



CO₂e-Einsparung durch die Nutzung von aurena.at

Für:

AURENA GmbH
Depotstraße 2
8712 Niklasdorf

Erstellt von:

Dr. Wolfram Groschopf
Institut für Transportwirtschaft und Logistik
Wirtschaftsuniversität Wien
Welthandelsplatz 1, Gebäude D1, 4. OG
1020 Wien

Wien, 20. Juni 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Über AURENA	1
1.2	Studienziel	1
2	Methodik und Vorgehensweise	2
2.1	Entwicklung CO ₂ e-relevanter Produktkategorien	3
2.2	Ermittlung Referenzprodukte je Subkategorie.....	5
2.3	Erhebung produktspezifischer CO ₂ e-Emissionen.....	6
2.4	Kalkulation produktbezogener CO ₂ e-Einsparungen durch Nutzung von AURENA	10
3	Studienergebnisse: CO ₂ e-Einsparungen durch Nutzung von aurena.at	11
3.1	Gesamte CO ₂ e-Einsparungen durch Nutzung von aurena.at.....	11
3.2	CO ₂ e-Einsparungen durch Nutzung von aurena.at nach Produktkategorien (Hauptkategorien).....	12
3.3	Referenzprojekt 1: Schließung eines städtischen Freibads	13
3.4	Referenzprojekt 2: Auflösung einer Großbäckerei	14
3.5	Referenzprojekt 3: Haushaltsauflösung	15
4	Fazit und Ausblick	16
5	Literaturverzeichnis	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorgehensweise im Überblick	2
Abbildung 2: Produktvielfalt auf aarena.at am Beispiel Bohrmaschinen.....	3
Abbildung 3: CO ₂ e-Intensität des iPhone 14 Pro nach Modellvarianten (in kg CO ₂ e/iPhone).....	5
Abbildung 4: Betrachtete Phasen des Lebenszyklus von Produkten gemäß EN 15804	6
Abbildung 5: Datenquellen zur Erhebung produktspezifischer CO ₂ e-Emissionen.....	7
Abbildung 6: CO ₂ e-Intensität einer Holz-Palette ermittelt mit unterschiedlichen Software-Produkten (in kg CO ₂ e/Palette)	8
Abbildung 7: Anteil unterschiedlicher Datenquellen zur Erhebung produktspezifischer CO ₂ e-Emissionen.....	9
Abbildung 8: CO ₂ e-Einsparungen durch Nutzung von aarena.at nach Produktkategorien (in Tonnen CO ₂ e).....	12
Abbildung 9: CO ₂ e-Einsparungen Referenzprojekt 1 nach Produktkategorien (in Tonnen CO ₂ e).....	13
Abbildung 10: CO ₂ e-Einsparungen Referenzprojekt 2 nach Produktkategorien (in Tonnen CO ₂ e).....	14
Abbildung 11: CO ₂ e-Einsparungen Referenzprojekt 3 nach Produktkategorien (in Tonnen CO ₂ e).....	15

1 Einleitung

1.1 Über AURENA

Die AURENA GmbH wurde im Jahr 2012 in der Steiermark gegründet und betreibt heute mit **aurena.at** Österreichs größte Auktionsplattform. Im Jahr 2023 wurden rund 500.000 Positionen versteigert, davon der Großteil Gebrauchtwaren. Die Bandbreite der versteigerten Güter ist groß und stammt beispielsweise aus Fuhrparkerneuerungen oder Lagerbereinigungen, der Verwertung von Konkursmasse, großen Umbau-Projekten, aber auch aus privaten Haushalts- oder Sammlungsaufösungen sowie Nachlässen.

Das Sortiment umfasst somit eine breite Produktpalette, die sowohl schwere Maschinen und Fahrzeuge, Möbel oder Werkzeuge bis hin zu geringwertigen Wirtschaftsgütern beinhaltet. Ohne die Verwertung der Produkte durch Nutzung der Versteigerungsplattform aurena.at müssten diese oftmals entsorgt werden.

Die Auktionsstandorte von AURENA befinden sich in Österreich, Deutschland, aber auch in anderen europäischen Ländern. Allein im Jahr 2023 fanden 2.232 Auktionen statt, die für Unternehmen wie auch Privatpersonen die Möglichkeit boten, zum Großteil gebrauchte Güter für eine Weiterverwendung zu ersteigern. AURENA und seine Nutzerinnen und Nutzer leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und den Sustainable Development Goals sowie zum Erreichen der nationalen Klimaziele bis 2030.

1.2 Studienziel

Die wachsende Anzahl der derzeit (Stand Juni 2024) rund 250.000 Nutzer*innen von aurena.at trägt seit Jahren wesentlich zur Einsparung von Ressourcen und von Treibhausgasen (CO₂e) bei. Mit dieser Studie soll erhoben werden, wieviel CO₂e durch die Nutzung von aurena.at im Jahr 2023 eingespart* wurde. Dazu werden im Rahmen der vorliegenden Studie die produktbezogenen Einsparungen durch die Weiterverwendung der Produkte ermittelt.

Für eine Gesamt-CO₂e-Bilanz des Unternehmens wäre als zweiter Schritt die Erhebung der durch den Geschäftsbetrieb und den Betrieb der Plattform entstehenden CO₂e-Emissionen erforderlich. Diese Studie legt somit den Fokus auf die folgende Frage:

Wieviel CO₂e wird durch die Nutzung von aurena.at und der damit verbundenen Verlängerung des Produktlebenszyklus von Gebrauchtwaren durch die erfolgte Verwertung auf Sekundärmärkten eingespart?

* exklusive Geschäftsbetrieb und Kundenfahrten

Um das Ziel der Studie zu realisieren, wird unter Rückgriff auf Unternehmensdaten, Studien und Datenbanken aufgezeigt, welche CO₂e-Einsparung die Nutzung der Auktionsplattform aarena.at zu Klimazielen und Umsetzung der Circular Economy leistet.

2 Methodik und Vorgehensweise

Zur Ermittlung der CO₂e-Einsparungspotentiale durch AURENA werden relevante Elemente des Product Carbon Footprint für das Geschäftsjahr 2023 sowie für unterschiedliche Referenzprojekte auf Basis gängiger Normen, Datenbanken und Emissionsfaktoren separat ermittelt und zusammengeführt. Die Vorgehensweise im Rahmen der Studie gestaltet sich wie folgt im Überblick:

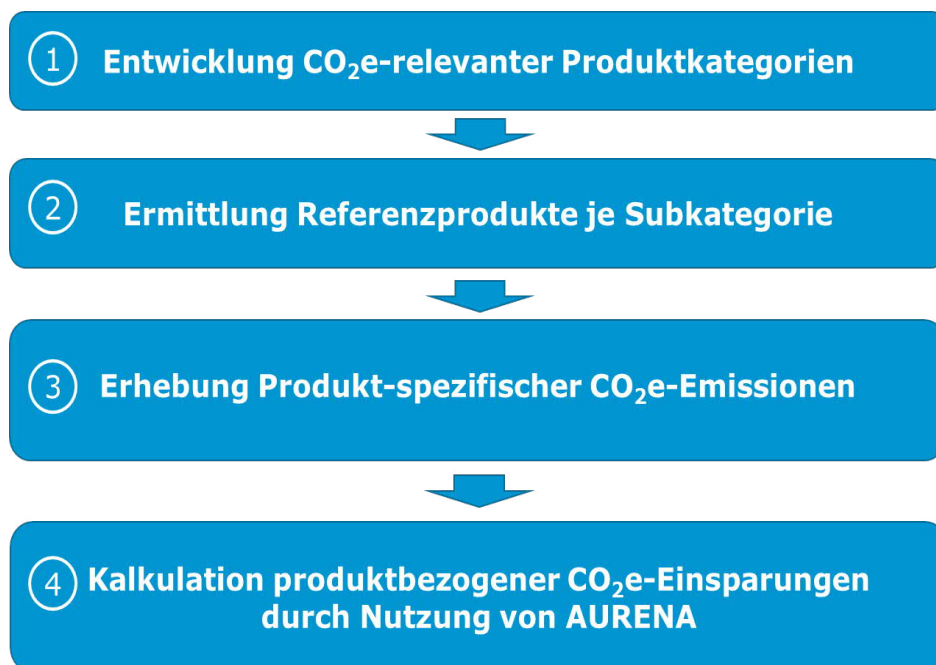


Abbildung 1: Vorgehensweise im Überblick²

Die Vorgehensweise umfasst zunächst die Strukturierung des Datensatzes zur Ermittlung von Referenzprodukten. Diese bilden die Basis für die Erhebung produktspezifischer CO₂e-Emissionen sowie die Kalkulation produktbezogener CO₂e-Einsparungen durch Nutzung von aarena.at als Gesamtsumme. Die zugrundeliegende Logik wird in Folge abgebildet, einzelne Schritte werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

²Quelle: eigene Darstellung

2.1 Entwicklung CO₂e-relevanter Produktkategorien

Das Produktsortiment auf aarena.at ist in 65 Hauptkategorien strukturiert. Die Grundlogik folgt dem Einsatzgebiet bzw. der Verwendung von Produkten (z.B. Bekleidung und Accessoires, Fahrzeuge, Garten und Outdoor, Maschinen, Sportbedarf, Werkzeuge, ...) und ermöglicht Kund*innen so das rasche Auffinden von Produkten in den gewünschten Bereichen. Fotos und Produktbeschreibungen unterstützen diesen Prozess. Die folgende Abbildung zeigt in diesem Zusammenhang die Produktvielfalt auf aarena.at in der Hauptkategorie Fahrzeuge (7.538 kg bis 13 kg) sowie innerhalb der Hauptkategorie Werkzeuge am Beispiel unterschiedlicher Bohrmaschinen (Bandbreite von 71 kg bis 0,6 kg).







Bohrmaschinen	Fahrzeuge
 <p data-bbox="352 1088 756 1126">Säulenbohrmaschine: 71 kg</p>	 <p data-bbox="852 1088 1236 1126">Iveco Stralis 460: 7.538 kg</p>
 <p data-bbox="349 1435 756 1473">Schlagbohrmaschine: 1,8 kg</p>	 <p data-bbox="841 1435 1248 1473">VW Bus Caravelle: 1.982 kg</p>
 <p data-bbox="359 1771 745 1809">Handbohrmaschine: 0,6 kg</p>	 <p data-bbox="922 1771 1166 1809">E-Scooter: 13 kg</p>

Abbildung 2: Produktvielfalt auf aarena.at am Beispiel Bohrmaschinen und Fahrzeuge³

³ Quelle: eigene Darstellung auf Basis von aarena.at sowie Gewichtsangaben von Herstellern

Für die Ermittlung der CO₂e-Emissionen innerhalb der einzelnen Hauptkategorien ist daher zusätzlich eine Strukturierung gemäß Gewicht, Materialzusammensetzung oder Antriebsart (z.B. Benzin/Elektro oder kabelgebunden/Akku) notwendig, um Produkte zu homogenen Gruppen gemäß ihrer CO₂e-Intensität zusammenzufassen.

Grundlage zur Strukturierung des Datensatzes sowie der Identifikation gleichartiger Produkte innerhalb von Hauptkategorien bilden Methodik und Prozess des Data Minings als Verfahren zur Strukturierung von Datensätzen, der Entdeckung von Mustern mittels Algorithmen und der Ableitung von neuen Erkenntnissen.

Data Mining umfasst dabei eine tiefgehende Untersuchung von Daten, um Muster zu erkennen und schließlich, um ein Problem durch die entdeckten Muster zu lösen.⁴ Für jede Hauptkategorie wurde daher eine mehrstufige Vorgehensweise angewandt, um Emissions-relevante Subkategorien zu bilden und Produkte diesen Subkategorien zuzuordnen:

1. Sichtprüfung und Datenbereinigung:

- Sortierung und Strukturierung des Datensatzes
- Vereinheitlichung von Schreibweisen in Produktbeschreibungen

2. Textanalyse von Produktbeschreibungen je Hauptkategorie mittels KI zur Identifikation von Mustern:

- Analyse der Produktbeschreibungen (Textdaten) mittels ChatGPT 4.0
- Identifikation relevanter Subkategorien und Schlüsselwörter
- Schlüsselwörter sind typische Begriffe, die in den Produktbeschreibungen vorkommen und verschiedene Subkategorien repräsentieren

3. Entwicklung von über 500 CO₂e-relevanten Subkategorien:

- Test extrahierter Subkategorien und Schlüsselwörter für Grobkategorisierung auf Basis von Produktbeschreibungen
- Verfeinerung und Erweiterung von Subkategorien und Schlüsselwörtern zur Zuordnung von Produkten zu Subkategorien (z.B. Subkategorie Stühle: "Stuhl", "Stühle", "Sitzmöbel", "Sessel", "Hocker")

4. Zuordnung von Produkten zu Subkategorien mittels Text Mining auf Basis von Produktbeschreibungen:

- Textklassifizierung (Text Mining) ordnet Textdaten als Zeichenketten basierend auf ihrem Inhalt bestimmten Kategorien zu
- Entwicklung von Suchfunktionen zur Identifikation und Zuordnung von Produkten auf Basis definierter Schlüsselwörter in Produktbeschreibungen
- Kategorisierung von Produkten basierend auf definierten Schlüsselwörtern mittels Suchfunktionen in Excel

⁴ Vgl. Al-Shamiri (2021), S.212

- Summenbildung je Subkategorie
- Anmerkung: Gleichartige Produkte in unterschiedlichen Hauptkategorien (z.B. Arbeitstische in den Hauptkategorien Baustellenausstattung, Gesundheit & Medizin, Lager & Aufbewahrung oder Werkstattausstattung) werden innerhalb der Hauptkategorien als eigene Subkategorie abgebildet.

2.2 Ermittlung Referenzprodukte je Subkategorie

Nach der initialen Datenaufbereitung und der Strukturierung von Produkten innerhalb der Hauptkategorien zu möglichst homogenen Subkategorien erfolgt die Identifikation von Referenzprodukten auf Ebene der Subkategorien. Ziel des Arbeitsschritts ist die Abbildung von Hauptmerkmalen der Subkategorien hinsichtlich Repräsentativität und Relevanz.

Dabei wird für jede Subkategorie ein systematischer Ansatz zur Auswahl von Referenzprodukten angewendet. Diese Referenzprodukte dienen als repräsentative Beispiele, um die CO₂e-Emissionen der gesamten Subkategorie abzubilden. Der Arbeitsschritt wird auf Basis folgender Prämissen durchgeführt:

- **Repräsentativität:** Die Referenzprodukte werden so ausgewählt, dass sie typische Merkmale und Eigenschaften der Produkte in der jeweiligen Subkategorie abbilden.
- **Relevanz und Häufigkeit:** Häufig verkaufte bzw. besonders relevante Produkte innerhalb der Subkategorie werden bevorzugt als Referenzprodukte ausgewählt.
- **Berücksichtigung von Ausstattungsmerkmalen:** Produktbezogene CO₂e-Emissionen sind von der konkreten Ausstattung eines Produktes abhängig, da für verschiedene Varianten desselben Grundproduktes unterschiedliche Materialmengen und teilweise auch unterschiedliche Materialien zum Einsatz kommen.

Ein Beispiel dazu ist das iPhone 14 Pro, das mit verschiedenen Speichervarianten erhältlich ist. Der CO₂e-Emissionsfaktor schwankt dabei je nach Speicher um fast 100%, wie die folgende Tabelle verdeutlicht.

Modellvariante	CO ₂ e-Intensität (in kg CO ₂ e pro iPhone 14 Pro)
128 GB	65 kg CO ₂ e
256 GB	71 kg CO ₂ e
512 GB	84 kg CO₂e
1 TB	116 kg CO ₂ e

Abbildung 3: CO₂e-Intensität des iPhone 14 Pro nach Modellvarianten (in kg CO₂e/iPhone)⁵

⁵ Eigene Darstellung auf Basis Apple (2022), S.3

Referenzprodukte werden als Produkte mit mittlerer Ausstattungsvariante definiert, um Bandbreiten möglicher Ausstattungsmerkmale zu erfassen und durchschnittliche CO₂e-Emissionen je Subkategorie abzubilden.

Dieser Arbeitsschritt erfolgt iterativ mit dem Folgeschritt auf Basis der Verfügbarkeit von produktspezifischen CO₂e-Daten. Es wurde darauf geachtet, dass für die ausgewählten Referenzprodukte möglichst verlässliche Daten zu den CO₂e-Emissionen vorliegen. Die Vorgehensweise zur Erhebung produktspezifischer CO₂e-Emissionen wird im folgenden Abschnitt erläutert.

2.3 Erhebung produktspezifischer CO₂e-Emissionen

Im Rahmen dieses Arbeitsschritts erfolgt die Ermittlung der CO₂e-Emissionen von Referenzprodukten. Analog zu bestehenden Studien⁶ werden dazu relevante Phasen des Product Carbon Footprints definierter Referenzprodukte auf Basis von Umweltproduktdeklarationen, Studien, Datenbanken oder Emissionsfaktoren für wesentliche Ressourcen herangezogen. Die Grundannahme ist dabei, dass durch die Nutzung von AURENA folgende CO₂e-Emissionen für Produkte vermieden werden:

- **Produktion neuer Materialien und Fertigprodukte**
- **Distribution neuer Produkte**
- **Entsorgung gebrauchter Produkte**

Umweltproduktdeklarationen bilden dazu den Lebenszyklus von Produkten gemäß relevanter Phasen standardisiert ab und beinhalten Angaben zu Umweltwirkungen und Ressourcennutzung für jedes Stadium des Lebenswegs in Form der Module A bis D, wie in folgender Abbildung am Beispiel Bauprodukte dargestellt. Im Rahmen der vorliegenden Studie betrachtete Phasen des Produktlebenszyklus sind dabei separat ausgewiesen:

Herstellungsphase			Errichtungsphase		Nutzungsphase	Entsorgungsphase
Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Distribution	Montage	Nutzung inkl. Reparatur und Instandhaltung	Abbau bis Beseitigung
A1	A2	A3	A4	A5	B1-B5	C1-C4
Betrachtet				Nicht betrachtet		Betrachtet

Abbildung 4: Betrachtete Phasen des Lebenszyklus von Produkten gemäß EN 15804⁷

⁶ Vgl. Fraunhofer (2023), S.6 und Schibsted (2022), S.21

⁷ Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Umweltbundesamt (2020), S.20

Da nicht für alle Arten von Produkten standardisierte Umweltproduktdeklarationen vorliegen, werden bei mangelnder Verfügbarkeit einer Umweltproduktdeklaration für ein Referenzprodukt zunächst eine Umweltproduktdeklaration für ein hinsichtlich Gewicht und Verwendung möglichst ähnliches Produkt ermittelt. Liegen keine standardisierten Daten für eine Subkategorie vor, werden in Folge andere Datenquellen zur Ermittlung der CO₂e-Emissionen von Produkten gemäß folgender Reihenfolge (2. bis 4.) gesucht und eingesetzt. Einen Überblick über unterschiedliche Datenquellen gibt die folgende Abbildung:

1.	Umweltproduktdeklarationen (engl. Environmental Product Declaration, EPD)	EPDs bilden die Umweltwirkungen (z.B. CO ₂ e) eines konkreten Produkts oder einer Produktgruppe entlang ihres Lebenszyklus ab und basieren auf der Methode der Ökobilanz nach ISO 14040/44. ⁸
2.	Ökobilanz-Datenbanken	Ökobilanz-Datenbanken sind Online-Datenbanken, die generische Ökobilanz-Datensätze zu Materialien, Produkten und Prozessen sowie firmen- oder verbandsspezifische Datensätze aus Umweltproduktdeklarationen enthalten können. ⁹
3.	Wissenschaftliche Studien	Wissenschaftliche Studien stellen durch detaillierte Lebenszyklusanalysen (LCA) und empirische Forschung umfassende Umweltbilanzdaten für die CO ₂ e-Emissionen von Produkten bereit. ¹⁰
4.	CO₂e-Emissionsfaktoren für Ressourcen	Amtliche Tabellen der CO ₂ e-Emissionsfaktoren für Ressourcen auf Basis standardisierter Vorgaben zu berücksichtigten Prozessen (Cradle-to-Gate) und Treibhausgasen (Kyoto-Gase als GWP 100). ¹¹

Abbildung 5: Datenquellen zur Erhebung produktspezifischer CO₂e-Emissionen¹²

Umweltproduktdeklarationen bieten die höchste Datengüte für spezifische Produktionssysteme oder Produkte auf Basis von Primärdaten zu konkreten Produkten oder Prozessen hinsichtlich ihrer Emissionsintensität in einzelnen Phasen des Produktlebenszyklus.¹³

Ökobilanz-Datenbanken sowie **wissenschaftliche Studien** bilden in der Regel stärker generalisierte Daten ab oder fokussieren auf einzelne Lebensphasen von Produkten, wodurch oftmals nicht alle relevanten Phasen des Produktlebenszyklus abgebildet werden. Zusätzlich hat der Einsatz unterschiedlicher Software-Produkte zur Ermittlung der CO₂e-Emissionen Auswirkungen auf die Ergebnishöhe der produktbezogenen CO₂e-Emissionen.

⁸ Vgl. Fraunhofer (2024), online

⁹ Vgl. ÖKOBAUDAT (2023), online

¹⁰ Vgl. Ragazzi et al. (2023), S.3 ff.

¹¹ Vgl. BAWA (2023), S.10

¹² Quelle: Eigene Darstellung auf Basis verwendeter Quellen

¹³ Vgl. Climate Partner (2023), online

So führt der Einsatz unterschiedlicher Softwareprodukte (z.B. GEMIS, OpenLCA, SIMAPRO) selbst bei gleichen Ausgangsdaten zu unterschiedlichen Ergebnissen. Grund dafür sind systemseitige, spezifische Grundannahmen hinsichtlich einzelner Verarbeitungsschritte und Annahmen zu in der Produktion eingesetzten Energieträgern bei den einzelnen Softwareprodukten. Die folgende Abbildung zeigt dazu als Beispiel die CO₂e-Emissionen einer Holz-Palette, die mit vier verschiedenen Softwareprodukten ermittelt wurde.

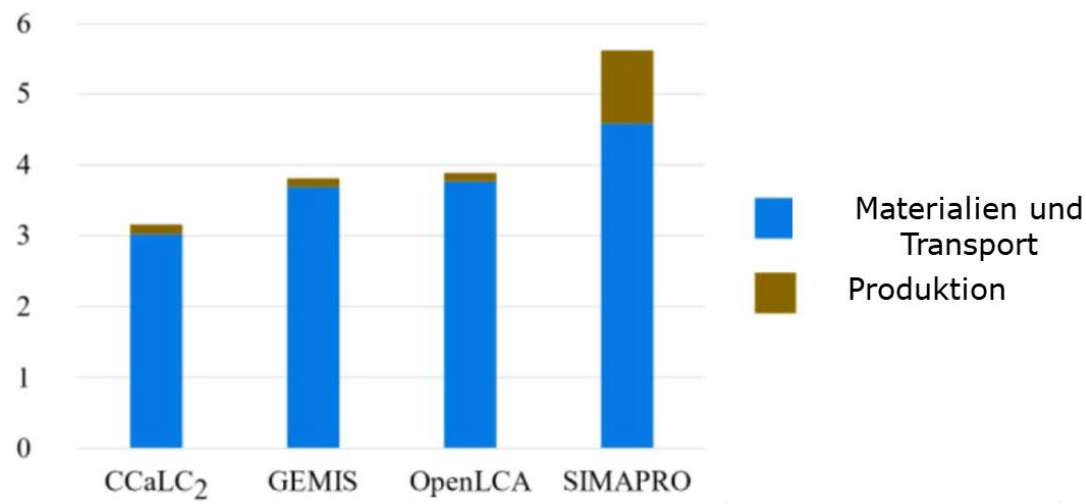


Abbildung 6: CO₂e-Intensität einer Holz-Palette ermittelt mit unterschiedlichen Software-Produkten (in kg CO₂e/Palette)¹⁴

CO₂e-Emissionsfaktoren für Ressourcen bilden die Basis für die konzeptionelle Berechnung der CO₂e-Emissionen betrachteter Produkte auf Basis eingesetzter Hauptmaterialien und beinhalten somit nur die CO₂e-Emissionen zugrundeliegender Hauptmaterialien von Produkten. Emissionsfaktoren sind somit repräsentative Werte, um Umweltwirkungen unterschiedlicher Materialien in Form von CO₂e-Emissionen abzubilden und sind eine konservative Grundlage für die Berechnung durchschnittlicher Treibhausgasemissionen aus der Produktionsphase der Grundmaterialien (A1 in obenstehender Abbildung). Dabei können Schwankungsbreiten bei Einsatz von Emissionsfaktoren auftreten, z.B. nach Herstellungsort, eingesetzten Materialarten sowie Energieträgern für Produktion von Materialien und Produkten.¹⁵

Im Best Case greifen Unternehmen an allen Stufen der Wertschöpfungskette eines Produkts (sofern technisch möglich und sinnvoll) auf Sekundärmaterialien zurück und setzen im Herstellungsprozess vorrangig erneuerbare Energieträger ein. In der wirtschaftlichen Realität werden jedoch Materialien und Vorprodukte

¹⁴ Eigene Darstellung auf Basis Vásquez et al. (2022), S.9

¹⁵ Vgl. Institut der deutschen Wirtschaft Köln (2022), S.45

aus Unkenntnis oder aus Kostengründen aus Ländern mit hohem Anteil an fossilen Energien und niedrigem Anteil an Sekundärrohstoffen bezogen.¹⁶

Zusammenfassend wird an dieser Stelle festgehalten, dass CO₂e-Emissionsfaktoren immer mit Bandbreiten und somit Unsicherheitsfaktoren zu betrachten sind und keine exakte Wissenschaft bilden, da diese von vielen unterschiedlichen Parametern beeinflusst werden, wie beispielsweise: Herkunft sowie Transportwege von Rohmaterialien, eingesetzte Produktionstechnologie oder Energieträger für Produktion.¹⁷

Die Ermittlung von CO₂e-Emissionen aus Produkten erfolgt gemäß dem Prinzip der Vorsichtigkeit und führt in Summe über alle Subkategorien zu einer tendenziellen Unterschätzung entstehender CO₂e-Emissionen:

- **„Je schlechter die Datenlage, desto konservativer der Wertansatz.“**
- **Bei Einsatz von Datenbanken oder Studien werden nur verfügbare Daten übernommen.**
- **Bei Einsatz von CO₂e-Emissionsfaktoren für Ressourcen werden lediglich Hauptmaterialien gemäß Herstellerangaben bilanziert (z.B. Stahl bei Lagertanks). Weitere Bestandteile oder Lebenszyklus-Phasen (z.B. Distribution) werden NICHT modelliert.**

Ergebnis des vorliegenden Arbeitsschrittes ist die extensive Recherche bzw. Ermittlung der CO₂e-Emissionen für über 500 Produkte in den betrachteten Lebenszyklus-Phasen. Die Verteilung von Datenquellen und Mindestumfang betrachteter Phasen des Produktlebenszyklus in Relation zum gesamten Datensatz stellt sich wie folgt dar:

Datenquelle	Betrachtete Lebenszyklus-Phasen	Anteil (in %)
Umweltproduktdeklarationen	A1-A4, C1-C4	20%
Ökobilanz-Datenbanken	mind. A1-A3	26%
Wissenschaftliche Studien	mind. A1-A3	31%
CO ₂ e-Emissionsfaktoren für Ressourcen	A1	23%

Abbildung 7: Anteil unterschiedlicher Datenquellen zur Erhebung produktspezifischer CO₂e-Emissionen¹⁸

¹⁶ Vgl. Umweltbundesamt (2022), S.29

¹⁷ Vásquez et al. (2022), S.11

¹⁸ Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung

2.4 Kalkulation produktbezogener CO₂e-Einsparungen durch Nutzung von aarena.at

Auf Basis definierter Subkategorien, zugeordneter Produkte zu Subkategorien sowie der CO₂e-Emissionen je Referenzprodukt erfolgt die Berechnung von CO₂e-Einsparungen auf Basis der Referenzprodukte im Vergleich zu Neukauf und Hochrechnung gemäß bilanzierter Phasen des Produktlebenszyklus auf Prozessmengen je Subkategorie. Abschließend erfolgt die Summenbildung über alle Subkategorien zur Ermittlung der gesamten CO₂e-Einsparungen durch Nutzung von aarena.at.

Die Grundformel zur Ermittlung der CO₂e-Einsparungen durch Nutzung von aarena.at lautet dabei:

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} (N_{ij} \cdot E_{ij})$$

Dabei gilt:

- C = Summe eingesparte CO₂e-Emissionen durch Nutzung von aarena.at
- n = Anzahl Hauptkategorien
- m_i = Anzahl Subkategorien in Hauptkategorie i
- N_{ij} = Anzahl Produkte je Subkategorie j in Hauptkategorie i
- E_{ij} = CO₂e-Emissionen pro Produkt je Subkategorie j in Hauptkategorie i

3 Studienergebnisse: CO₂e-Einsparung durch Nutzung von aarena.at

CO₂e-Einsparungen durch Nutzung von aarena.at werden auf Basis der in Kapitel 2 abgebildeten Methodik und Vorgehensweise **produktbezogen** ermittelt (exklusive Geschäftsbetrieb und Fahrten von Kund*innen). Ergebnisse der Berechnungen werden im Rahmen des vorliegenden Kapitels in unterschiedlichen Granularitäten abgebildet:

- Gesamte CO₂e-Einsparung durch Nutzung von aarena.at
- CO₂e-Einsparung durch Nutzung von aarena.at nach Produktkategorien (Hauptkategorien)
- CO₂e-Einsparung durch Nutzung von aarena.at für 3 ausgewählte Referenzprojekte

3.1 Gesamte CO₂e-Einsparung durch Nutzung von aarena.at

Auf Basis der oben beschriebenen Methodik ergibt sich für das Jahr 2023 eine produktbezogene CO₂e-Einsparung durch Nutzung von aarena.at in Höhe von:

96.228,68 Tonnen CO₂e

Die Nutzerinnen und Nutzer von aarena.at sparen damit so viel CO₂e ein, wie:

857,7 Mio. Pkw-Kilometer emittieren¹⁹

6,1 Mio. Bäume pro Jahr speichern²⁰

11.061 Österreicher*innen pro Jahr verursachen²¹

¹⁹ Monitoringbericht zu CO₂-Emissionen neu zugelassener Pkw in Österreich im Jahr 2022 (Der durchschnittliche Wert der CO₂-Emissionen nach dem „Worldwide Harmonized Light vehicles Test Procedure“ (WLTP) aller neu zugelassenen Pkw betrug 112,2 g/km), S.5

²⁰ BMEL (2019): Kohlenstoffinventur Deutschland 2017, Basis Kohlenstoffspeicherung Buche Durchschnitt/Jahr, berechnet auf Basis Schulz (2024), online

²¹ Klimadashboard Österreich (2024), online (8,7 t CO₂e/Person)

3.2 CO₂e-Einsparung durch Nutzung von aurena.at nach Produktkategorien 2023 (Hauptkategorien)

Die Verteilung der CO₂e-Einsparung durch Nutzung von aurena.at stellt sich bezogen auf die einzelnen Produktkategorien wie folgt dar. Hauptkategorien mit einem Mindestbeitrag von 0,5% zu den gesamten CO₂e-Einsparungen durch Nutzung von aurena.at wurden separat ausgewiesen, die Ergebnisse der weiteren Kategorien wurden in der Kategorie „Summe Sonstige Kategorien“ zusammengefasst abgebildet. Die Ergebnisse (in Tonnen CO₂e je Hauptkategorie) zeigt die folgende Abbildung.

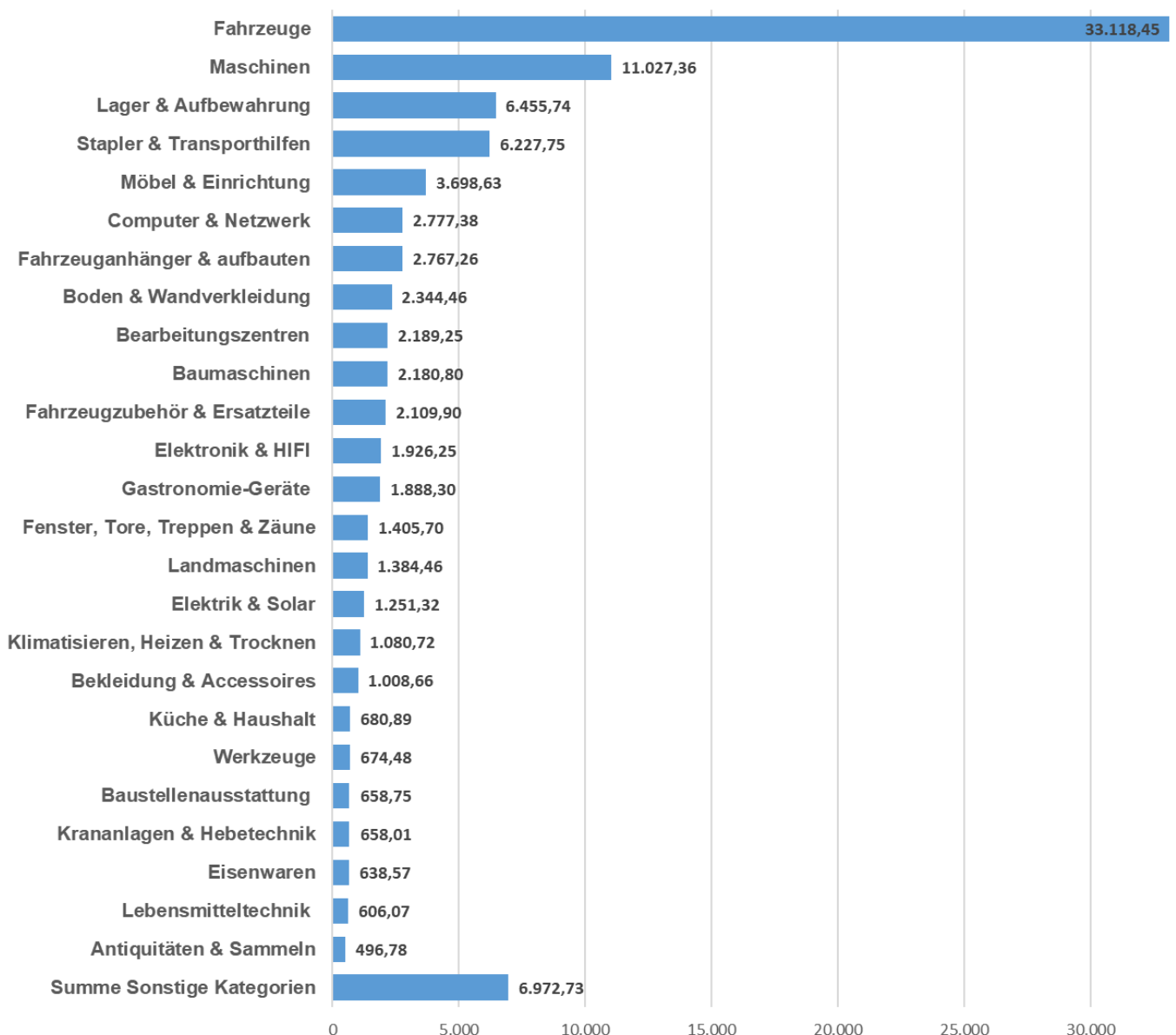


Abbildung 8: CO₂e-Einsparung durch Nutzung von aurena.at nach Hauptkategorien GESAMT (in Tonnen CO₂e)²²

²² Quelle: eigene Berechnung und Darstellung

3.3 Referenzprojekt 1: Schließung eines städtischen Freibads

Referenzprojekt 1 zeigt die CO₂e-Einsparung durch die Versteigerung des Inventars eines städtischen Freibads. Insgesamt wurden über 5.000 Produkte in 48 unterschiedlichen Hauptkategorien versteigert. Resultierende Effekte durch Nutzung von aarena.at sind dabei:

- **Einsparung von über 255 Tonnen CO₂e**
- **Entspricht den CO₂e-Emissionen von 2,27 Mio. Pkw-Kilometern²³**

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick der Zusammensetzung der CO₂e-Einsparung durch die Versteigerung des Inventars eines städtischen Freibads in Tonnen CO₂e. Hauptkategorien mit mindestens 1% Beitrag werden separat ausgewiesen, weitere Hauptkategorien sind zusammengefasst als „Summe Sonstige Kategorien“ abgebildet.

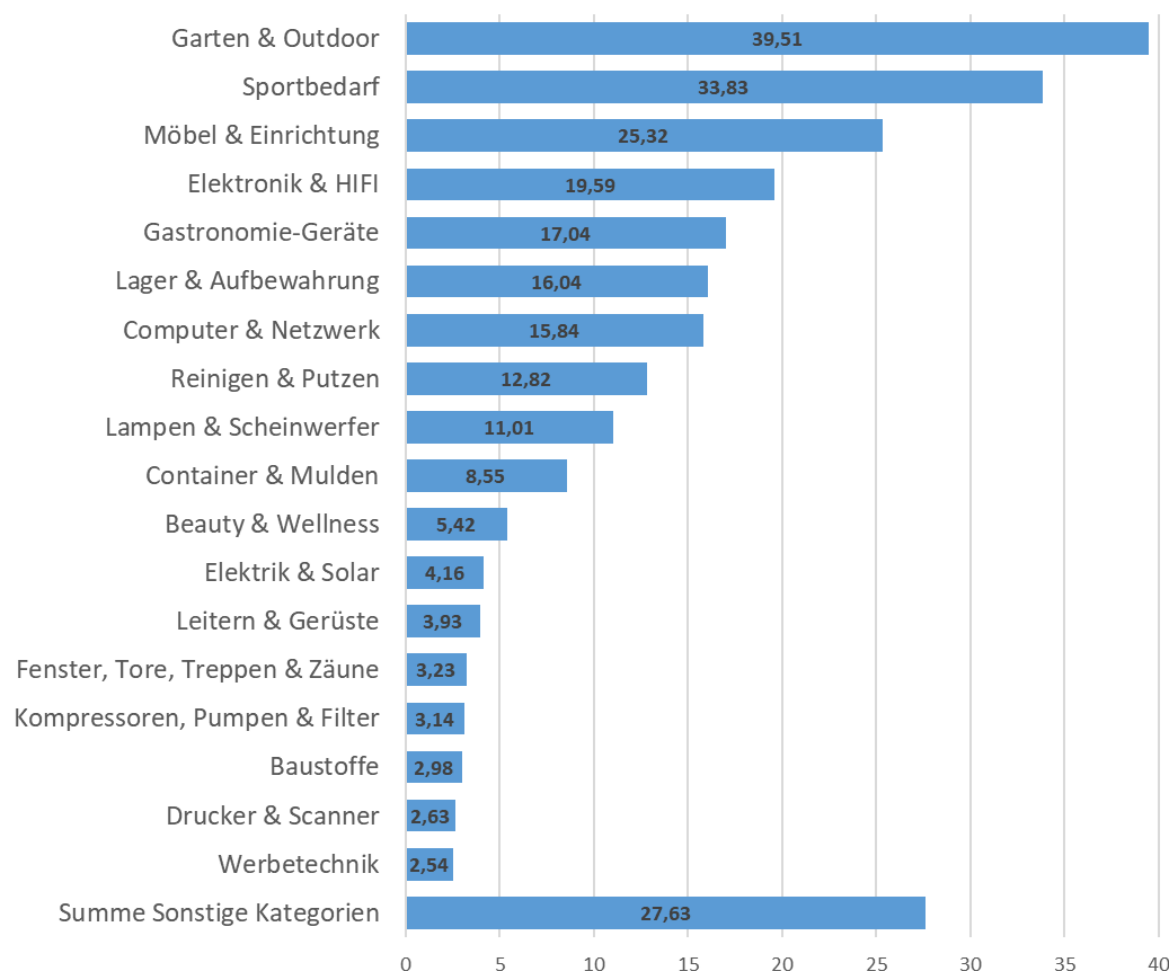


Abbildung 9: CO₂e-Einsparung Referenzprojekt 1 nach Hauptkategorien (in Tonnen CO₂e)²⁴

²³ BMK (2024): Monitoringbericht zu CO₂-Emissionen neu zugelassener Pkw in Österreich im Jahr 2022 (Der durchschnittliche Wert der CO₂-Emissionen nach dem „Worldwide Harmonized Light vehicles Test Procedure“ (WLTP) aller neu zugelassenen Pkw betrug 112,2 g/km), S.5

²⁴ Quelle: eigene Berechnung und Darstellung

3.4 Referenzprojekt 2: Auflösung einer Großbäckerei

Referenzprojekt 2 zeigt die CO₂e-Einsparung durch die Versteigerung des Inventars einer Großbäckerei. Insgesamt wurden rund 1.000 Produkte in 29 unterschiedlichen Hauptkategorien versteigert. Resultierende Effekte durch Nutzung von aarena.at sind dabei:

- **Einsparung von über 1.274 Tonnen CO₂e**
- **Entspricht den CO₂e-Emissionen von 11,35 Mio. Pkw-Kilometern²⁵**

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick der Zusammensetzung der CO₂e-Einsparung durch die Versteigerung des Inventars einer Großbäckerei in Tonnen CO₂e. Hauptkategorien mit mindestens 0,1% Beitrag werden separat ausgewiesen, weitere Hauptkategorien sind zusammengefasst als „Summe Sonstige Kategorien“ abgebildet.

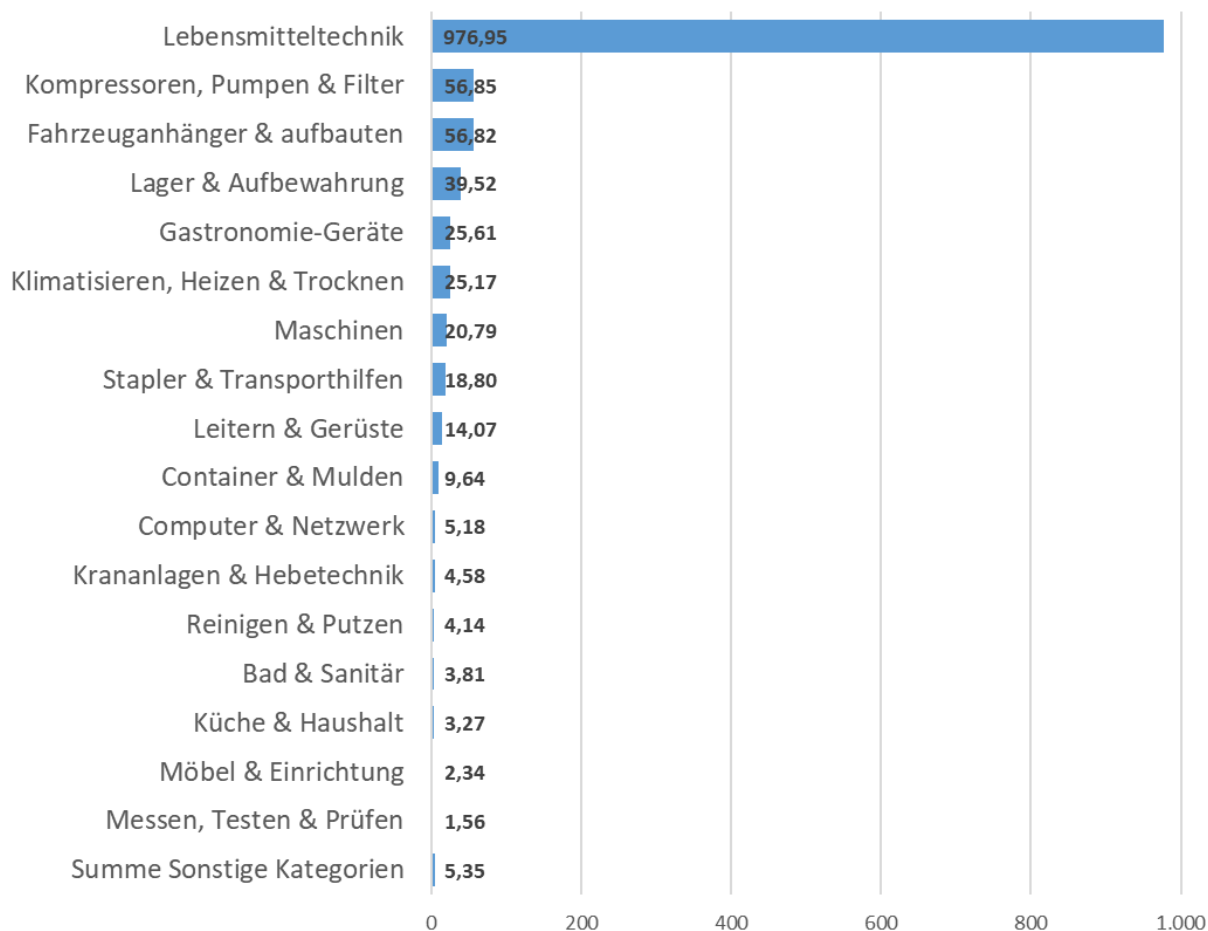


Abbildung 10: CO₂e-Einsparung Referenzprojekt 2 nach Hauptkategorien (in Tonnen CO₂e)²⁶

²⁵ BMK (2024): Monitoringbericht zu CO₂-Emissionen neu zugelassener Pkw in Österreich im Jahr 2022 (Der durchschnittliche Wert der CO₂-Emissionen nach dem „Worldwide Harmonized Light vehicles Test Procedure“ (WLTP) aller neu zugelassenen Pkw betrug 112,2 g/km), S.5

²⁶ Quelle: eigene Berechnung und Darstellung

3.5 Referenzprojekt 3: Haushaltsauflösung

Referenzprojekt 3 zeigt die CO₂e-Einsparung durch die Versteigerung des Inventars im Rahmen einer Haushaltsauflösung. Auf Basis der Daten von 48 Haushaltsauflösungen im Jahr 2023 wird dazu eine durchschnittliche Haushaltsauflösung modelliert. Im Durchschnitt werden dabei pro Haushaltsauflösung rund 400 Produkte in bis zu 55 Hauptkategorien versteigert. Resultierende Effekte durch Nutzung von aarena.at im Rahmen einer durchschnittlichen Haushaltsauflösung sind:

- **Einsparung von über 15,7 Tonnen CO₂e**
- **Entspricht den CO₂e-Emissionen von rund 140.500 Pkw-Kilometern²⁷**

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick der Zusammensetzung der CO₂e-Einsparung durch die Versteigerung des Inventars bei einer Haushaltsauflösung in Tonnen CO₂e. Hauptkategorien mit mindestens 1% Beitrag werden separat ausgewiesen, weitere Hauptkategorien sind zusammengefasst als „Summe Sonstige Kategorien“ abgebildet.

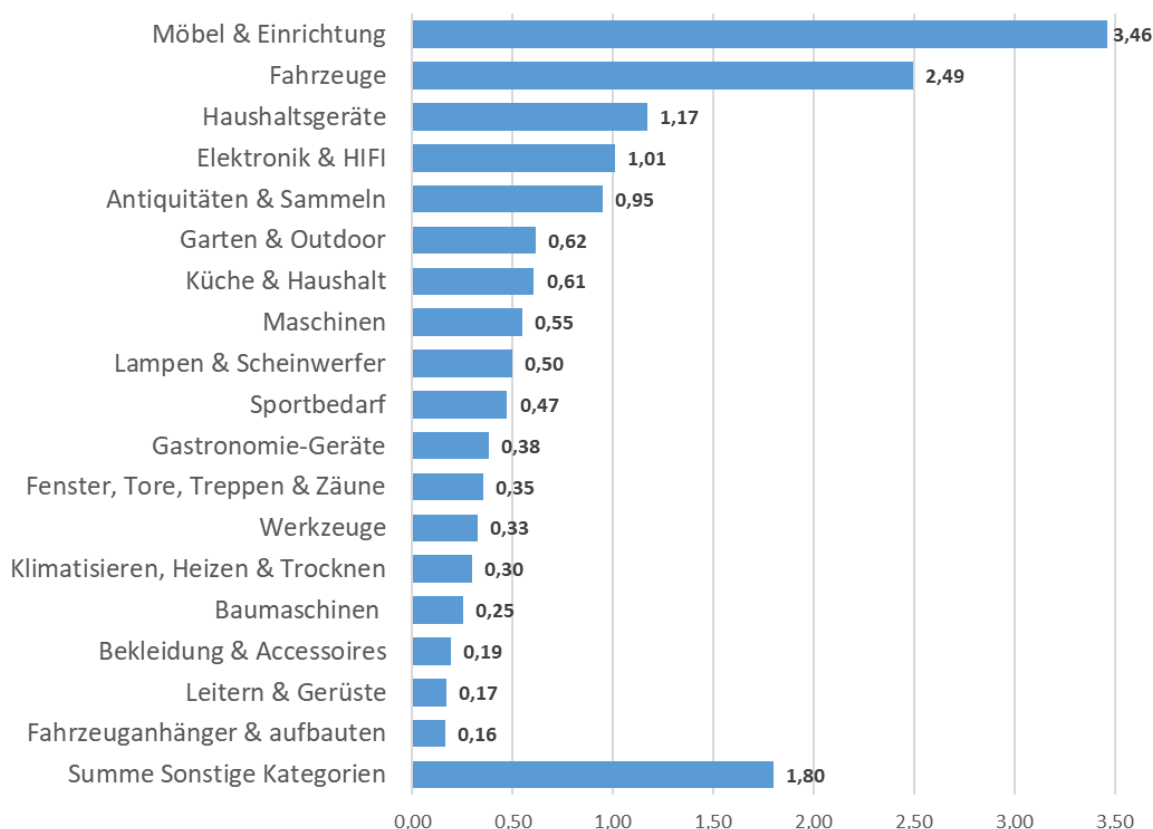


Abbildung 11: CO₂e-Einsparung Referenzprojekt 3 nach Hauptkategorien (in Tonnen CO₂e)²⁸

²⁷ BMK (2024): Monitoringbericht zu CO₂-Emissionen neu zugelassener Pkw in Österreich im Jahr 2022 (Der durchschnittliche Wert der CO₂-Emissionen nach dem „Worldwide Harmonized Light vehicles Test Procedure“ (WLTP) aller neu zugelassenen Pkw betrug 112,2 g/km), S.5

²⁸ Quelle: eigene Berechnung und Darstellung

4 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Studie untersucht produktbezogene CO₂e-Einsparungen durch die Nutzung Österreichs größter Auktionsplattform aurena.at. Für die Ermittlung der CO₂e-Einsparung durch die Verwertung von Gebrauchsgütern besteht noch keine standardisierte Erhebungsmethodik, jedoch zunehmend Standardisierung hinsichtlich betrachteter Phasen des Produktlebenszyklus (vgl.

Abbildung 4) und der Ermittlung von CO₂e-Emissionen auf Basis von Umweltproduktdeklarationen, Ökobilanz-Datenbanken und wissenschaftlichen Studien (vgl. Abbildung 5).

im Rahmen der vorliegenden Studie wurden relevante **Normen und Standards** in größtmöglichem Umfang berücksichtigt. Während für 77% der über 500 betrachteten Referenzprodukte Daten verfügbar waren, ist für 23% betrachteter Referenzprodukte eine konservative Rückrechnung auf Basis von CO₂e-Emissionsfaktoren für Ressourcen erfolgt. Somit ist von einer **tendenziellen Unterschätzung** der CO₂e-Einsparung durch Nutzung von aurena.at auszugehen.

Die **Ergebnisse** zeigen dabei je nach Betrachtungsobjekt unterschiedliche CO₂e-Einsparungen und Schwerpunkte hinsichtlich der wichtigsten Produktkategorien. Während Fahrzeuge insgesamt die Hauptkategorie mit den höchsten Einsparungen (über 33.100 t CO₂e) bilden, sind bei Betrachtung der Referenzprojekte die Kategorien Garten & Outdoor, Lebensmitteltechnik sowie Möbel & Einrichtung gemäß den Projekten-Schwerpunkten die Hauptkategorien mit den höchsten Einsparungen wie folgende Abbildung zeigt:

Ergebnisgröße	Einsparung (in t CO ₂ e, gerundet)	Top 3 Hauptkategorien
CO ₂ e-Einsparung durch Nutzung von aurena.at 2023 GESAMT	96.228,68 t CO ₂ e	1. Fahrzeuge 2. Maschinen 3. Lager & Aufbewahrung
Referenzprojekt 1: Schließung eines städtischen Freibads	255 t CO ₂ e	1. Garten & Outdoor 2. Sportbedarf 3. Möbel & Einrichtung
Referenzprojekt 2: Auflösung einer Großbäckerei	1.274 t CO ₂ e	1. Lebensmitteltechnik 2. Kompressoren, Pumpen und Filter 3. Fahrzeuganhänger und Aufbauten
Referenzprojekt 3: Haushaltsauflösung	15,7 t CO ₂ e	1. Möbel & Einrichtung 2. Fahrzeuge 3. Haushaltsgeräte

Abbildung 12: CO₂e-Einsparung GESAMT sowie je Referenzprojekt (in Tonnen CO₂e)²⁹

²⁹ Quelle: eigene Berechnung und Darstellung

Zusammenfassend wird festgehalten, dass die Ermittlung **produktbezogener Umweltwirkungen** (z.B. gewinnt) rasant an Bedeutung gewinnt. Die zunehmende Verfügbarkeit standardisierter Umweltproduktdeklarationen sowie der Aufbau von Ökobilanz-Datenbanken unterstützt diese Entwicklung. Die stufenweise Einführung eines verpflichtenden **unternehmensbezogenen ESG-Reportings** in Unternehmen zur Erfüllung der CSRD-Richtlinie stellt Unternehmen einerseits vor neue Herausforderungen, bildet jedoch auch eine wichtige Chance zur Reduktion des Corporate Carbon Footprints.

Insbesondere die Schaffung von Standards für die Nachhaltigkeitsberichterstattung und die Definition von Roadmaps zur CO₂e-Reduktion helfen Unternehmen, ihre Umweltwirkungen wie CO₂e-Emissionen, Soziales und Unternehmensführung auf eine nachhaltige Zukunft auszurichten.

AURENA hat die Notwendigkeit zur Quantifizierung und Reduktion von Umweltwirkungen und insbesondere von CO₂e-Emissionen klar erkannt und trägt mit seinem zirkulären Geschäftsmodell das Thema Nachhaltigkeit bereits in der Unternehmens-DNA. Gemeinsam mit seinen Nutzerinnen und Nutzern leistet AURENA einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele und der Ressourcenschonung im Rahmen der Circular Economy durch die Verlängerung des Produktlebenszyklus von Gebrauchsgütern.

5 Literaturverzeichnis

Al-Shamiri, A. Y. R. (2021): Artificial Intelligence and Pattern Recognition Using Data Mining Algorithms, in: International Journal of Computer Science and Network Security, VOL. 21 No. 7, July 2021, p. 221-232

Apple (2022): Product Environmental Report iPhone 14 Pro, abrufbar unter: https://www.apple.com/environment/pdf/products/iphone/iPhone_14_Pro_PER_Sept2022.pdf (22.05.2024)

BMEL (2019): Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.), Kohlenstoffinventur 2017, abrufbar unter: <https://www.bundeswaldinventur.de/kohlenstoffinventur-2017> (18.05.2024)

BMK (2024): Bundesministerium für Klimaschutz (Hrsg.), CO₂-Monitoring von Personenkraftwagen (PKW) 2022, abrufbar unter: https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/co2_monitoring/pkw.html (17.05.2024)

BAWA (2023): Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Hrsg.), Informationsblatt CO₂-Faktoren, abrufbar unter: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2024.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (11.05.2024)

Climate Partner (2023): Alles, was Sie über Emissionsfaktoren wissen müssen, abrufbar unter: <https://www.climatepartner.com/de/wissen/insights/alles-was-sie-ueber-emissionsfaktoren-wissen-muessen> (20.05.2024)

Fraunhofer (2024): EPD Umweltproduktdeklaration, abrufbar unter: <https://www.ibp.fraunhofer.de/de/kompetenzen/ganzheitliche-bilanzierung/methoden-ganzheitliche-bilanzierung/epd-umweltproduktdeklaration.html> (11.06.2024)

Fraunhofer (2023): Sustainability Impact Measurement Refurbed GmbH, abrufbar unter: https://drive.google.com/file/d/1pCGfFlit1056PK_MZfawvlzk5ddpGoMH/view (17.05.2024)

Institut der deutschen Wirtschaft Köln (2022): Wertschöpfungskette Stahl: Nachhaltigkeit im internationalen Vergleich - Studie für die Wirtschaftsvereinigung

Klimadashboard Österreich (2024): Die Daten und Fakten zur Klimakrise in Österreich, abrufbar unter: <https://klimadashboard.at/> (20.06.2024)

Stahl, abrufbar unter: https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/Bericht-WSK-Stahl_final-1.pdf (21.05.2024)

Ragazzi, I., Farley, M., Jeffery, K., Butnar, I. (2023): Using life cycle assessments to guide reduction in the carbon footprint of single-use lab consumables, in: PLOS Sustain Transform 2(9): e0000080. <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000080> (18.06.2024)

Schibsted (2022): The Second Hand Effect 2021 report - Calculating the environmental benefits of second-hand trade

Schulz, C. (2024): Wie viel CO2 speichert ein Baum pro Jahr?, abrufbar unter: <https://www.fortomorrow.eu/de/blog/co2-baum> (20.05.2024)

Umweltbundesamt (2022): Ökobilanz von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen, Fahrzeugspezifikationen und Systemgrenzen, abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0801.pdf> (05.05.2024)

Umweltbundesamt (2020): Grundlagen und Empfehlungen zur Beschreibung der Rückbau-, Nachnutzungs- und Entsorgungsphase von Bauprodukten in Umweltproduktdeklarationen, abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/20-07-06_texte_129-2020_leitfaden-bauproduktindustrie.pdf (17.05.2024)

Vásquez, M., Vásquez-Ibarra, L., Musule, R., Iriarte, A. (2022): Carbon footprint of wooden and plastic pallets: a quantification with different software tools, in: Maderas, Ciencia y tecnología 2022 (24): 45, 1-16, DOI: 10.4067/s0718-221x2022000100445

ÖKOBAUDAT (2023): ÖKOBAUDAT, abrufbar unter: <https://oekobaudat.de/> (17.06.2024)