	
HBL-Plast GmbH	Beratungsunternehmen	
Neue Materialien Bayreuth GmbH	Forschung und Ökobilanzierung	nein
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH	Forschung und Ökobilanzierung	
Polymore, KraussMaffei Technologies GmbH	Online-Handelsplattform für Kunststoffe	
Umweltbundesamt	Umweltbehörde	
Omya International AG	Hersteller von Zuschlagstoffen für Kunststoffe	
Porsche AG	Automobilhersteller	

Damit wurden die Ziele hinsichtlich Größe und Zusammensetzung des Projektbeirats erreicht.

2.6.2 Projektmanagement, Dokumentation und Kommunikation

Durch regelmäßigen Austausch, z. B. per E-Mail, Telefon- oder Videokonferenz, wurde der Informationsfluss zwischen den Kooperationspartnern gewährleistet. Das Kick-Off-Treffen, das Abschlusstreffen sowie die Stautreffen im Projektverlauf fanden aufgrund der Corona-Pandemie als Videokonferenzen statt.

Die Projektergebnisse wurden fortlaufend dokumentiert. Wesentliche Ergebnisse finden sich in dem Anforderungskatalog, dem Methodenbericht sowie dem Leitfaden zur SCO₂RE-Methode. Die Ergebnisse der kritischen Prüfung sind im Review Statement (Prüfbericht) dokumentiert.

Im Verlauf des Projekts ergab sich die Notwendigkeit, die Projektlaufzeit von ursprünglich 15 auf 19 Monate zu verlängern. Ein entsprechender Antrag zur Verlängerung der Projektlaufzeit bis zum 31.10.2021 wurde gestellt und von der DBU bewilligt.

3 Fazit und Gegenüberstellung von angestrebten Zielen und erzielten Ergebnissen

Im Projekt SCO₂RE wurde das übergeordnete Ziel verfolgt, eine einheitliche Methode für die CO₂-Bilanz für Rezyklate technischer Kunststoffe zu entwickeln. Dadurch sollten bisher vorhandene Spielräume bei der Festlegung der Rahmenbedingungen und Berechnungsregeln eingegrenzt werden, um die Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit von CO₂-Bilanzen zu verbessern. Im Einzelnen werden in die angestrebten Ziele und die erzielten Ergebnisse gegenübergestellt.

Tabelle 18: Gegenüberstellung von angestrebten Zielen und erzielten Ergebnissen

AP	Ziel	Korrespondierende Ergebnisse	Grad der Zielerreichung
AP 1	Analyse von Normen und Standards und Ableitung von Anforderungen	Relevante Standards wurden recherchiert und analysiert; Anforderungen wurden abgeleitet	Hoch
AP 2	Erfassung und Zusammenstellung von Anforderungen und der Industrie hinsichtlich der CO ₂ -Bilanzierung	Anforderungen wurden erfasst, systematisiert und zusammengeführt	Hoch
AP 3	Entwicklung einer einheitlichen Vorgehensweise (Workflow) und mehrerer Methodenvarianten sowie Herausarbeiten einer abgestimmten Methode	Workflow wurde entwickelt; verschiedene Methodenvarianten wurden festgelegt, analysiert und diskutiert; abgestimmte Methode wurde daraus abgeleitet	Hoch
AP 4	Praxistaugliche Umsetzung der in AP 3 entwickelten Methode	Umsetzung in Form eines vereinfachten Berechnungsinstruments	Hoch
AP 5	Sicherstellung der praktischen Einsetzbarkeit und Normkonformität	Normkonformität in wesentlichen Punkten bestätigt und praktische Einsetzbarkeit geprüft	Hoch

Somit lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Ziele des Projekts SCO₂RE in wesentlichen Punkten erreicht wurden. Die Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der in SCO₂RE erzielten Ergebnisse sind in Abschnitt 4.2 beschrieben.

4 Kommunikationskonzept, Fortführung und Perspektiven

4.1 Kommunikationskonzept

Durch die Einbindung des Projektbeirats erfolgte kontinuierlich ein Transfer der gewonnenen Erkenntnisse an relevante Interessensgruppen. Darüber hinaus wurden und werden konkrete Kommunikationsmaßnahmen durchgeführt, um eine möglichst große Verbreitung von SCO₂RE zu erreichen (vgl. Tabelle 19).

Tabelle 19: Maßnahmen für die Verbreitung von SCO₂RE

Maßnahme	Ziel	Status
Entwicklung von Schulungsmaterialien	Vermittlung von Anwendungswissen	Laufend
Integration in Seminarangebote des SKZ		
Durchführung von Inhouse-Schulungen		
Entwicklung von Webinar-Angeboten (on-demand)		
Projekthomepage	Verbreitung der Ergebnisse	Projektinformationen und -ergebnisse sowie das Berechnungsinstrument sind auf www.skz.de/forschung/kreislauf-wirtschaft erreichbar
Bereitstellung des Berechnungsinstruments und des Leitfadens zur Methode über eine Online-Plattform		
Pressemitteilung: Allgemeine Presse und Fachzeitschriften	Breite Bekanntmachung des Projekts und der Ergebnisse	Pressemitteilung zum Projektstart, u. a. erschienen auf plasticker.de und kiweb.de
Einbettung in Vortragsaktivitäten	Bekanntmachung der Ergebnisse in der Wissenschaft und Praxis	Qualitätsgipfel Kunststoff, 16.03.2021 24. EKT, 17.06.2021 Forum Werkstoffe, 09.07.2021
Veröffentlichung eines Artikels in einer Fachzeitschrift		Geplant

4.2 Fortführung

Die Kooperationspartner haben einen kontinuierlichen Einsatz der entwickelten Methode und des Online-Werkzeugs zur Ermittlung der CO₂-Bilanz aktueller und zukünftiger Produkte auf Basis von technischen Rezyklaten vorgesehen. Es wurden bereits CO₂-Bilanzen unter Berücksichtigung der SCO₂RE-Methode erstellt.

Für die Fortführung der Projektergebnisse sind zunächst eine kontinuierliche Pflege des Berechnungsinstruments sowie eine turnusmäßige Aktualisierung der Hintergrunddaten notwendig. Darüber hinaus sind weitere Aktivitäten geplant, um die Projektergebnisse weiter zu entwickeln. Insbesondere im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung in Richtung eines verbindlichen Standards ergeben sich die Möglichkeiten, den Geltungsbereich auf weitere auf weitere Gruppen von Rezyklaten, z. B. Abfälle aus Rücknahmesystemen wie ERDE, REWINDO oder Verpackungsabfälle zu vergrößern, sowie weitere Umweltwirkungen, wie z. B. Ressourceneffizienz, mit einzubeziehen.

4.3 Perspektiven

Das Projekt SCO₂RE kann einen Beitrag zur Entwicklung von Normen bei der Bewertung der Umweltwirkungen von Sekundärrohstoffen leisten, vor allem im Bereich Ökobilanzierung bzw. CO₂-Bilanzierung. Zudem können, in Anlehnung an die entwickelte Methode, neue Produktkategorieregeln für den Product Environmental Footprint, sog. *Product Environmental Footprint Category Rules* sowie für die Umweltproduktdeklaration, sog. *Product Category Rules*, entwickelt werden.

Die Weiterentwicklung der Ergebnisse von SCO₂RE hinsichtlich Standardisierung kann als wesentlicher Schritt zur Unterstützung der weiteren Verbreitung der Berechnungsmethode angesehen werden. Dies wird auch durch die Ausführungen im Prüfbericht zur kritischen Prüfung deutlich. Durch die Etablierung als Standard, sei es auf Verbandsebene, nationaler oder internationaler Ebene, wird eine größere Sichtbarkeit, Akzeptanz und Verbindlichkeit erreicht, die eine branchenweite Verwendung der Methode stark unterstützen. Einige Kooperationspartner und Mitglieder des Projektbeirats sind in den Normungsgremien des Deutschen Institut für Normung (DIN) zur Kreislaufführung von Kunststoffen vertreten und planen entsprechende Aktivitäten.

Daneben kann das Projekt Grundlagen für die Etablierung neuer oder die Ausweitung bestehender Produktkennzeichnungen liefern, z. B. RAL Blauer Engel „Schont die Ressourcen“, „Schützt das Klima“ für Produkte mit Rezyklatanteil.

Durch die Erweiterung der Ergebnisse zu einem Bilanzierungssystem für Kunststoffe aus verschiedenen Quellen (PCR, PIR, Neeware, usw.) kann die Verwendbarkeit in der gesamten Kunststoffindustrie erreicht werden. Hierbei ist insbesondere bei der Unterscheidung der Bilanzierung von PCR-Material im Vergleich zu PIR-Material auf den Umgang mit den Lasten des Vorprodukts zu achten. In SCO₂RE wurde für die PIR-Materialien hierfür kein Konsens erzielt (siehe Tabelle 16), was auch darauf zurückzuführen ist, dass eine Betrachtung unabhängig von Kunststoffen aus anderen Quellen bei diesem Thema nicht ausreicht. Grundsätzlich besteht hierfür im Rahmen einer fortgeführten Normung daher die Notwendigkeit, den Stakeholderkreis auf Wiederaufbereiter und Anwender von PCR-Materialien zu erweitern und für beide Quellen, PCR -wie PIR-Materialien in diesem Kreis den jeweiligen Umgang mit Umweltlasten aus dem vorangegangenen Lebenszyklus festzulegen. Dies ermöglicht es, eine valide Entscheidungsgrundlage für die Materialauswahl auf Basis technischer, ökonomischer und ökologischer Kriterien zu schaffen.

5 Literatur

Literatur

- [1] *Treibhausgase – Carbon Footprint von Produkten – Anforderungen an und Leitlinien für Quantifizierung: Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14067:2018*, DIN EN ISO 14067:2018, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Sep. 2018.
- [2] SKZ - KFE gGmbH, *eigene Berechnungen*.
- [3] *Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen: Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14040:2006*, DIN EN ISO 14040:2006, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Nov. 2009.
- [4] *Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen: Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14044:2006*, DIN EN ISO 14044:2006, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Okt. 2006.
- [5] Europäische Kommission, *ILCD International Life Cycle Data system*. [Online]. Verfügbar unter: <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/ilcd.html> (Zugriff am: 14. Januar 2022).
- [6] Europäische Kommission, *Single Market for Green Products Initiative*. [Online]. Verfügbar unter: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/index.htm> (Zugriff am: 28. März 2019).
- [7] Nessi S., Sinkko T., Bulgheroni C., Garcia-Gutierrez P., Giuntoli J., Konti A., Sanye-Mengual E., Tonini D., Pant R., Marelli L., Ardente F., „Life Cycle Assessment (LCA) of alternative feedstocks for plastics production: Part 1: the Plastics LCA method“, Europäische Kommission EUR 30725 EN, 2021. Zugriff am: 14. Dezember 2021.
- [8] PlasticsEurope Deutschland e. V., *Ökoprofile*. [Online]. Verfügbar unter: <https://plasticseurope.org/sustainability/circularity/life-cycle-thinking/eco-profiles-set/> (Zugriff am: 14. Januar 2022).
- [9] *Treibhausgase - Carbon Footprint von Produkten - Anforderungen an und Leitlinien für Quantifizierung (ISO/DIS 14067:2017): Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 14067:2017*, DIN EN ISO 14067, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Nov. 2017.
- [10] World Resources Institute; World Business Council for Sustainable Development, „Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard“, Sep. 2011. Zugriff am: 28. März 2019.
- [11] *Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*, PAS 2050:2011, BSI British Standards Institution, 2011.
- [12] *Umweltkennzeichnungen und -deklarationen: Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren*, DIN EN ISO 14025:2006, Berlin, Okt. 2011.
- [13] *Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte: Deutsche Fassung EN 15804:2012+A1:2013*, DIN EN 15804:2014, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Jul. 2014.
- [14] *Umweltkennzeichnungen und -deklarationen: Entwicklung von Produktkategorieregeln*, ISO / TS 14027:2017, Feb. 2018.
- [15] International EPD System, „Plastic waste and scrap recovery (recycling) services: Product category classification: UN CPC 8942“, 2019.
- [16] W. Klöpffer und B. Grahl, *Ökobilanz (LCA): Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf*. Weinheim: WILEY-VCH, 2009.
- [17] L. Zampori und R. Pant, *Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method*. Luxemburg, 2019.
- [18] *GaBi ts. 10*. Leinfelden-Echterdingen: Sphera Solutions GmbH, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.gabi-software.com/>

Anhang

A. Online-Umfrage

Im Folgenden wird der Fragebogen wiedergegeben, der für die Online-Umfrage in AP 2 verwendet wurde.

Erfahrung & Motivation im Zusammenhang mit CO₂-Bilanzen

1. Bisherige Erfahrungen mit der Erstellung von CO₂-Bilanzen.

Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu:	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Stimme eher zu	Stimme zu	Weiß nicht
Es wurde sich bereits mit dem Thema "CO ₂ -Bilanz" beschäftigt.					
Es wurden bereits Erfahrungen mit CO ₂ -Bilanzen für Produkte gemacht.					
Es wurden bereits Erfahrungen mit Unternehmens-CO ₂ -Bilanzen gemacht.					
Es wurden bereits CO ₂ -Bilanzen für eigene Produkte berechnet (intern bzw. durch ein externes Unternehmen).					
Es wurde bereits eine eigene Unternehmens-CO ₂ -Bilanz berechnet (intern bzw. durch ein externes Unternehmen).					
Es gab bis jetzt keine Berührungspunkte mit diesem Thema.					

2. Wenn Ihr Unternehmen bisher keine CO₂-Bilanzen erstellt hat: Warum berechnet Ihr Unternehmen (bisher) keine CO₂-Bilanzen für Ihre Produkte?
- o Kosten
 - o Kein Bedarf (z.B. Kunden fordern derartige Informationen nicht ein)
 - o Zusätzlicher Aufwand
 - o Sonstiges, nämlich:

3. Für die Erstellung von CO₂-Bilanzen kann es verschiedene Beweggründe oder Motivationen geben.

Wie wichtig sind die folgenden Beweggründe für die Berechnung der CO ₂ -Bilanz von Produkten?	Unwichtig	Eher unwichtig	Eher wichtig	Wichtig	Weiß nicht
Nachfrage von Kunden					
Reduzierung der Umweltauswirkungen von Produkten					
Reduzierung der Umweltauswirkungen des Unternehmens					
Rechtliche Vorgaben					
Marketing					
Transparenz bzgl. Umweltauswirkungen des Unternehmens / der Produkte					
Vermeidung von Greenwashing					
Weitere Gründe (bitte unten spezifizieren)					

4. Welche weiteren Beweggründe für die Erstellung von CO₂-Bilanzen gibt es aus Ihrer Sicht?

Normen und Standards zur CO₂-Bilanzierung

5. Haben Sie bereits mit einer der folgenden Normen und Standards zur Ökobilanzierung / CO₂-Bilanzierung gearbeitet?

	Bekannt	Bereits angewendet	Unbekannt
DIN EN ISO 14040 / 14044 Ökobilanz			
DIN EN 15804 Umweltproduktdeklarationen (für Bauprodukte)			
DIN ISO 14067 CO ₂ -Bilanz von Produkten			
GHG Protocol			
Product Environmental Footprint Guideline der EU-Kommission			
Kundenanforderungen (Werksnormen) zu Nachhaltigkeitsinformationen			
Weitere Normen			

6. Sind in diesem Zusammenhang aus ihrer Sicht weitere Normen (z.B. ISO 9001) oder Zertifizierungen (z.B. EMAS) wichtig? Führen Sie diese bitte im folgenden Freitextfeld an.

7. Relevanz verschiedener Normen für die Berechnung einer CO₂-Bilanz.

Wie wichtig ist Ihnen die Konformität einer CO ₂ -Bilanz mit den folgenden Normen?	Unwichtig	Eher unwichtig	Eher wichtig	Wichtig	Weiß nicht
DIN EN ISO 14040 / 14044 Ökobilanz					
DIN EN 15804 Umweltproduktdeklarationen (für Bauprodukte)					
DIN ISO 14067 CO ₂ -Bilanz					
GHG Protocol					
PEF Guidelines der EU-Kommission					
Kundenanforderungen (Werksnormen) zu Nachhaltigkeitsinformationen					
Weitere Normen					

Anforderungen an die Berechnung von CO₂-Bilanzen

8. An die Berechnung der CO₂-Bilanz werden unterschiedliche Anforderungen gestellt.

Wie wichtig (Reihenfolge) sind Ihnen die folgenden Punkte bei einer CO ₂ -Bilanz?	Rangfolge / Ranking
Hohe Genauigkeit	
Repräsentativität	
Vergleichbarkeit	
Nachvollziehbarkeit / Transparenz	
Schnelligkeit der Berechnung	

9. Bei der Berechnung von CO₂-Bilanzen existieren verschiedene Hürden, welche die Berechnung erschweren oder verhindern.

Wie sehr erschweren die folgenden Punkte ihrer Meinung nach die Berechnung einer CO ₂ -Bilanz?	Kein Einfluss	Geringer Einfluss	Mittlerer Einfluss	Starker Einfluss	Weiß nicht
Keine Leitlinien für Berechnung vorhanden					
Spezifische Rechenregeln für Rezyklate fehlen					
Keine einheitliche Vorgabe für Systemgrenzen vorhanden					
Umfangreiches Spezial-Wissen notwendig					
Umfangreiche personelle und finanzielle Kapazitäten notwendig					
Mangelnde Verfügbarkeit von Daten und / oder Kennwerten					
Weitere Hürden					

10. Bitte ergänzen Sie ggf. weitere Hürden bei der Berechnung einer CO₂-Bilanz.

Unsicherheit in der Berechnung und den Daten

11. Bei der Berechnung einer CO₂-Bilanz gibt es verschiedene Quellen von Unsicherheiten.

Welche der aufgeführten Unsicherheiten würden Sie in welchem Maß tolerieren?	Hohe Toleranz	Mittlere Toleranz	Geringe Toleranz	Keine Toleranz	Weiß nicht
Unsicherheit durch Vernachlässigung von Prozessen mit geringem Einfluss z. B. <1%					
Verwendung sekundärer statt primärer Daten					
Verwendung von Durchschnittswerten statt spezifischen Werten					
Verwendung von alten statt aktuellen Werten					
Vernachlässigung der Infrastruktur (Gebäude, Beleuchtung, usw.)					

Zielstellung

12. Mit der Erstellung von CO₂-Bilanzen werden unterschiedliche Zielstellungen verfolgt.

Wie wichtig sind Ihnen die folgenden Zielstellungen bei einer CO ₂ -Bilanz für Rezyklate?	Unwichtig	Eher unwichtig	Eher wichtig	Wichtig	Weiß nicht
Bereitstellung von Informationen für Lieferanten, Kunden (B2B)					
Bereitstellung von Informationen für Verbraucher (B2C)					
Einsatz im Marketing und Verbesserung des Markenimages					
Finden der ökologisch sinnvollsten Produktvariante oder Herstellungsmethode					
Identifikation ökologischer Hot Spots					
Umwelt- und Energiemanagement					
Non-financial Reporting / Nachhaltigkeitsbericht					
Weitere Zielstellungen					

13. Bitte nennen Sie ggf. weitere wichtige Zielstellungen.

14. Die Bedeutung verschiedener Zielstellungen bei der Erstellung einer CO₂-Bilanz kann sich möglicherweise zukünftig verändern.

Wie wird sich die Bedeutung der verschiedenen Zielstellungen zukünftig entwickeln?	Wird weniger wichtig	Bleibt gleich	Wird wichtiger
Bereitstellung von Informationen für Lieferanten, Kunden (B2B)			
Bereitstellung von Informationen für Verbraucher (B2C)			
Einsatz im Marketing und Verbesserung des Markenimages			
Finden der ökologisch sinnvollsten Produktvariante oder Herstellungsmethode			
Identifikation ökologischer Hot Spots			
Umwelt- und Energiemanagement			
Non-financial Reporting / Nachhaltigkeitsbericht			
Weitere Zielstellungen			

Funktionelle Einheit

15. Relevante Aspekte bei der Definition der funktionellen Einheit (FE)

Welche unterschiedlichen Aspekte sollen Ihrer Meinung nach in der Definition der funktionellen Einheit berücksichtigt werden?	Unwichtig	Eher unwichtig	Eher wichtig	Wichtig	Weiß nicht
Masse (z.B kg)					
Qualität (Materialkennwerte, z. B. MVR, Zugfestigkeit)					
Herkunft Ausgangsmaterial (z.B. Angüsse, Fehlteile, Gelber Sack)					
Zielanwendung (z. B. Bauprodukte, Automobil-Innenraum)					
Rezyklatanteil (z. B. >50%, 100%)					
Additive / Funktionalität (z. B. flammhemmend, schlagzähmodifiziert)					
Weitere Aspekte					

16. : Welche weiteren Aspekte sind aus Ihrer Sicht bei der Festlegung der FE wichtig?

17. Für das Recycling kommen verschiedene Input- bzw. Abfallströme in Betracht.

Welche Input- bzw. Abfallströme haben Ihrer Meinung nach besondere Relevanz?	Unwichtig	Eher unwichtig	Eher wichtig	Wichtig	Weiß nicht
Angüsse					
An- / Abfahrbröcken					
Ausschussteile					
Materialreste					
NT-Ware (offgrade, offspec)					

18. Es gibt verschiedenen Arten von Recycling-Kunststoffen (Outputströme), sowohl hinsichtlich der Aufbereitung als auch der Materialart.

Welche Outputströme haben Ihrer Meinung nach besondere Relevanz?	Unwichtig	Eher unwichtig	Eher wichtig	Wichtig	Weiß nicht
Mahlgut					
Regranulat					
Re-Compound					
Standard-Kunststoffe für technische Anwendungen (z. B. PP)					
Übliche technische Kunststoffe (z. B. Polyamide, PC, usw.)					
Biobasierte Kunststoffe					

Systemgrenzen

19. Die Systemgrenzen umfassen alle Prozessmodule und Flüsse (Material, Energie), die bei einer CO₂-Bilanz berücksichtigt werden.

In welchem Umfang sollten die folgenden Prozessmodule bei der CO ₂ -Bilanz für ein Rezyklat berücksichtigt werden?	Komplett berücksichtigen	Anteilig berücksichtigen	Nicht berücksichtigen	Weiß nicht
1. Herstellung Primärmaterial (Neuware)				
2. Transport Neuware				
3. Verarbeitung Neuware				
4. Verarbeitungsabfall fällt an				
5. Transport Verarbeitungsabfall				
6. Aufbereitung zu Rezyklat				
7. Transport Rezyklat				
8. Verarbeitung Rezyklat				

Der erste Lebenszyklus eines Materials umfasst dessen Herstellung und Weiterverarbeitung zu einem (Primär-)Produkt. Der zweite Lebenszyklus umfasst die Aufbereitung von Abfällen bzw. Sekundärrohstoffen aus dem ersten Lebenszyklus sowie dessen Verarbeitung zu einem (Sekundär-)Produkt. Die Abfälle bzw. Sekundärrohstoffe können im Rahmen einer CO₂-Bilanz auf unterschiedliche Art und Weise berücksichtigt werden.

20. Welche Antwortmöglichkeit ist Ihrer Meinung nach am sinnvollsten?

Der bezahlte Sekundärrohstoff sollte aus dem ersten Lebenszyklus tragen.

- keine CO₂-Belastung
- eine anteilige CO₂-Belastung
- die komplette CO₂-Belastung (bezogen auf dessen Massenanteil)

21. Welche Antwortmöglichkeit ist Ihrer Meinung nach am sinnvollsten?

Kostenfrei abgegebener Kunststoffabfall sollte aus dem ersten Lebenszyklus tragen.

- keine CO₂-Belastung
- eine anteilige CO₂-Belastung
- die komplette CO₂-Belastung (bezogen auf dessen Massenanteil)

22. Welche Antwortmöglichkeit ist Ihrer Meinung nach am sinnvollsten?

Emissionen, die zwischen den beiden Standorten anfallen (z.B. durch Transport), sollten getragen werden.

- allein vom ersten Lebenszyklus
- allein vom zweiten Lebenszyklus
- anteilig von beiden Lebenszyklen

23. Welche Antwortmöglichkeit ist Ihrer Meinung nach am sinnvollsten?

Emissionen im ersten Lebenszyklus zur Vorbereitung des zweiten Lebenszyklus (z. B. Sammlung Abfälle) sollten getragen werden.

- allein vom ersten Lebenszyklus
- allein vom zweiten Lebenszyklus
- anteilig von beiden Lebenszyklen

24. Welche Antwortmöglichkeit ist Ihrer Meinung nach am sinnvollsten?

Positive Umwelteinflüsse (z.B. Abfallvermeidung, Ressourceneinsparung) sollten ... angerechnet werden.

- nur dem Lebenszyklus, in dem dieser Umwelteinfluss anfällt
- beiden Lebenszyklen anteilig
- nur dem ersten Lebenszyklus
- nur dem zweiten Lebenszyklus

25. Welchen alternativen Lebenszyklus würde der Abfall durchlaufen, sollte dieser nicht (vom jetzigen Recycler) aufbereitet werden?

Welcher Anteil der Abfälle würde ... werden?	0%	Bis 10%	11 – 30%	31 – 60 %	61 – 100%
Anderweitig, aber gleichwertig recycelt					
Minderwertig recycelt (Downcycling)					
Entsorgt (Verbrennung)					

26. Unterscheiden sich die Verpackungen von neuem und recyceltem Kunststoffgranulat? Wenn ja, auf welche Weise?

27. Sind Verpackungen von Kunststoffgranulaten wiederverwendbar und werden sie tatsächlich wiederverwendet?

Sachbilanz

28. Je nach Prozess können primäre Daten notwendig bzw. sekundäre Daten ausreichend sein.

Welche Aussagen zur Datenherkunft treffen in Bezug auf die folgenden Prozesse zu?	Sekundäre Daten ausreichend	Primäre Daten bevorzugt	Primäre Daten zwingend erforderlich
Transportmittel, Transportentfernung			
Daten Vorprodukte (Additive, Zuschlagstoffe)			
Daten Aufbereitung (Ausbeute, Stromverbrauch)			
Strombezug / Strommix			
Umgang mit Abfällen			
Infrastruktur			

29. Die Daten für die Sachbilanz können aus verschiedenen Datenquellen stammen, und sind dementsprechend unterschiedlich gut geeignet.

Wie wichtig schätzen Sie die folgenden Datenquellen für die CO ₂ -Bilanz ein?	Unwichtig	Wenig wichtig	Wichtig	Sehr wichtig	Weiß nicht
Vor Ort erfasste Daten					
Daten von Lieferanten					
Daten aus geprüften Veröffentlichungen (CO ₂ -/Ökobilanz, wissenschaftliche Veröffentlichung)					
Daten aus Büchern oder Artikeln					
Daten aus spezialisierten Datenbanken					

Zum Unternehmen

30. Branchenzugehörigkeit

Bitte geben Sie an zu welcher/n Branche(n) Ihr Unternehmen zählt? (Mehrfachangaben möglich)	
Haushaltswaren, Sportartikel, Möbel usw.	
Bau	
Fahrzeug	
Compoundeur	
Recycler und Re-Compoundeur	
Kunststoffhersteller	
Sonstige: welche?	

31. Unternehmensgröße

Wie viele Mitarbeiter zählt Ihr Unternehmen?	
Bis 10	
11 bis 50	
51 bis 250	
251 bis 1000	
Über 1000	

32. Falls Sie einverstanden sind, würden wir Sie gerne für Rückfragen gegebenenfalls kontaktieren. Bitte hinterlassen Sie uns hierfür auf freiwilliger Basis Ihre E-Mail-Adresse.

E-Mail-Adresse für Rückfragen (freiwillige Angabe)	
--	--

B. Fragebogen

In Tabelle 20 sind die im Rahmen der Interviews in AP 2 verwendeten Fragen aufgelistet.

Tabelle 20: Fragebogen für die Interviews in AP 2

Nr.	Frage
1	Mit welchen Standards zum Thema "Nachhaltigkeit" wird in der Industrie bereits gearbeitet? In welchen Bereichen ist eine weitere Standardisierung oder Harmonisierung aus Ihrer Sicht nötig?
2	Was ist die Motivation bzw. Zielstellung der Industrie beim Thema „Nachhaltigkeit“ und speziell bei CO ₂ -Bilanzen dabei?
3	Woher stammen die Anforderungen an die Bilanzierung?
4	In welchem Umfang werden in der Industrie bereits vergleichende Analysen (z. B. verschiedener Produkte oder Prozesse) durchgeführt? Worauf ist dabei besonders zu achten?
5	Welche internen und externen Datenquellen kommen dafür in Frage?
6	An welchen Stellen sind spezifische, selbst erfasste Daten notwendig, wo genügen generische, extern bezogene Daten?
7	In welchem Umfang soll bei Rezyklaten ein vorheriger Lebenszyklus (die Vorgeschichte des Materials) berücksichtigt werden?
8	Wie sieht eine "gerechte" Verteilung von Umweltlasten zwischen den Lebenszyklen aus?
9	Sollte unterschieden werden zwischen werthaltigen Co-Produkten, kostenneutralen Reststoffen und kostenpflichtig zu entsorgenden Abfällen?
10	In welcher Form sollten Kennwerte von Materialien bei Vergleichen zwischen Rezyklat und Neuware herangezogen werden?
11	In welchem Umfang werden umweltbezogene Informationen (z. B. CO ₂ -Bilanzwerte) entlang der Wertschöpfungskette weitergegeben? Welche Entwicklungen sind hier zu erwarten?
12	Welche Anforderungen gibt es an Inhalt und Format der Informationen und woher stammen diese? Welche Herausforderungen ergeben dabei?
13	Ist eine chargengenaue Ermittlung von umweltbezogenen Informationen möglich bzw. sinnvoll? Welche Vor- und Nachteile würden sich dadurch ergeben?

C. Kritische Prüfung

Im Folgenden wird der Prüfbericht für die Kritische Prüfung angehängt.



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 substantiellen 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 Produktkategorieeregeln (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.

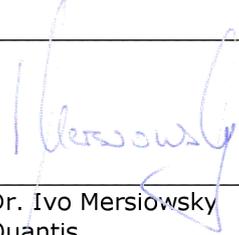


Für weitere detaillierte Anmerkungen sei auf den Anhang zu diesem Prüfbericht verwiesen, in dem eine Übersicht aller Einzelkommentare der Mitglieder des Prüfungsgremiums inklusive Erwidernungen durch das SKZ aufgeführt sind. Für eine weitere Überarbeitung der SCO₂RE-Methode sollten auch diese Einzelkommentare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

		
Angela Schindler Angela Schindler Umweltberatung	Dr. Ivo Mersiowsky Quantis	Matthias Schulz Schulz Sustainability Consulting

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	MSch	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	os	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 Kunststoffe 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 S5 oben.	Anspruch klären, ob dies eine PKR gem. ISO 14027 ist.		
4	os	2.1	4	ed	"Es wird eine CO ₂ -Bilanz (auch Carbon Footprint) für Produkte erstellt."		Stelle korrigiert	ok
5	os	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 bzw. 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	os/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	os	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-PKR) 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.		
neu10	IMy	2.3.2	5	ed	Überschrift "Untersuchungsrahmens" (siehe "prinzipielle Anmerkungen" 2)	Bitte in "Festlegung des Untersuchungsrahmens" ändern. Die Intention dieses Dokuments ist nicht eindeutig: Sollen das Dokument selbst Produktkategorie regeln dar oder soll es eine Anleitung sein, wie PKR erstellt werden sollen?	Stelle korrigiert	ok
neu10b	os	2.3.2	5	ge	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."			
neu3	IMy	3.1.1.1	6	ed	Ökobilanz statt "Ökobilanzieren"			
11	os/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.	Daher ist es zielführender statt einer Kann-Option die Form entsprechend festzulegen.	Mindestanforderungen an die Weitergabe von Information sind in Kapitel 7 formuliert	ok
12	os	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 die 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.	entsprechende Anmerkung eingefügt	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. Zumindest nicht innerhalb eines Satzes die Wertschöpfungsstufe wechseln.	Die Verwendung der Nomenklatur wurde im Bericht vereinheitlicht.	ok
neu37	IMy	3.1.1.2	7	te	Ziffer 1: Bezug Rezyklat oder Produkt unklar.			
neu38	IMy	3.1.1.2	7	te	Ziffer 2: Hot Spots oder Treiber der Treibhausgasemissionen: Prozessenergieaufwand des Recyclings vs. kalkulatorischer Materialkostenansatz der PCR-Abfälle.	Welche Verbesserungsmöglichkeiten sollen hier konkret erschlossen werden? Welcher praktische Nutzen wird erwartet? Ist nicht Ziffer 1 der relevante Treiber?		
14	os	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" (Datenbedarf) 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 sehe ich bei deklarierter Einheit 1kg Rezyklat gar nicht.			
17	os/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 funktionellen 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 auflisten. Siehe ISO 14044 Kap. 4.2.3.3, 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 CO2-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 PCR 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 PCR hergestellt werden und ein Vergleich innerhalb der EPD nicht erfolgen.	Diese Forderung ist unsinnig, von einem Ausschuss geprüft wird die PCR, die daraus entstehenden EPD/PCFs hingegen eher nur daten- und konformitätsauditiert. Jeglichen Hinweis auf Vergleiche sollten aus diesem Dok entfernt werden, zumal diese PCR nicht die Neuware-PCF regeln kann/soll und somit Vergleiche mit Neuware ausgeschlossen sind. Dieses eigentlich verständliche Anliegen (Ersparnis/Vorteil ggü Neuware) lässt sich m.E. mit diesem PCR-Konstrukt nicht lösen. Allein Vergleiche innerhalb der Rezyklate erscheinen machbar!		
19	os	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 ISO4, 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.

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 unspezifisch, dass sie schwer verständlich ist: Ein Systemschaubild/Fraßbild wäre enorm hilfreich, um die generischen Begriffe einzusordnen und die angedachten Systemgrenzen zu verstehen.	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	os	3.2.1	7	ed	"Die Beschreibung des Produktsystems muss derart erfolgreich, dass eine ...". Sofern Angaben nicht gemacht werden, 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" kunststoffrezyklat 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 Eingangsmaterials, 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 OEM 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. einführend 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, MUSS, SOLLTE oder WIRD EMPFOHLEN? Gemäß 3.2.1.2 ist diese Anforderung auch ein MUSS. Bitte anpassen.		
neu10	MSch	3.2.1.2.3	12	ge	Der Einsatzbereich kann durch die Angabe einer oder mehrerer Zielbranchen oder Zielanwendungen definiert werden.			
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-/Verstärkungsstoffen 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).

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	Besicherung: Diese Anforderung ist irgendwie verschweibt 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 Mahlgüter, mit Handelsnamen und Typ-Bezeichnungen versehen.	ok
25	as	3.2.1/3.2.1.5	8	te	Auch für die Additive muss gelten: Art + chemische Bezeichnung und Anteil 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 Umweltwirkung des Stoffes selbst möglich sein, um eine Annäherung, Abschätzung oder eine Vernachlässigung begründen zu können.	Wurde geändert, sodass Angabe von Massenanteilen bei Anteilen >3% bzw. kumuliert >5% zu machen sind (analog Abschnide Kriterien). Die chemischen Bezeichnung sind den Recyclern meist nicht bekannt, ggf. hoch die Stoffklasse. Zugabe von ... im Recyclingprozess ergänzt	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.		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 Massenanteile 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 abseits von PVC keine Rolle.	ok
30	as	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	Missverständnis: 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 Rezykladefinition 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. Herkunft: Warum diese Annahme? Muss nicht der bilanzierende Recycler entscheiden, ob weitere Regenerate eingesetzt werden? Weshalb erscheint diese Annahme notwendig oder sinnvoll?	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		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 Dinge, 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 Recyclinganteile enthalten sind? Bitte beschreiben.	Der Satz wurde dahingehend geändert, dass Rezyklate gleicher Art berücksichtigt werden. Vorrang geht es aber natürlich um Kunststoffrezyklate.	ok
35	as	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
neu11	MSch	3.2.2.2	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	as	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.	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.		ok
39	MSch	3.2.2	9,10	ge	Es sollte eine deklarierte Einheit definiert werden als 1kg 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 dichter reduzierten Kunststoffcompounds.	Ich verstehe diese Einschränkung nicht. Wie ist die DE bei dichter reduzierten Compounds? DE = 1kg sollte klare MUSS-Anforderung sein.	In den meisten Fällen ist eine DE = 1 kg sinnvoll. Bei dichter reduzierten 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 cm³) sinnvoller.	ok
40	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 wurden ein Satz eingefügt, dass vollständige Vergleichbarkeit hier nicht gewährleistet werden kann und diese Limitation aufgrund der DE zu, sondern nur auf Erzeugnisebene.	ok
41	/My	3.2.2	10	te	Dichtereduzierte: Was sollte denn in diesem Fall die deklarierte Einheit sein? Ist nicht durchweg ein Massebezug (Basisseinheit kg) sinnvoll?	Bitte klären.		ok, das würde bspw. bedeuten, dass ein Dämm-/Füllstoff je Liter deklariert wird – das setzt voraus, dass weitere relevante Leistungskenwerte vergleichbar sind, m.E. nicht wirklich empfehlenswert, aber fallspezifisch wohl möglich. siehe Kommentar 39

Nr	Prüfer*in	Kapitel/Tabelle/Abbildung	Seite	Typ	Kommentar Prüfer*in	Vorschlag Prüfer*in	Antwort Autor	Review Version 27.09.21
neu12	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.		
neu13	MSch	3.2.4.1	15	ge	Eine Zuordnung von Lasten aus vorherigen Lebenszyklen findet nicht statt.	Verstehe nicht, was genau damit gemeint ist und wo es 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 Abfallfalls 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. siehe Kommentar 42	ok
43	os	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 Abfallfalls erfolgen." Dies sieht nach einer gate-to-gate Analyse aus.	Die Beschreibung ist nicht eindeutig und Interpretationsfähig. Daher muss dieser Aspekt näher erläutert werden.		ok
44	os	3.2.3.1	10	te	Warum ist es relevant bei der Deklaration von Kunststoffen aus Rezyklat die detaillierten Informationen zum Vorstufen 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 Neuwereamaterial. Darüber ist im Fall von Post-Industrial-Abfällen in der Regel ausreichend Information vorhanden (Polymer, Füll- und Verstärkungstoffe).	siehe meine weitere Anmerkung zu Kommentar #23; zudem ist Systemgrenze noch nicht sauber beschrieben und definiert
neu 44a	os	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 reinen 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 CO2-Bilanzierung eines Kunststoffrezyklats erfasst werden müssen (bzw. was lastenfrei zu behandeln ist) und wo genau das Ende der Abfalligenschaft erreicht ist. Bitte überarbeiten.		
45	os/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 Abfalligenschaft" 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 Okobalanzierers lag.	Es wird eine Begründung gegeben, warum nach der Sammlung bereits das Ende der Abfalligenschaft 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

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, Mengennormierungen), 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 CO2-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 EINHEITSPROZESS. 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 CO2-Bilanz mindestens 95% beträgt.	Damit schwächere Anforderung als PCR Plastic waste. Intendiert?		
49	os	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 EoL 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	os	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 Okobalanz heißt das, dass 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 zugeteilt. Der hier dargestellte gegensätzliche 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 Primärfertigung integriert werden.	Begründung zur Allokation wurde überarbeitet	

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 Kunststoffzyklen in anderen Standards/PCRs (siehe Kap. 2.2) 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	as	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 Neumare. 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	as	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. Genau 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 ausgelassen. 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 Kunststoffzyklalproduktes 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 (b).	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.	Wurde gestrichen.	ok
neu20	MSch	3.2.8.2	21	ed	Darüber hinaus gehende, strengere Anforderung sind möglich.	Solch einen Satz finde ich überflüssig.		
neu21	MSch	3.2.9.1	22	ed	GTP	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 CO2-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 CO2-Abscheidungen eine Rolle spielen? Ich kann mir darunter etwas vorstellen, aber es muss genauer und verständlicher beschrieben werden. Dazu: wenn also ein Kunststoffzyklalprodukt Polymere aus biogenen Quellen enthält, darf der damit verbundene "CO2-credit" nicht ausgewiesen werden? Auch das bitte ganz klar formulieren.		
60	as	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 aktuellen Sachstandsbericht des Weltklimates 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 CO2-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 CO2 aus CO2-Abscheidung nachgewiesen werden? Wenn ein Nachweis gefordert wird, dann muss dieser auch definiert werden.
63	IMy	3.2.6	13	te	Biogener C: Nach welcher Konvention? PEF oder ISO 14067? Die CO2-Bilanz und Charakterisierungsfaktoren sind ja sehr unterschiedlich!	Bitte klären.	Nach ISO 14067, wurde entsprechend festgelegt	ok, allerdings birgt die Öffnung ggf. Massebilanzverfahren neue Probleme, da dies dem C14-Methoden-Muss widerspricht und eine ganz andere Nachweisführung (Lieferkettenaudits) erfordert.
64	MSch	3.2.7	14	ge	Zu unbestimmt. Siehe auch H61	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 CO2-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.		
neu26	MSch	4	23	ed	Die Sachbilanz ist entsprechend der Anforderungen von ISO 14067 6.4 zu erstellen.	Bitte mit MUSS formulieren.		
neu27	MSch	5	23	ed	Die Berechnung der CO2-Bilanz erfolgt wie in ISO 14067 beschrieben. Insbesondere sind zu berücksichtigen und zudem einzeln aufzuschlüsseln (siehe ISO 14067 6.4.9.3): Die grundlegenden Anforderungen an einen Bericht zur CO2-Bilanz ergeben sich aus ISO 14067, 7.	Bitte mit MUSS formulieren.		
neu28	MSch	6.1	24	ed		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 Scheingenaueigkeit. 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 CO2 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 für 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 CO2-Bilanz berücksichtigt werden.	Bitte eine eindeutige und klare Beschreibung: Entweder werden alle Auf- und Abgaben von CO2 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-CO2-Emissionen handelt und/oder um theoretische Faktoren im Hinblick auf Land-use-change.	Beschreibung wurde klargestellt, sodass alle Auf- und Abgaben berücksichtigt werden.	ok
68	MSch	5	14	ge	Siehe Kommentar oben: klarere, konkrete Anleitung. Wie soll ind. LUC berücksichtigt werden?	Bitte klären.	Betraglich 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. Die Fassung 15804+A2 ist von 2019. Bitte harmonisieren.		
69	IMy	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. Und die sollten näher definiert werden. 1) Zusammensetzung ergibt nicht 100% 2) unklar, ob PIR nur aus PA6 besteht oder auch recycelte Glasfaser dabei ist 3) jetzt soll es doch Gutschriften durch Strom und Wärme aus der Verbrennung von Produktionsabfällen geben? 4) gemäß 3.2.5 muss die Vermachsigung von Prozessen und / oder Flüssen begründet werden. 5) Die Allokationsregeln für multifunktionale Prozesse beziehen sich auf Allokationen zwischen Haupt- und Nebenprodukt 6) bei "Anforderung an die Datenqualität" und "zusätzlich einbezogene Informationen" werden lediglich die Anforderungen wiederholt 7) Ausführungen zu "Annahmen und Grenzen" so für mich nicht verständlich		
neu33	MSch	Anhang B, Kap. 2	33-35	te				
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)		