

Vergleich der Emissionen ausgewählter Primär- und Sekundärbauteile

Allgemeine Informationen	
Datum der Ausstellung	2024-12-20
Name des Unternehmens	<i>LRP-Autorecycling Leipzig GmbH</i>
Förderprojekt	<i>Digma-DT – Digitalization of Dismantling with Digital Twins</i>
Förderkennzeichen	13DRO26A
Ministerium	<i>BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz</i>

Inhalt

1. Einleitung	2
2. Hintergrund	2
3. Analyse des Arbeitsprozesses	2
3.1. Datenerhebung und Annahmen	3
3.2. Datenquellen und Methoden	3
4. Berechnung der CO₂e-Emissionen	4
4.1. CO₂e-Emissionen der Primärbauteile	4
4.2. CO₂e-Emissionen der Sekundärbauteile	6
5. Spezifische Komponenten	7
6. Ergebnisse	8
7. Darstellung der Ergebnisse	10
8. Fazit	11
9. Glossar	12
Quellen- und Literaturverzeichnis	15

TABELLENVERZEICHNIS

<i>TABELLE 1 – ERGEBNIS DES LCA AUFGEGLIEDERT NACH PROZESSCHRITTEN</i>	4
<i>TABELLE 2 – ÜBERSICHT DER GEWICHTE, EMISSIONSFAKTOREN UND EMISSIONEN DER KOMPONENTEN</i>	5
<i>TABELLE 3 – ÜBERSICHT DER VERWENDETEN MATERIALZUSAMMENSETZUNG DES GENERATORS</i>	6
<i>TABELLE 4 – ALLOKATION DER EMISSIONEN BEI EINEM VERBRENNUNGSMOTOR</i>	7
<i>TABELLE 5 – GEGENÜBERSTELLUNG DER EMISSIONEN JE KOMPONENTE</i>	9
<i>TABELLE 6 – UMRECHNUNG DER CO₂E-EMISSIONEN IN GEFÄHRENTEN KM</i>	10

1. Einleitung

Auf der LRP-Website werden Emissions-Einsparpotenziale durch die Nutzung von Sekundärbauteilen im Vergleich zu Primärbauteilen angegeben. Um Transparenz und Nachvollziehbarkeit für Kund*innen zu schaffen, werden im Folgenden die Berechnungsschritte und zugrundeliegenden Annahmen, ergänzend zum LCA-Report für die LRP-Arbeitsprozesse, erläutert. Der LCA-Report beschreibt die Berechnungsmethodik für die Emissionen der Sekundärbauteile und ist ebenfalls auf der LRP-Website unter www.lrp-autorecycling.de zu finden.

2. Hintergrund

Im Rahmen des Projektes Digma-DT wurde der CO₂-Fußabdruck der LRP-Autorecycling Leipzig GmbH auf Prozess- und Komponentenebene analysiert. Zusammen mit dem Projektpartner sustainable AG, einer führenden Unternehmensberatung im Bereich Nachhaltigkeit und Klima, wurden relevante Einflussfaktoren und Prozesse bei LRP identifiziert. Eine umfangreiche Datenerhebung wurde durchgeführt, um den CO₂-Fußabdruck, der beim Fahrzeugverwerter entsteht, genau zu bestimmen. Während des Kick-Off-Workshops der Projektpartner wurden mögliche einbezogene und ausgeschlossene Emissionsquellen, sogenannte Cut-Offs, identifiziert. Diese sind ausführlich im LCA-Report der sustainable AG aufgeführt. Der ermittelte CO₂-Fußabdruck bezieht sich auf die Produkte und Prozesse der LRP-Autorecycling Leipzig GmbH am Standort in Krostitz im Jahr 2022.

3. Analyse des Arbeitsprozesses

Die gesamten Arbeitsprozesse des Fahrzeugverwerter wurden betrachtet und in neun Arbeitsschritte, von der Fahrzeugannahme und Inspektion bis hin zum Marktplatz und Vertrieb, aufgeteilt. LRP erhob daraufhin intern die notwendigen Daten sowie Energieflüsse für alle Arbeitsschritte und stand dabei stets in engem Kontakt zum Projektpartner sustainable.

3.1. Datenerhebung und Annahmen

Für die Datenerhebung war es unabdingbar, sinnvolle Annahmen zu treffen. Diese betrafen folgende Sachverhalte:

- den Stromverbrauch der Hebebühnen während der Demontage von Komponenten
- den Stromverbrauch des Kompressors bei der Trockenlegung der Fahrzeuge
- die Anzahl der Fahrzeuge, die 2022 als Spenderfahrzeug für verkaufte Komponenten dienten
- die Anzahl der gefahrenen Kilometer des externen Kuriers, der für den Transport der verkauften Fahrzeugkomponenten zu den Kunden der LRP verantwortlich ist
- die Strecke, die Personen zurücklegten, um ihr Altfahrzeug zur Verwertung nach Krostitz zu bringen

Um die Datenerhebung zu vervollständigen, stellte LRP weitere relevante Daten zur Verfügung, unter anderem:

- Daten zu den Verbräuchen der Fahrzeuge, die für den Fahrzeug- und Komponententransport benötigt wurden
- zu dem bezogenen Energieträgermix am Krostitzer Standort
- zur Anzahl der im Jahr 2022 kompaktierten Fahrzeugkarossen sowie
- zu der Menge der angefallenen Fraktionen, bspw. Aluminium, Stahl oder Kunststoffe.

Der Projektpartner sustainable ermittelte verschiedene Cut-offs, die aufgrund ihres geringen Emissionsbeitrags als vernachlässigbar eingeschätzt wurden. Diese werden im entsprechenden LCA-Bericht genannt. Nachdem die Daten zur Berechnung der CO₂e-Emissionen von LRP bereitgestellt wurden, begann sustainable mit der Berechnung der Emissionen für jeden Arbeitsschritt.

3.2. Datenquellen und Methoden

Zur Berechnung der Emissionen wurden insbesondere die Emissionsfaktoren aus der Datenbank Ecoinvent (Version 3.9.1, Stand 2022) herangezogen. Die Ecoinvent-Datenbank stellt umfassende und global anwendbare Lebenszyklus-Inventardaten (LCI) bereit, die für die Umweltbilanzierung von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen genutzt werden können. Die aus Ecoinvent herangezogenen Daten sind Emissionsfaktoren und die daraus folgenden CO₂e-Emissionen, wie beispielsweise der Umwelteinfluss großer

Transportfahrzeuge mit einer bestimmten Schadstoffklasse oder der Energieverbrauch eines Staplers. Zur Berechnung der CO₂e-Emissionen wurde die LCIA-Methode (Life Cycle Impact Assessment) IPCC 2021 Global Warming Potential (GWP) gewählt.

Das Ergebnis dieses Prozesses ist ein Life Cycle Assessment, zu Deutsch eine Lebenszyklusanalyse. Dies ist eine systematische Analyse der potenziellen Umweltauswirkungen sowie der Energiebilanz von Produkten während ihres gesamten Lebens. Das Ergebnis des Life Cycle Assessments ist in *Tabelle 1* visualisiert. Hier sind die absoluten und relativen entstandenen CO₂e-Emissionen der einzelnen Prozessschritte, sowohl für Verbrenner- als auch Elektrofahrzeuge, in kg/Fahrzeug festgehalten. Ein Verbrennerfahrzeug mit einem durchschnittlichen Gewicht von 1246 kg verursacht entlang des Arbeitsprozesses bei LRP 62,3254 kg CO₂e-Emissionen.

Die LRP Autorecycling Leipzig GmbH verfolgte nicht nur das Ziel, den CO₂-Fußabdruck zu ermitteln, sondern wollte auch ihren Kunden einen Mehrwert bieten. Daher entschied sich das Unternehmen dazu, drei spezifische Fahrzeugkomponenten zu analysieren und die Einsparungen der Sekundärbauteile, die bei LRP demontiert und zur Wiederverwendung verkauft werden, im Vergleich zu den Primärbauteilen (neu produzierte Fahrzeugkomponenten) darzustellen. Diese Informationen sollen u. a. im Online-Shop der LRP angegeben werden.

Prozessschritt	Verbrenner		Elektroauto	
	Emissionen (kg CO ₂ e / Fahrzeug)	Anteil	Emissionen (kg CO ₂ e / Fahrzeug)	Anteil
O1_Fahrzeugannahme & Inspektion	14,8217	23,78%	21,6501	25,70%
O2_Demontage Hochvoltspeicher	0,0000	0,00%	0,0452	0,05%
O3_Neutralisation Pyrotechnik	0,0002	0,00%	0,0002	0,00%
O4_Trockenlegung	6,2150	9,97%	6,2150	7,38%
O5_Spezial- & Hauptdemontage	13,9078	22,31%	13,9078	16,51%
O6_Zwischenlager Ausbauteile	0,3330	0,53%	0,3330	0,40%
O7_Lagerung direkt am Fahrzeug	0,0000	0,00%	0,0000	0,00%
O8_Fahrzeugkompaktierung	9,0625	14,54%	9,0625	10,76%
O9_Marktplatz & Vertrieb	17,9851	28,86%	33,0211	39,20%
Ergebnis pro FU	62,3254		84,2350	
pro kg Bauteil	0,0500		0,0337	

Tabelle 1 – Ergebnis des LCA aufgegliedert nach Prozessschritten

4. Berechnung der CO₂e-Emissionen

4.1. CO₂e-Emissionen der Primärbauteile

Die Emissionen durch den LRP-Arbeitsprozess (Bereitstellung Sekundärbauteile), wurden mit Durchschnittswerten für den Emissionsausstoß während der Rohstoffgewinnung und Produktion neuer Fahrzeugkomponenten (Primärbauteile) verglichen.

Für die Berechnung dieser Primärbauteil-Emissionen wurden die folgenden Schritte durchgeführt:

1. **Identifikation der Komponenten:** Es wurden drei Hauptkomponenten ausgewählt: Verbrennungsmotor, Generator (Lichtmaschine) und Lithium-Ionen-Batterie.
2. **Auswahl der Emissionsfaktoren:** Aus der Sekundär-Datenbank Ecoinvent wurden Durchschnittsdaten zu den Herstellungsemissionen der ausgewählten Komponenten genutzt. Da kein Emissionsfaktor für den Generator zur Verfügung stand, wurde die Materialzusammensetzung auf Basis folgender Studie nachmodelliert:

[Publikation](#)

3. **Berechnung der Emissionen:** Die Emissionsfaktoren, angegeben in der Einheit kg CO₂/kg, wurden mit dem Gewicht der jeweiligen Komponente multipliziert, um die CO₂e-Emissionen mittels Allokationsmethode über das Gewicht zu berechnen. Das Gewicht der Lithium-Ionen-Batterie wurde am Standort Krostitz manuell bestimmt, während für den Verbrennungsmotor Durchschnittswerte aus dem Warenwirtschaftssystem von LRP verwendet wurden (vgl. *Tabelle 2*).

Komponente	Gewicht (kg)	Emissionsfaktor	Wert EF (Ecoinvent 3.10)	Unit EF	Emissionen pro Teil (kg CO ₂ e)
Verbrennungsmotor	120	internal combustion engine, passenger car//[GLO] market for internal combustion engine, passenger car	8,7081	kgCO ₂ /kg	1044,97
Generator	6,486	Emissionsfaktor basierend auf Materialzusammensetzungen aus der Publikation; Aufschlag von 0,2 % für Transport; vgl. Tabelle 3	5,9782	kgCO ₂ /kg	38,77
Lithium-Ionen-Batterie	13,4	battery, Li-ion, LFP, rechargeable, prismatic//[GLO] market for battery, Li-ion, LFP, rechargeable, prismatic	11,7683	kgCO ₂ /kg	157,69

Tabelle 2 – Übersicht der Gewichte, Emissionsfaktoren und Emissionen der Komponenten

Bauteil	Gewicht [kg]	Zusammensetzung	EF Material 1	EF Wert Material 1 (kg CO2e /kg)	Anteil 1	EF Material 2	EF Wert Material 2 (kg CO2e /kg)	Anteil 2	EF Bauteil
Diodenplatte	0,115	95% Al, 2,5% Cu	aluminium, cast alloy/(GLO) market for aluminium, cast alloy	5,732	95,00%	copper, anode/(GLO) market for copper, anode	6,21	2,50%	0,6441
Antriebslagersch	0,495	95% Al, 2,5% Cu	alloy/(GLO) market for aluminium, cast alloy	5,732	95,00%	copper, anode/(GLO) market for copper, anode	6,21	2,50%	2,7723
Schleifringlagers	0,525	95% Al, 2,8% Cu	aluminium, cast alloy/(GLO) market for aluminium, cast	5,732	95,00%	copper, anode/(GLO) market for copper, anode	6,21	2,80%	2,9501
Rotor	3,322	83,7% Fe, 14,7% Cu	cast iron/(GLO) market for cast iron	1,9354	83,70%	copper, anode/(GLO) market for copper, anode	6,21	14,70%	8,4139
Stator	1,875	47,8% Cu, 52,2% Fe	copper, anode/(GLO) market for copper,	6,21	47,80%	cast iron/(GLO) market for cast iron	1,9354	52,20%	7,4539
Antriebslagerfixi	0,015	99,3% Fe	cast iron/(GLO) market for cast iron	1,9354	99,30%	n/a	n/a	n/a	0,029
Langmutter	0,029	98% Fe	cast iron/(GLO) market for cast iron	1,9354	98,00%	n/a	n/a	n/a	0,0561
Unteres Kugellag	0,11	97% Fe	cast iron/(GLO) market for cast iron	1,9354	97,00%	n/a	n/a	n/a	0,2129
Verarbeitung EF			metal working, average for metal product manufacturing [Row]	2,5033					16,2362
Gesamt pro kg	6,486								38,7746239 5,97820288

Tabelle 3 – Übersicht der verwendeten Materialzusammensetzung des Generators

4.2. CO₂e-Emissionen der Sekundärbauteile

Die Emissionen der Sekundärbauteile beziehen sich auf die Emissionen, die bei den Verwertungsprozessen eines Altfahrzeugverwerters anfallen, um die jeweiligen Komponenten als Re-Use-Komponente in den Kreislauf erneut dem Kreislauf zuzuführen. Im betrachteten Fall beinhalten sie die Emissionen, die bei der Sammlung, dem Transport und der Demontage der gebrauchten Komponenten anfallen. Mit Sekundärwerten sind die entstandenen Emissionen, die in entlang der internen LRP-Wertschöpfungskette angefallen sind, gemeint. Die Arbeitsschritte jener Wertschöpfungskette wurden im vorherigen Verlauf dieses Dokuments bereits aufgezeigt. Sekundärwerte geben somit Aufschluss über die Umweltvorteile durch die Wiederverwendung im Vergleich zur Herstellung neuer Produkte. Um diese Werte zu ermitteln, wurde der gesamte Arbeitsprozess bei LRP analysiert und in neun Arbeitsschritte unterteilt, von der Fahrzeugannahme bis zum Vertrieb. Die folgenden Schritte wurden anschließend für jeden Arbeitsschritt ausgeführt:

1. **Datenerhebung:** LRP erhob Daten zu den Energieflüssen und Verbräuchen jedes Arbeitsschrittes. Es wurden auch Annahmen getroffen, z. B. zu den gefahrenen Kilometern der Personen, die ihr Fahrzeug zum Standort in Krostitz brachten sowie zum Stromverbrauch der Hebebühnen und Kompressoren.

2. **Allokation der Emissionen:** Die erfassten CO₂e-Emissionen wurden pro Arbeitsschritt durch das Durchschnittsgewicht eines Verbrennerfahrzeugs (1246 kg) dividiert und anschließend mit dem Gewicht der jeweiligen Komponente multipliziert. Dies ergab die CO₂e-Emissionen der Komponenten pro Arbeitsschritt.
3. **Summierung der Teilergebnisse:** Die Emissionen aller Arbeitsschritte wurden addiert, um die Gesamtemissionen der Komponenten als Sekundärbauteil zu bestimmen.

Somit bildete das Ergebnis die CO₂e-Emissionen einer bestimmten Komponente ab. In *Tabelle 4* wurden nach diesem Vorgehen die CO₂e-Emissionen eines Verbrennungsmotors bestimmt.

	Gewicht	Emissionen
Fahrzeug	1246 kg	13,287 kg CO ₂ e
	1 kg	0,011 kg CO ₂ e
Komponente	120 kg	1,280 kg CO ₂ e

Tabelle 4 - Allokation der Emissionen bei einem Verbrennungsmotor

5. Spezifische Komponenten

Für Generatoren (Lichtmaschinen) und deren Emissionsfaktor für die Produktion konnten keine zuverlässigen Daten über die Ecoinvent-Datenbank herangezogen werden. Der Projektpartner sustainable löste das Problem durch Heranziehen einer Studie zur Nachhaltigen Digitalisierung im Teilprojekt „Industrielle Demontagefabrik 4.0“, welche mit Fördermitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg durchgeführt wurde.¹ Im Rahmen dieser Studie wurden mehrere spezifische Komponenten betrachtet, u. a. die Lichtmaschine „Valeo O3L 903 O23 L“. Die Studie zeigt nicht nur die einzelnen Bestandteile der Lichtmaschine auf, sondern auch deren Materialzusammensetzung in Form einer Materialanalyse. Diese Materialanalyse bildete die Grundlage für die Berechnung der Emissionsfaktoren der einzelnen Bauteile des betrachteten Generators. Dazu betrachtete die sustainable AG die Bauteile des Generators und ermittelte für diese,

¹ Vgl. Seelig/Birkenfeld/Franke et al. (2021)

mit Hilfe der Ecoinvent-Datenbank, anhand der Materialzusammensetzung die notwendigen Emissionsfaktoren (vgl. *Tabelle 3*).

6. Ergebnisse

Die Differenz zwischen den Primär- und Sekundärwerten zeigt die möglichen Einsparungen, die durch die Wiederverwendung von Fahrzeugkomponenten bei Verzicht auf eine Neuproduktion erzielt werden können. Die Einsparungen werden im LRP Online-Shop² angegeben, um den ökologischen Mehrwert der Wiederverwendung zu verdeutlichen (Abbildung 1). Diese Informationen sollen die Kund*innen dabei unterstützen, nachhaltigere Entscheidungen zu treffen und zur Förderung einer gelebten Kreislaufwirtschaft beitragen.



BMW X3 M40d G01 Bj.2021 original Li-Ion Batterie 44V Gen. 1.0 10Ah 440Wh 44V

Art.Nr.: LRP1000143550
Hersteller: BMW
Artikelbeschreibung: BMW X3 M40d G01 Bj.2021 original Li-Ion Batterie 44V Gen. 1.0 10Ah 440Wh 44V, Laufeistung 10 km - fast neuwertig

410,00 €
inkl. gesetzl. MwSt. und Versandkosten

Artikel ist verfügbar
Lieferzeit: 1-2 Tage

 Ressourcenschonende Wahl

 In den Warenkorb

Abbildung 1- Nachhaltigkeitslabel im LRP-Shop

² Die Digma-DT Projektergebnisse – insbesondere in dem LRP-Shop – wurden im Projekt in einer Testumgebung implementiert und sind somit noch nicht Bestandteil des realen LRP-Käuferportals.

BMW X3 M40d G01 Bj.2021 original Li-Ion Batterie 44V Gen. 1.0 10Ah 440Wh 44V



Artikel-Nr.	LRP1000143550
Laufleistung	10 km
Qualität	B
Hersteller	BMW
Hersteller-Teile-Nr.	61215A32487

Artikelbeschreibung:
BMW X3 M40d G01 Bj.2021 original Li-Ion Batterie 44V Gen. 1.0 10Ah 440Wh 44V, Laufleistung 10 km - fast neuwertig



Ressourcenschonende Wahl

Unterstützen Sie einen ressourcenschonenden, zirkulären Ansatz mit dem Erwerb dieses gebrauchten Artikels. Die Wiederverwendung dieser Komponente trägt dazu bei, wertvolle Rohstoffe zu erhalten, Emissionen zu sparen und Abfälle zu vermeiden.



Im Vergleich zu der Neuproduktion einer vergleichbaren Komponente tragen Sie dazu bei, **157,02 kg CO₂-Äquivalente** einzusparen.



Das entspricht den Emissionen einer Autofahrt von Leipzig nach München mit einem Auto der Schadstoffklasse EURO 5. Für diese Strecke benötigt man etwa 4,5 bis 5 Stunden Fahrzeit.

*Weitere Informationen finden Sie auf unserer Website unter <http://www.lrp-autorecycling.de/>



Hersteller:	BMW
Farbe:	M40d 3.0TD 250kw "B57D30B"
Baujahr:	2021

410,00 €

inkl. gesetzl. MwSt. und Versandkosten

LRP-Autorecycling Leipzig GmbH
 Priesterstraße 6
 04509 Kroschwitz
 AGB für diesen Standort
 Nur wenige verfügbar
 Lieferzeit: 1-2 Tage
Menge: 1

In den Warenkorb

- Ihre Vorteile**
- ▶ Ersatzteilverkauf mit Gewährleistung
 - ▶ Zertifizierter Fahrzeug Teile Demontagebetrieb
 - ▶ Täglich Europaweiter Versand

Zahlungsarten

Abbildung 2- Nachhaltigkeitslabel im LRP-Shop

Die Emissionen wurden für alle bei LRP stattfindenden Arbeitsschritte ermittelt und entsprechend dem Gewicht der Komponenten (Verbrennungsmotor, Generator und Lithium-Ionen-Batterie) allokiert. Dabei wurde ein durchschnittliches Fahrzeuggewicht von 1246 kg zugrunde gelegt. Die eingesparten CO₂e-Emissionen, welche im LRP Online-Shop angegeben sind, ergaben sich im letzten Schritt aus der Differenz der entstandenen CO₂e-Emissionen der Komponenten als Primärbauteil und der entstandenen CO₂e-Emissionen der Komponenten als Sekundärbauteil. In *Tabelle 5* werden die Einsparungen, die durch die Wiederverwendung der Komponenten zustande kamen, dargestellt.

Komponente	Gewicht	Einflussfaktor der Komponente als Primärbauteil (pro kg)	Emissionen der Komponente als Primärbauteil	Emissionen der Komponente als Sekundärbauteil	Einsparung (relativ)	Einsparung (absolut)
Verbrennungsmotor	120 kg	8,708 kg CO ₂ e	1044,970 kg CO ₂ e	6,003 kg CO ₂ e	99,44%	1038,968 kg CO ₂ e
Generator (Lichtmaschine)	6,486 kg	5,978 kg CO ₂ e	38,770 kg CO ₂ e	0,325 kg CO ₂ e	99,18%	38,446 kg CO ₂ e
Lithium-Ionen-Batterie	13,400 kg	11,768 kg CO ₂ e	157,690 kg CO ₂ e	0,670 kg CO ₂ e	99,59%	157,020 kg CO ₂ e

Tabelle 5 – Gegenüberstellung der Emissionen je Komponente

7. Darstellung der Ergebnisse

Wie bereits im vorherigen Verlauf dieses Berichtes erwähnt, war es eine der Zielstellungen des Projektes der LRP seinen Kund*innen darzustellen, wie viele CO₂e-Emissionen bei der Wiederverwendung einer Fahrzeugkomponente im Vergleich zu ihrer Neuproduktion eingespart werden können. Um die Einsparungspotenziale zu veranschaulichen, entschied sich LRP dazu, die eingesparten CO₂e-Emissionen in gefahrenen Kilometern einer Autofahrt auszudrücken.

Hierzu wurde erneut auf die Ecoinvent-Datenbank zurückgegriffen. In dieser ist es möglich, den Wirkungsgrad eines Fahrzeuges pro gefahrene Kilometer zu bestimmen. Wichtig zu erwähnen ist, dass es sich hierbei um einen Durchschnittswert handelt. Dieser Wert berücksichtigt verschiedene Fahrzeuggrößen (klein, mittel und groß) sowie verschiedene Kraftstoffarten (Benzin, Diesel und Erdgas) eines PKW der Schadstoffklasse EURO 5. Der Wirkungsgrad berücksichtigt lediglich die Beförderung von Personen, so dass der durchschnittliche Beladungsfaktor der Passagiere mit einem Gewicht von 97,2 kg angesetzt wird. Für das Trockengewicht des Fahrzeugs wird ein Gewicht von 1'200 kg und eine Lebensdauer von 150'000 km angenommen.³

Die benötigte Kilometerzahl der angegebenen Fahrt wurde berechnet, indem die eingesparten CO₂e-Emissionen der jeweiligen Komponente durch den Wirkungsgrad, welcher mit Hilfe von Ecoinvent ermittelt wurde, dividiert wurde. Diese Rechnung ist in *Tabelle 6* abgebildet.

Komponente	Einsparung der CO ₂ e-Emissionen in kg	Wirkungsgrad pro km (in kg CO ₂ e)	eingesparte CO ₂ e-Emissionen in gefahrenen km
Verbrennungsmotor	1.038,9675	0,354644239361927	2929,60
Generator (Lichtmaschine)	38,4455	0,354644239361927	108,41
Lithium-Ionen-Batterie	157,0197	0,354644239361927	442,75

Tabelle 6 – Umrechnung der CO₂e-Emissionen in gefahrenen km

Basierend auf den Ergebnissen, die in der rechten Tabellenspalte (eingesparte CO₂e-Emissionen in gefahrenen km) zu sehen sind, wurden passende Entfernungen zwischen

³ Vgl. Ecoinvent (2024)

bekannten Städten gesucht, um die Fahrten, mit denen die Einsparungspotenziale der jeweiligen Komponente dargestellt werden sollen, zu bestimmen. Diese wurden mit Hilfe von Google Maps ermittelt.

8. Fazit

Die Ermittlung der CO₂e-Emissionen für Primär- und Sekundärbauteile bei LRP zeigt deutlich, wie viel CO₂e durch die Wiederverwendung von Fahrzeugkomponenten, und den damit verbundenen Verzicht auf die Neuproduktion, eingespart werden kann.

Erstmalig wurde somit transparent am Beispiel eines Altfahrzeugverwerterers aufgezeigt, wie hoch die tatsächlichen CO₂e-Einsparungen sind, wenn Sekundärbauteile effizient in der Kreislaufwirtschaft gehalten werden. Die zugrundeliegenden Berechnungen beruhen jedoch teilweise auf Annahmen, die von der LRP-Autorecycling für die eigenen Prozesse getroffen wurden und sind somit nicht automatisch auf andere Altfahrzeugverwerter zu überschreiben.

Weiterführende, detaillierte Informationen sind im ausführlichen LCA-Bericht unter www.lrp-autorecycling.de zu finden.

9. Glossar

Allokation (im Rahmen einer Ökobilanz)

„Die Zuordnung der Input- oder Outputflüsse eines Prozesses oder eines Produktsystems zum untersuchten Produktsystem und zu einem oder mehreren anderen Produktsystemen.“⁴

CO₂-Fußabdruck

„Der CO₂-Fußabdruck ist das Ergebnis einer Emissionsberechnung beziehungsweise der sogenannten CO₂-Bilanz. Er gibt an, welche Menge von Treibhausgasen durch eine Aktivität, einen Prozess oder eine Handlung freigesetzt wird. (...) Auch Produkte haben einen CO₂-Fußabdruck, der die Summe der Emissionen umfasst, die durch die Herstellung, die Nutzung sowie die Verwertung und Entsorgung des jeweiligen Produktes entstehen.“⁵

Im Rahmen des Projekts Digma-DT wurde ausschließlich die Demontage und Bearbeitung („Produktion“) der Produkte einschließlich des Versands betrachtet, da keine Daten zur Nutzung der verkauften Komponenten vorliegen.

Cut-offs

Die Cut-off Methode schließt irrelevante Energie- und Materialströme, im Hinblick auf die festgelegte Systemgrenze (bspw. Cradle-to-Gate), aus. In der Regel werden sowohl Hilfsströme als auch Energie- und Materialströme mit Mengen von weniger als 1 % der Gesamtemissionen aus der LCA exkludiert.⁶ Hilfsströme tragen indirekt zu den Umweltbelastungen eines Produktes oder Prozesses bei, weil sie bspw. essenziell für die Herstellung des Endproduktes sind.

⁴ Wikipedia (2024)

⁵ First Climate (o. A.)

⁶ Vgl. Agarski/Vukelic/Ilic Micunovic et al. (2020)

Emissionen (CO₂/CO₂e)

„CO₂-Äquivalente (CO₂e) sind eine Einheit, mit der sich die Auswirkungen verschiedener Treibhausgase (THG) auf das Klima messen lassen. Durch die Umrechnung unterschiedlicher Arten von Emissionen in die äquivalente Menge an Kohlendioxid (CO₂) können diese Auswirkungen vergleichbar gemacht werden.“⁷

Emissionsfaktor

„Emissionsfaktoren (EF) liefern eine valide Schätzung der Umwelteinflüsse verschiedener Materialien, Produkte, Dienstleistungen und Prozesse. Sie sind ein wichtiger Bestandteil der Berechnung eines CO₂-Fußabdrucks.

EF werden im Allgemeinen als CO₂-Äquivalente angegeben, oder CO₂e. Mit dieser Einheit kann der Einfluss mehrerer Treibhausgase (THG) abgebildet werden. Neben Kohlenstoffdioxid (CO₂) sind zum Beispiel auch Methan und Distickstoffmonoxid abgedeckt. CO₂e wird als Masse berechnet und gibt den Einfluss aller THG mit ihren relativen Erderwärmungspotentialen im Vergleich zu CO₂ wieder.

Emissionsfaktoren geben an, wie viel CO₂e pro Referenzeinheit in die Atmosphäre emittiert wird. Sie werden meistens in Kilogramm CO₂e pro Einheit angegeben. Die Referenzeinheit kann das Gewicht, das Volumen, die Entfernung oder die Dauer einer Aktivität darstellen. Ein EF kann zum Beispiel als die Kilogrammmenge an CO₂e ausgedrückt werden, die pro Kilowattstunde an verbrauchtem natürlichem Gas emittiert wird, kurz kgCO₂e / kWh.“⁸

Fraktionen

Bei der LRP-Autorecycling (Leipzig GmbH) werden, bei der Demontage eines Fahrzeuges, voneinander getrennte Materialien als Fraktionen bezeichnet. Neben den bereits im Text genannten

⁷ ClimatePartner (2024)

⁸ ClimatePartner (2024)

GWP

„Das Treibhauspotenzial (engl. Global Warming Potential, GWP) ist eine Kennzahl für die Bewertung des Erwärmungspotenzials von Treibhausgasen (THG) und somit deren Auswirkung auf den Klimawandel im Vergleich zum Referenzgas Kohlendioxid (CO₂) [1]. Mithilfe des GWP kann die Klimawirkung unterschiedlicher THG vergleichbar gemacht werden, da diese Metrik eine Umrechnung in CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq.) ermöglicht. (...) Aufgrund unterschiedlicher Verweildauern von Gasen in der Atmosphäre ist für das GWP auch der betrachtete Zeitraum relevant und wird für die Zeiträume von 20, 100 und 500 Jahren bestimmt. Standardmäßig werden GWP-Werte mit einem Zeithorizont von 100 Jahren (GWP₁₀₀) verwendet. Je höher der GWP-Wert ist, desto stärker ist die Klimawirkung pro Mengeneinheit eines Treibhausgases.“⁹

LCA

„Eine Ökobilanz, auch Lebenszyklusanalyse (eng: Life cycle assessment, LCA) genannt, ist eine Analyse der Auswirkungen eines Produkts oder einer Dienstleistung auf seine Umwelt. [Sie] misst die Umweltauswirkungen eines Produkts in jeder Phase seines Lebens – von der Produktion bis zum Abfall (...)“¹⁰

Schadstoffklasse

Jedes Fahrzeug stößt eine gewisse Menge an Schadstoffen durch ihr Abgas aus. Diese Schadstoffe sind u. a. Kohlenstoffmonoxid, Stickstoffoxid, Kohlenwasserstoff sowie Rußpartikel. Je nach Menge der ausgestoßenen Schadstoffe wird das Fahrzeug in eine Schadstoffklasse eingestuft. Basierend auf dieser Schadstoffklasse ist eine Einschätzung möglich, wie schadstoffarm ein Fahrzeug ist oder nicht. In welche Schadstoffklasse ein Fahrzeug eingestuft wird, ist europaweit in der EU-Abgasnorm geregelt.¹¹

⁹ Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (2024)

¹⁰ Ecochain (2024)

¹¹ Allianz Direct (o. A.)

Quellen- und Literaturverzeichnis

Agarski, Boris / Vukelic, Djordje / Ilic Micunovic, Milana / Budak, Igor (2020): Screening of cut-off and allocation rules in environmental product declarations. Abrufbar unter: https://www.vstecb.cz/wp-content/uploads/2021/06/ecolabelling2020_boris_agarski.pdf, zuletzt abgerufen am 16.10.2024.

Allianz Direct (o. A.): Alles zu Schadstoffklasse und Euronorm. Abrufbar unter: <https://www.allianzdirect.de/kfz-versicherung/schadstoffklasse-ratgeber/>, zuletzt abgerufen am 16.10.2024.

ClimatePartner (2024): CO₂ Äquivalente (CO₂e). Abrufbar unter: [https://www.climatepartner.com/de/wissen/glossar/co2-aequivalente-co2e#:~:text=CO2%20%C3%84quivalente%20\(CO2e\)%20sind%20eine%20Einheit%2C,diese%20Auswirkungen%20vergleichbar%20gemacht%20werden](https://www.climatepartner.com/de/wissen/glossar/co2-aequivalente-co2e#:~:text=CO2%20%C3%84quivalente%20(CO2e)%20sind%20eine%20Einheit%2C,diese%20Auswirkungen%20vergleichbar%20gemacht%20werden), zuletzt abgerufen am 16.10.2024.

ClimatePartner (2024): Emissionsfaktoren. Abrufbar unter: <https://www.climatepartner.com/de/wissen/glossar/emissionsfaktoren>, zuletzt abgerufen am 16.10.2024.

Ecochain (2024): Ökobilanz (LCA) – Vollständiger Leitfaden für Einsteiger. Abrufbar unter: <https://ecochain.com/de/blog/okobilanz-lca-complete-guide-for-starters/>, zuletzt abgerufen am 16.10.2024.

Ecoinvent (2024): transport, passenger car, EURO 5. Abrufbar unter: https://ecoquery.ecoinvent.org/3.10/cutoff/dataset/6578/impact_assessment, zuletzt abgerufen am 23.10.2024.

First Climate (o. A.): Was versteht man unter einem CO₂-Fußabdruck? Abrufbar unter: <https://www.firstclimate.com/was-ist-ein-co2-fussabdruck>, zuletzt abgerufen am 16.10.2024.

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (2024): Global Warming Potential (GWP). Abrufbar unter: <https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/global-warming-potential-gwp/>, zuletzt abgerufen am 16.10.2024.

Seelig, Jan Henning / Birkenfeld, Sven / Franke, Henrike / Hansen, Florian / Keich, Oliver / Nawothnig, Bernd / Wisser, Oliver / Zeller, Torsten (2021): Nachhaltige Digitalisierung – Ultraeffizienz und Digitalisierung. Teilprojekt Industrielle Demontagefabrik 4.0. Abrufbar unter: [Publikation](#), zuletzt abgerufen am 16.10.2024

Wikipedia (2024): Allokation – Ökobilanz. Abrufbar unter: [https://de.wikipedia.org/wiki/Allokation_\(%C3%96kobilanz\)#:~:text=Laut%20oder%20Definition%20nach%20oder.einem%20oder%20mehreren%20anderen%20Produktsystem%E2%80%9C](https://de.wikipedia.org/wiki/Allokation_(%C3%96kobilanz)#:~:text=Laut%20oder%20Definition%20nach%20oder.einem%20oder%20mehreren%20anderen%20Produktsystem%E2%80%9C), zuletzt abgerufen am 16.10.2024.