

Sustainability Impact Measurement Refurbed GmbH

für:

Refurbed GmbH
Jakov-Lind-Straße 7
1020 Wien

bearbeitet von:

Tanja Nemeth
Maximilian Nowak
Paul Rudorf

Fraunhofer Austria Research GmbH
Geschäftsbereich Fabrikplanung und Produktionsmanagement
Theresianumgasse 7
1040 Wien, Österreich

Wien, 09.03.2023

Inhalt

1	Refurbed GmbH	3
2	Fraunhofer Austria Research GmbH.....	3
3	Einleitung.....	4
4	Begriffe und Abkürzungen.....	5
5	Untersuchungsgegenstand.....	6
5.1	Deklarierte Einheit	6
5.2	Referenzfluss	7
6	Systemgrenzen	9
6.1	Art der Inputs und Outputs des Systems	9
6.2	Entscheidungskriterien für Prozessmodule	11
6.3	Wesentlichkeitsanalyse	12
7	Emissionsquellen	12
7.1	Datenquellen.....	12
7.2	Datenerfassung.....	13
8	Emissionsfaktoren.....	13
8.1	Betrachtete ökologische Größen	13
8.2	Quellen für Emissionsfaktoren.....	14
8.3	Vorgehensmodell bei der Wahl der Emissionsfaktoren	14
9	Allokationsverfahren.....	15
10	Unsicherheiten und Ausschlüsse	16
10.1	Unsicherheiten	16
10.2	Ausschlüsse.....	17
11	Auswertung.....	17
11.1	Refurbished Apple iPhone 11	18
11.2	Refurbished Samsung Galaxy S20 FE	20
11.3	Refurbished Apple iPad Pro 4 12,9"	23
11.4	Refurbished Apple MacBook Air 13,3"	26
11.5	Refurbished Lenovo Thinkpad T460 i5.....	29
11.6	Gegenüberstellung der Ergebnisse mit bestehenden Studien.....	32
11.7	Maßnahmen zur Reduktion der ökologischen Größen.....	33
12	Einfluss von Refurbed.....	34
13	Werthaltung und zeitlicher Gültigkeitsbereich	37
14	Literaturverzeichnis	38

1 Refurbed GmbH

Refurbed GmbH (in Folge kurz Refurbed) ist der am schnellsten wachsende Online-Marktplatz für refurbished Produkte in der gesamten DACH-Region. 2017 von Peter Windischhofer, Kilian Kaminski und Jürgen Riedl in Wien gegründet, beschäftigt Refurbed mittlerweile mehr als 290 Personen. Die Plattform bietet vollständig erneuerte elektronische Geräte bis zu 40 % günstiger und mit mindestens zwölf Monaten Garantie an. Durch das Refurbishment verringert sich der Ausstoß von Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Kauf eines Neugerätes deutlich. Für jedes verkaufte Produkt wird zudem ein Baum gepflanzt, um die Auswirkungen auf die Umwelt weiter zu reduzieren. Mittlerweile umfasst das Sortiment auf dem Marktplatz mehrere tausend Produkte – von Smartphones, Laptops und Tablets bis hin zu Haushaltsgeräten oder E-Bikes.

2 Fraunhofer Austria Research GmbH

Die Fraunhofer Austria Research GmbH (in Folge kurz FhA) ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung, die durch Forschungsaktivitäten wichtige gesellschaftspolitische Aufgaben löst. Das Unternehmen verfolgt keine eigennützigen Ziele und strebt keinen unternehmerischen Profit an. Das Ziel ist es, großen Nutzen für die österreichische Gesellschaft zu stiften:

- Durch aktiven Wissenstransfer unserer Forschungsergebnisse trägt FhA zur Informationsvielfalt und Bewusstseinsbildung in der österreichischen Gesellschaft, insbesondere im Kernthema Nachhaltigkeit in der Produktion und Logistik, bei.
- Durch aktiven Innovationstransfer setzt FhA Maßnahmen zur Förderung der Allgemeinheit auf geistigem Gebiet, insbesondere bei der Übersetzung von grundlagenorientiertem in anwendungsnahe Wissen für mehr Nachhaltigkeit in Produktion und Logistik.

Im Rahmen von Industrieprojekten arbeitet FhA als innovativer Partner mit Unternehmen unterschiedlichster Tätigkeitsfelder zusammen. Gemeinsam werden im Projektteam konkrete Aufgabestellungen rund um Produktion und Logistik gelöst. Das Thema ökologische Nachhaltigkeit hat dabei in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen und stellt einen festen Bestandteil der Ziele unserer Forschungspartner dar.

FhA ist an vier Standorten in Österreich tätig, wobei sich der Hauptsitz in Wien befindet. Weitere Standorte sind Graz, Klagenfurt und Wattens. Der Berufsalltag findet im Büro, Homeoffice oder vor Ort bei Unternehmenspartnern statt.

3 Einleitung

Im Rahmen des Projektes „Sustainability Impact Measurement bei Refurbed GmbH“ wurde von FhA eine umfangreiche Bilanzierung ökologischer Größen (CO₂-Emissionen, Wasserverbrauch und Elektroschrott) auf Produktebene für das Jahr 2021 durchgeführt. Untersucht wurden fünf Referenzprodukte, welche auf dem Online-Marktplatz von Refurbed vertrieben werden. Dabei handelt es sich um zwei Smartphone-Modelle, ein Tablet und zwei Laptops. Die Modelle wurden entweder aufgrund hoher Verkaufszahlen oder aufgrund der Verfügbarkeit von Vergleichsdaten der ökologischen Auswirkungen ausgewählt. Ziel des Vorhabens war es, eine quantitative Aussage treffen zu können, inwiefern der Kauf eines aufbereiteten Elektronikgerätes gegenüber dem jeweiligen Neugerät ökologische Vorteile mit sich bringt. Hierfür wurde eine Datenerhebung bei Refurbed-Händlern durchgeführt sowie ein individuelles Rechenmodell erstellt, um alle anfallenden Emissionen auf Produktebene zuweisen zu können.

Hinweis: Zur besseren Lesbarkeit des Dokumentes wird auf die Schreibweise CO₂-Äquivalente verzichtet und verallgemeinert CO₂ oder Treibhausgase (THG) verwendet.

4 Begriffe und Abkürzungen

Refurbed:	Online-Marktplatz für aufbereitete Elektronikgeräte.
DL&GTB:	D aten l öschen, G erät t esten und b ewerten (DL>B): Prozess, welcher zum Ziel hat, ein gebrauchtes Gerät auf die Werkseinstellungen zurückzusetzen, das Gerät auf Funktionsfähigkeit zu prüfen sowie dieses anhand von festgelegten optischen Kriterien zu bewerten und einem Produkt-Grading (A, B, C) zuzuordnen. Dieser Prozess muss von jedem Gerät, welches auf dem Online-Marktplatz von Refurbed vertrieben wird, durchlaufen werden.
Aufbereitung:	Aufbereitungsprozess, welcher zum Ziel hat, defekte oder optisch verschlissene Komponenten zu ersetzen.
Refurbishment:	Gesamter Prozess: DL>B und Aufbereitung
Refurbed-Produkt:	Produkt, welches auf dem Online-Marktplatz von Refurbed angeboten wird.
Refurbed-Händler:	Unternehmen, welches das DL>B sowie gegebenenfalls eine Aufbereitung durchführt und die Refurbed-Produkte via Refurbed vertreibt.
Reseller:	Refurbed-Händler, welcher lediglich den Prozessschritte DL>B durchführt und die Refurbed-Produkte via Refurbed vertreibt.
Refurbisher:	Refurbed-Händler, welcher alle notwendigen Prozessschritte für ein Refurbishment durchführt und die Refurbed-Produkte via Refurbed vertreibt.
CCF:	Corporate Carbon Footprint – Bilanzsumme aller CO ₂ -Emissionen, welche einer Einrichtung zuzuordnen sind.
PCF:	Product Carbon Footprint – Bilanzsumme aller CO ₂ -Emissionen, welche entlang des Lebenszyklus eines definierten Produktes anfallen.
CF:	Corporate Footprint - Wie CCF inkludiert jedoch weitere ökologische Größen wie z. B. Wasserverbrauch
PF:	Product Footprint - Wie PCF inkludiert jedoch weitere ökologische Größen wie z. B. Wasserverbrauch
EQ:	Emissionsquelle
EF:	Emissionsfaktor

5 Untersuchungsgegenstand

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung sind Elektronikgeräte, welche auf dem Online-Marktplatz von Refurbed vertrieben werden. Dabei handelt es sich um Geräte, welche bereits genutzt wurden. Der hier betrachtete Prozess unterscheidet sich vom klassischen Recycling maßgeblich. Es wird nicht das Abfallprodukt Elektronikgerät verwertet, sondern das noch funktionsfähige Produkt wird für eine weitere Nutzung aufbereitet. Hierfür wird das Gerät nach der ersten Nutzungsphase von dessen Lebenszyklus entkoppelt und nach Abschluss der zweiten Nutzungsphase, wenn eine weitere Aufbereitung aus ökonomischer Sicht nicht mehr sinnvoll ist, diesem wieder zugeführt. Ziel von diesem Prozess ist es, die Lebensdauer eines Elektronikgerätes signifikant zu verlängern und so wertvolle Ressourcen einzusparen, indem das Gerät möglichst lange in Verwendung bleibt.

Um eine Bilanzierung gemäß den bestehenden Standards umzusetzen und die Vergleichbarkeit gegenüber dem jeweiligen Neugerät zu wahren, ist eine klare Definition des Untersuchungsgegenstandes notwendig. Die Wahl der deklarierten Einheit und des Referenzflusses wurde daher, wie im Nachfolgenden beschrieben, definiert.

5.1 Deklarierte Einheit

Die vorliegende Ausarbeitung behandelt einen partiellen Produkt Fußabdruck (PF). Betrachtet wird ein zweiter Lebenszyklus, welcher nicht an einen vorangegangenen Lebenszyklus anschließt, sondern parallel zu diesem verläuft. Abbildung 1 zeigt diesen Vorgang anschaulich.

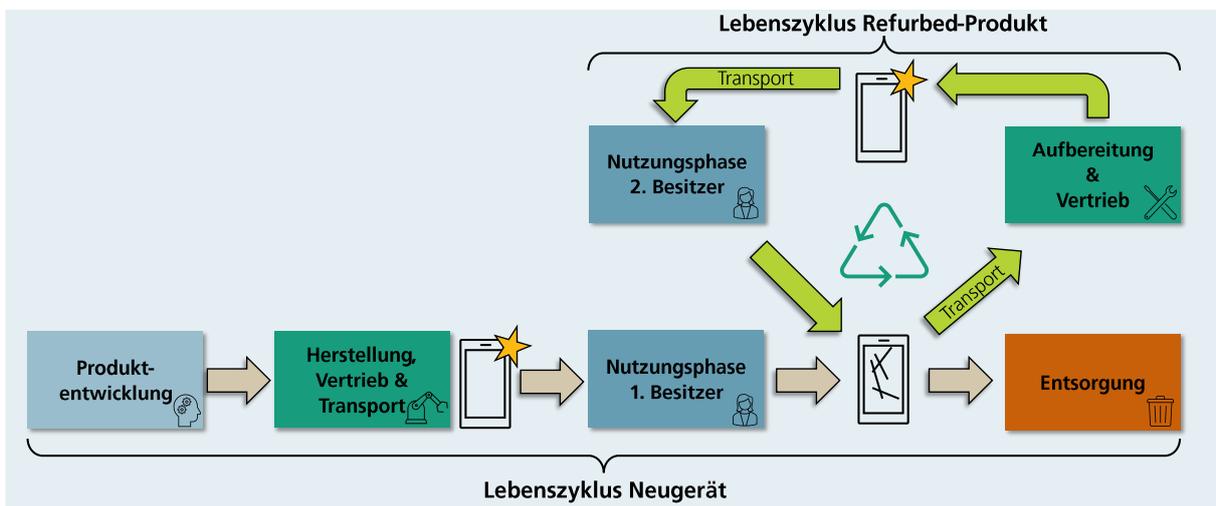


ABBILDUNG 1: LEBENSZYKLUS NEUGERÄT VS. REFURBED-PRODUKT

Ziel des Aufbereitungsprozesses ist es, dem Konsumenten ein Elektronikgerät anbieten zu können, welches weitestgehend dieselben Kriterien erfüllt wie ein Neugerät. Ist der/die Käufer:in bereit, auf die „neueste“ Technologie zu verzichten, so kann er ein optisch einwandfreies und technisch voll funktionsfähiges Gerät erwerben. Dieses hat durch den reduzierten Einsatz von Ressourcen einen weit weniger negativen Einfluss auf die Umwelt im Vergleich zu dem jeweiligen Neugerät.

Die deklarierte Einheit wird daher als „**Anschaffung eins Elektronikgeräts**“ definiert.

Alle Emissionen aus dem ersten Lebenszyklus werden dem/der Erstbesitzer:in zugeschrieben. Jene Emissionen, welche durch das Refurbishment verursacht werden, werden dem/der Zweitbesitzer:in zugeschrieben.

Untersucht wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Geräte jeweils in ihrer Basisausführung. So wurde beispielsweise für das Apple iPhone 11 die Ausführung mit 64GB Speicherplatz gewählt, ebenso bei der Berechnung des Refurbed Apple iPhone 11 Modells.

TABELLE 1: ÜBERSICHT UNTERSUCHTE GERÄTE

Kategorie	Herstellerfirma	Modell	Variante	Vorstellungsjahr
Smartphone	Apple	iPhone	11	2019
Smartphone	Samsung	Galaxy	S20 FE	2020
Tablet	Apple	iPad	Pro 4 12,9"	2020
Laptop	Apple	MacBook	Air 13,3"	2017
Laptop	Lenovo	Thinkpad	T460 i5	2016

5.2 Referenzfluss

Der jeweilige Referenzfluss inkludiert sämtliche Prozesse, welche notwendig sind, um das Elektronikgerät der Kundschaft anbieten zu können (deklarierte Einheit). Ebenso sind Prozessschritte wie Verpackung und Versand, aber auch das Entsorgen des Endgerätes oder einzelner Komponenten mitberücksichtigt. Die im Folgenden aufgeführten Prozessmodule können auf Basis von Primär- oder Sekundärdaten erhoben und bewertet werden. Eine Ausnahme stellt das Prozessmodul Nutzungsphase dar, da keine Angaben bezüglich der tatsächlichen Nutzungsdauer bestehen. Es wird jedoch seitens der Herstellerfirma eine voraussichtliche Nutzungsdauer angegeben, welche die in der Realität tatsächlich vorherrschende Dauer übersteigt (Rainer Pamminger, Modelling of different circular end-of-use scenarios for smartphones, 2021). Um die Vergleichbarkeit gegenüber bestehenden Aussagen hinsichtlich Gesamtemissionen zu wahren, wurde für diese Untersuchung ebenfalls die von der Herstellerfirma angegebene Nutzungsdauer verwendet. Tabelle 2 zeigt den Referenzfluss für ein Neugerät.

TABELLE 2: REFERENZFLUSS: LEBENSZYKLUS NEUGERÄT

	Prozessmodul	Bedeutung	verantwortliche Einrichtung
Referenzfluss: Lebenszyklus Neugerät	Produktentwicklung	Tätigkeiten, welche durch die Entwicklung des Produktes entstehen	Produktherstellerfirma
	Rohstoffgewinnung und Verarbeitung	Abbau sowie Weiterverarbeitung der benötigten Rohstoffe zu funktionsfähigen Einzelkomponenten	Komponentenherstellerfirma
	Transport	Transport: Einzelkomponenten → Produktion	Komponentenherstellerfirma
	Produktion	Zusammenbau der Einzelkomponenten zu einem Fertigprodukt	Produktherstellerfirma
	Transport	Transport: Fertigprodukt → Vertriebsstelle	Produktherstellerfirma
	Vertrieb	Direktvertrieb der Geräte mittels Onlinestore oder durch einen autorisierten Fachhändler	Vertriebsstelle
	Nutzungsphase	Emissionen, welche durch die Nutzung entstehen	1. Besitzer:in
	Transport	Transport: 1. Besitzer:in → Entsorgung	Produktherstellerfirma
	Entsorgung	Emissionen, welche durch die Entsorgung des nicht mehr benötigten Geräts entstehen	Produktherstellerfirma

Tabelle 3 zeigt den Referenzfluss für ein Refurbed-Produkt. Der Prozessschritt „Aufbereitung“ inkludiert alle Tätigkeiten und Ressourcen, welche notwendig sind, um das Gerät in den gewünschten Zustand zu versetzen. Benötigte Ersatzteile wie z. B. Display, Batterie oder Ladekabel werden mit ihrem vollständigen Lebenszyklus (Cradle-to-Grave) in die Bilanzierung aufgenommen.

TABELLE 3: REFERENZFLUSS: REFURBED-PRODUKT

	Prozessmodul	Bedeutung	verantwortliche Einrichtung
Referenzfluss: Lebenszyklus Refurbed-Produkt	Transport	Transport: Gebrauchtgeräte → Refurbed-Händler	Refurbed-Händler
	Refurbishment	DL>B und ggf. Aufbereitung von gebrauchten Geräten; Ersatzteile, welche für die Aufbereitung der Elektronik notwendig sind	Refurbed-Händler
	Vertrieb	Vertrieb der Geräte auf einem Online-Marktplatz	Refurbed
	Transport	Transport: Refurbed-Produkt → Kundschaft	Refurbed-Händler
	Nutzungsphase	Emissionen, welche durch die Nutzung entstehen	2. Besitzer:in

6 Systemgrenzen

Die Wahl der Systemgrenzen ist an zwei Entscheidungsprozesse gebunden. Zum einen sollten möglichst wenig Emissionsquellen außerhalb der Systemgrenzen liegen, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten. Wichtige Faktoren hierbei sind die Verfügbarkeit von Daten und wie umfangreich eine Auswertung dieser ist. Zum anderen muss die Vergleichbarkeit gegenüber dem jeweiligen Referenzprodukt gegeben sein. Es ist daher notwendig, gegebenenfalls Positionen, welche nicht zwingend von Standards (ISO-Norm 14040/67) gefordert werden, zu inkludieren oder Emissionsquellen für eine Gegenüberstellung temporär auszuklammern.

6.1 Art der Inputs und Outputs des Systems

Gemäß ISO 14040/67 sind für die Bilanzierung eines Lebenswegs folgende Phasen zu berücksichtigen:

1. Rohstoffgewinnung
2. Konstruktion (Produktentwicklung)
3. Produktion
4. Transport/Auslieferung
5. Anwendung (Nutzungsphase)
6. Behandlung am Ende des Lebenswegs (Entsorgung)

Für die vorliegende Untersuchung wurden, wie in Tabelle 2 und Tabelle 3 dargestellt, alle Phasen/Prozessmodule berücksichtigt. Die Norm sieht vor, dass sämtliche Positionen in einer Phase erfasst werden, welche direkt mit dem Produkt in Verbindung stehen.

Um die Vergleichbarkeit gegenüber dem jeweiligen Neugerät zu wahren und dem Ansatz der konservativen Wahl von Systemgrenzen gerecht zu werden, wurden die nachfolgenden Positionen angepasst.

- **Pendelverhalten**

Das Pendelverhalten der Mitarbeiter:innen muss bei der Bilanzierung eines Refurbed-Händlers gemäß Norm nicht zwingend inkludiert werden, da diese Aktivität nicht direkt dem Aufbereitungsprozess zuzuordnen ist. Der CO₂-Fußabdruck von Neugeräten berücksichtigt diese Emissionsquelle jedoch, weshalb aus Gründen der Vergleichbarkeit diese bei Refurbed-Produkten ebenfalls berücksichtigt wurden.

- **Transport/Auslieferung**

Nachstehend sind jeweils die Transportbeziehungen auf Einrichtungsebene eines Neugeräts und eines Refurbed-Produktes aufgeführt.

Transporttätigkeiten bei Neugeräten:

Einzelkomponenten	→	Produktion Neugerät	=	inkludiert
Produktion Neugeräte	→	Großhandel	=	inkludiert
Großhandel	→	Zwischenhandel	=	inkludiert
Großhandel	→	Fachgeschäft	=	inkludiert
Zwischenhandel	→	Endkund:in	=	(nicht) inkludiert
Fachgeschäft	→	Endkund:in	=	(nicht) inkludiert
Endkund:in	→	Entsorgung	=	inkludiert

Transporttätigkeiten bei Refurbed-Produkt

Gebrauchtgeräte	→	Refurbed-Händler	=	inkludiert
Refurbed-Händler	→	Endkund:in	=	inkludiert

Aus den Dokumentationen der Herstellerfirmen ist nicht klar ersichtlich, ob die gesamte Transportkette bei der Bilanzierung der ökologischen Größen berücksichtigt wurde. Konkret besteht die Möglichkeit, dass der letzte Transportschritt hin zum/zur Endkund:in bei Neugeräten ausgeklammert wurde. Es handelt sich dabei um die Abholung der Neugeräte von einem/einer Endkund:in bei einem Fachhändler und um das Versenden von Neugeräten von einem Zwischenhändler zum/zur Endkund:in (Apple_Environmental_Progress_Report, 2023). Grund hierfür ist die unzureichende Datenlage sowie die Vielzahl an Möglichkeiten, welche die Kundschaft hat, ein Produkt zu erwerben. Dazu zählen Online-Vertrieb (analog zu Refurbed), das Abholen in einem Fachgeschäft (Retail Store) oder auch im Elektronikgroßhandel. Die Anreise zu den Geschäften kann mit einem Kraftfahrzeug auf fossiler Basis sein, aber auch emissionsarm mit dem Fahrrad geschehen. Auf Basis der vielfältigen Möglichkeiten stellt die Bilanzierung von diesem Schritt eine große Herausforderung dar. Refurbed-Produkte besitzen hingegen keine derart vielschichtige Transportkette, da die Produkte ausschließlich online verkauft werden und in der

Regel keine weiteren Zwischenhändler in der Prozesskette inkludiert sind. Dies führt dazu, dass der Transport transparent, nachvollziehbar und mit genügend Daten belegt werden kann, sodass bei der vorliegenden Bilanz von Refurbed der Transport zu den Endkund:innen explizit mitaufgenommen wird. Der konservative Ansatz gewährleistet, dass ein Vergleich und die Kommunikation der Ergebnisse nach außen uneingeschränkt möglich sind. Darüber hinaus ist zu beachten, dass bei Neugeräten die Emissionen aus dem Prozessmodul Transport lediglich einen Anteil zwischen 2-5 % an den Gesamtemissionen haben. Ein Inkludieren des letzten Transportschrittes hin zum/zur Endkund:in würde diesen Anteil voraussichtlich um 10 % erhöhen. Demnach würde der ökologische Fußabdruck eines Neugeräts um ca. 0,5 % ansteigen, was keine signifikante Änderung der Gesamtemissionen zur Folge hat. Eine Anpassung wäre jedoch damit verbunden, dass der öffentlich verfügbare Emissionswert bei der Herstellerfirma nicht mit dem im Bericht verwendeten übereinstimmt. Aus diesem Grund wird auf eine Anpassung der Emissionsquelle für Neugeräte verzichtet und eine mögliche Überschätzung der Emissionen eines Refurbed-Produktes, verglichen mit dem jeweiligen Neugerät in Kauf genommen.

- **Nutzungsdauer**

Die Nutzungsdauer von Neugeräten wird laut Herstellerfirmen mit drei Jahren für Smartphones und Tablets sowie mit vier Jahren für Laptops angegeben. Software-Updates sind hingegen deutlich länger verfügbar, womit die softwareseitige Sicherheit weit über die 1. Nutzungsphase hinaus gewährleistet ist (Apple Sicherheitsupdates, 2023). Die tatsächliche Nutzungsdauer von Elektronikgeräten weicht daher von der Herstellerfirma angegebenen Dauer ab. Ein Berücksichtigen der jeweils tatsächlichen Zeitspanne bedarf einer umfangreichen Analyse, welche nicht Bestandteil dieser Ausarbeitung ist. Die Nutzungsdauer wurde daher für die jeweiligen Produkte, wie in Tabelle 4 dargestellt, festgelegt. Für Refurbed-Produkte wurde die Differenz zwischen der 1. Nutzungsphase und der durchschnittlichen Softwareverfügbarkeit gewählt.

TABELLE 4: NUTZUNGSDAUER (ANGABEN IN JAHRE)

Modell	Neugerät [Jahre]	Softwareunterstützung [Jahre]	Refurbed-Produkt [Jahre]
Apple iPhone 11	3	6	3
Samsung Galaxy S20 FE	3	6	3
Apple iPad Pro 4 12,9"	3	6	3
Apple MacBook Air 13,3"	4	8	4
Lenovo Thinkpad T460 i5	4	8	4

6.2 Entscheidungskriterien für Prozessmodule

Die vorliegende Untersuchung stellt den Lebenszyklus eines Neugerätes dem eines Refurbed-Produktes gegenüber. Wie in Tabelle 2 und Tabelle 3 zu sehen ist, unterscheiden sich die jeweiligen Referenzflüsse und somit die Prozessmodule. Auch wenn sich diese Module nicht decken, wurden alle Positionen, welche für einen Vergleich der deklarierten Einheit notwendig sind, berücksichtigt.

6.3 Wesentlichkeitsanalyse

Das strukturierte Vorgehen zur Bewertung der potenziell wesentlichen Emissionsquellen je Prozessmodul wurde, wie in Abbildung 2 dargestellt, durchgeführt. Die Kriterien für den Ausschluss einer Position sind:

- **sehr geringe Wirkung**
Der Emissionsfaktor für diese Position ist bereits bekannt und sehr gering im Vergleich zu den übrigen
- **vernachlässigbare Mengen der EQ**
Die Menge der betrachteten Position ist sehr gering

Um eine Emissionsquelle ausschließen zu können, müssen beide oben genannten Voraussetzungen zutreffen und das Produkt dieser Größen voraussichtlich weniger als 1 % der Gesamtemissionen ausmachen. Ist eine Position für mehr als 50 % der Gesamtemissionen verantwortlich, wird die „1 % - Hürde“ auf die verbleibenden Emissionen angewendet. Grundlage für die Wesentlichkeitsanalyse bildet der britische Standard PAS 2060 für Klimaneutralität.

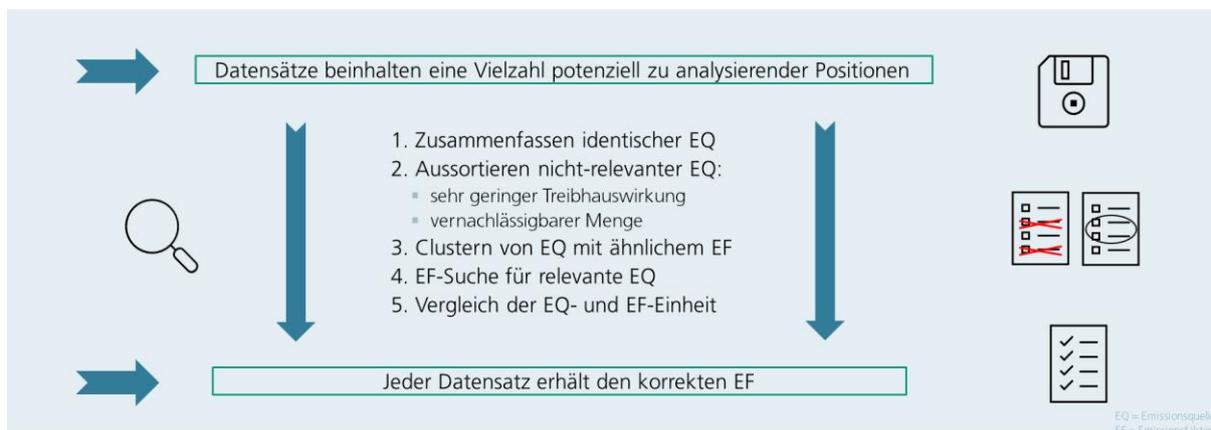


ABBILDUNG 2: METHODE WESENTLICHKEITSANALYSE

7 Emissionsquellen

Als Emissionsquelle werden sämtliche Tätigkeiten bezeichnet, welche eine ökologische Wirkung sowohl positiv als auch negativ zur Folge haben. Im Nachfolgenden wird der Prozess der Identifikation dieser Quellen beschrieben.

7.1 Datenquellen

Im Rahmen des Projektes wurden Daten bei den zwei Hauptakteuren zur Bereitstellung eines Refurbed-Produktes erhoben. Refurbed als Online-Marktplatz und Refurbed-Händler, welche das Refurbishment der Elektronikgeräte durchführen. Weitere Beteiligte wie z. B. Ersatzteilhersteller, Transportunternehmen oder Recyclingunternehmen wurden nicht in den individuellen Datenerfassungsprozess mit aufgenommen, da hierzu in Öko-Datenbanken (z.B. Ecoinvent) ausreichend Informationen zur Verfügung stehen.

7.2 Datenerfassung

Die zur Bilanzierung der ökologischen Größen notwendigen Daten wurden mittels Fragebogen bei den Hauptakteuren erhoben. Diese wurde jeweils von sechs unterschiedlichen Refurbed-Händlern ausgefüllt sowie von Refurbed selbst. Der Fragebogen teilt sich in drei Kategorien, welche nachstehend beschrieben sind:

- **Corporate Carbon Footprint**

Inhalt: Vorgefertigte Bilanz i. A. an ISO 14064-1, welche bereits mit den wesentlichen Emissionsquellen befüllt wurde (Scope 1 bis 3).

Ziel: Erstellung eines CCF von jedem teilnehmenden Unternehmen.

Aufgabe: Befüllen der vorgefertigten Positionen mit den im Unternehmen (Jahr: 2021) angefallenen Mengen sowie ergänzen von weiteren wesentlichen Quellen.

- **Allgemeine Informationen**

Inhalt: Unternehmensspezifische Fragen zu den bearbeiteten Elektronikgeräten sowie zum Aufbereitungsprozess im Allgemeinen.

Ziel: Adäquate Zuordnung der nicht direkt zuordenbaren Emissionen aus dem CCF auf die Referenzprodukte.

Aufgabe: Beantworten der definierten Fragen.

- **Pendelverhalten**

Inhalt: Mitarbeiter:innen-Befragung zum Pendelverhalten in Form einer Online-Umfrage.

Ziel: Erfassen der zurückgelegten Kilometer je definiertem Transportmittel durch das Pendeln der Mitarbeiter:innen zum Arbeitsplatz.

Aufgabe: Beantworten der definierten Fragen von möglichst vielen Mitarbeiter:innen.

8 Emissionsfaktoren

Jede Emissionsquelle besitzt idealerweise einen eigenen Emissionsfaktor, welcher den ökologischen Einfluss bezogen auf die Grundmenge beinhaltet. Das Produkt aus Emissionsquelle und -faktor stellt die im Betrachtungszeitraum zu verantwortende Gesamtmenge der jeweiligen Emissionen dar.

8.1 Betrachtete ökologische Größen

Jede ökologische Größe besitzt eine definierte Einheit ihres Emissionsfaktors. Im Rahmen des Projektes wurden drei ökologische Größen analysiert, welche im Nachfolgenden aufgeführt und beschrieben sind.

8.1.1 CO₂-Emissionen

Für eine normkonforme Bilanzierung und Berichterstattung gemäß ISO 14067 müssen laut Kyoto-Protokoll (Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen) sieben Arten

von Treibhausgasen bilanziert werden. Diese werden gesammelt und gewichtet unter dem Namen CO₂-Äquivalent geführt.

Dabei handelt es sich um nachfolgende Gase:

- Kohlendioxid (CO₂)
- Methan (CH₄),
- Distickstoffoxid (N₂O)
- Fluorkohlenwasserstoffe (HFC)
- Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC)
- Schwefelhexafluorid (SF₆)
- Stickstofftrifluorid (NF₃).

Als Berechnungsmethode für die CO₂-Bilanz wird der IPPC 2021 – GWP100a verwendet. Die Gesamtbruttoemissionen werden in Kilogramm Kohlenstoffdioxid-Äquivalente [kg CO₂] angegeben.

8.1.2 Wasserverbrauch

Als Berechnungsmethode für die Bilanzierung des Wasserverbrauchs wird die Kategorie „water use“ des Developer Environmental Footprint Version 3.1 (EF v3.1) verwendet. Die Gesamtbruttoemissionen werden in Liter [l] angegeben. Die gewählten Emissionsfaktoren berücksichtigen den kompletten Lebenszyklus der Materialien, das heißt von der wasserintensiven Gewinnung der Rohmaterialien, bis hin zu den Verbräuchen bei Montage und Transport.

8.1.3 Elektroschrott

Die Einheit Elektroschrott beziffert die Menge an Elektronikkomponenten, welche aufgrund von optischen oder funktionalen Mängeln ausgetauscht werden müssen. Die Gesamtbruttoemissionen werden in Gramm [g] angegeben.

8.2 Quellen für Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden soweit möglich aus der Datenbank Ecoinvent (Version 3.9.1) entnommen, um höchste Qualität und Vergleichbarkeit der Werte sicherzustellen. Konnten keine passenden Faktoren gefunden werden, wurde auf wissenschaftliche Veröffentlichungen (Umweltbundesamt und Studien anerkannter Einrichtungen) zurückgegriffen.

8.3 Vorgehensmodell bei der Wahl der Emissionsfaktoren

Die Wahl der Emissionsfaktoren wurde anhand eines FhA internen Vorgehensmodells durchgeführt, welches in Anlehnung an die Anforderungen der ISO 14064-1 erstellt wurde. Abbildung 3 zeigt die vier Schritte, welche von oben nach unten vom Anwender durchlaufen werden. Das Vorgehensmodell gewährleistet, das stets der am besten passende Emissionsfaktor für eine Emissionsquelle verwendet wird, unabhängig von der bearbeitenden Person.

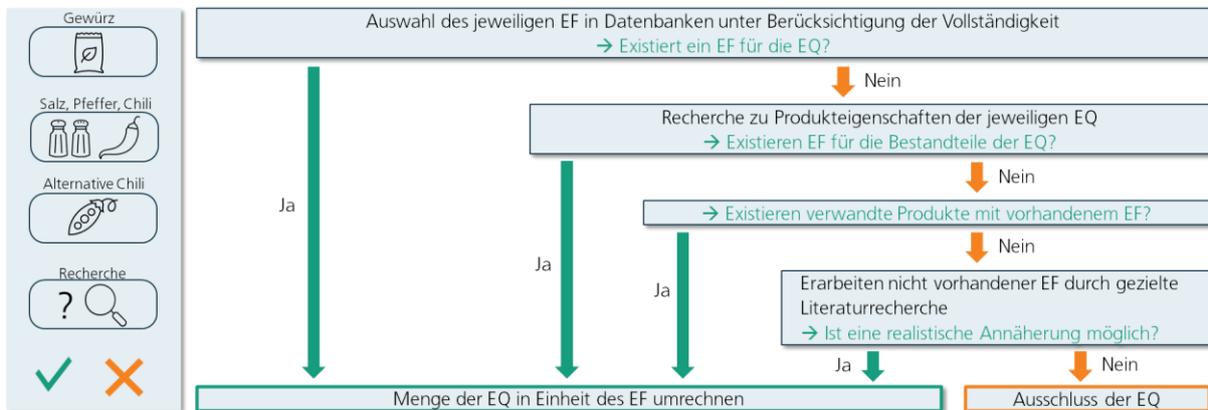


ABBILDUNG 3: VORGEHENSMODELL EF-RECHERCHE

9 Allokationsverfahren

Mittels der Datenerhebung (Kapitel 7.2) konnten alle wesentlichen mit den Referenzprodukten in Verbindung stehenden Emissionen erfasst werden. Dabei handelt es sich um direkt und nicht direkt zuordenbare Emissionen. Ersteres inkludiert die für das Refurbishment benötigten Ersatzteile. Die Menge dieser wurde separat für jedes Modell erhoben und durchschnittlich dem jeweiligen Gerät angerechnet. Emissionen durch den Energiebedarf am jeweiligen Standort oder jener durch benötigte Hilfsmittel/-stoffe für den Aufbereitungsprozess können nicht ohne Weiteres anhand von Durchschnittswerten den Produkten zugeordnet werden. Der Grund hierfür ist die teils sehr stark voneinander abweichende Bearbeitungszeit je Produktkategorie aufgrund der unterschiedlichen Komplexität eines Geräts. Es wurde daher eine adäquate Allokation der nicht direkt zuordenbaren Emissionen anhand der Bearbeitungszeit der Geräte durchgeführt. Hierfür wurde ein Excel-basiertes Rechenmodell erstellt, welches transparent und nachvollziehbar sämtliche Parameter berücksichtigt und alle Emissionen, welche entlang des Aufbereitungsprozesses entstehen, dem jeweiligen Gerät in angemessenerer Höhe zuordnet. Abbildung 4 zeigt anschaulich, wie das Rechenmodell aufgebaut ist und welche Information darin verarbeitet werden.

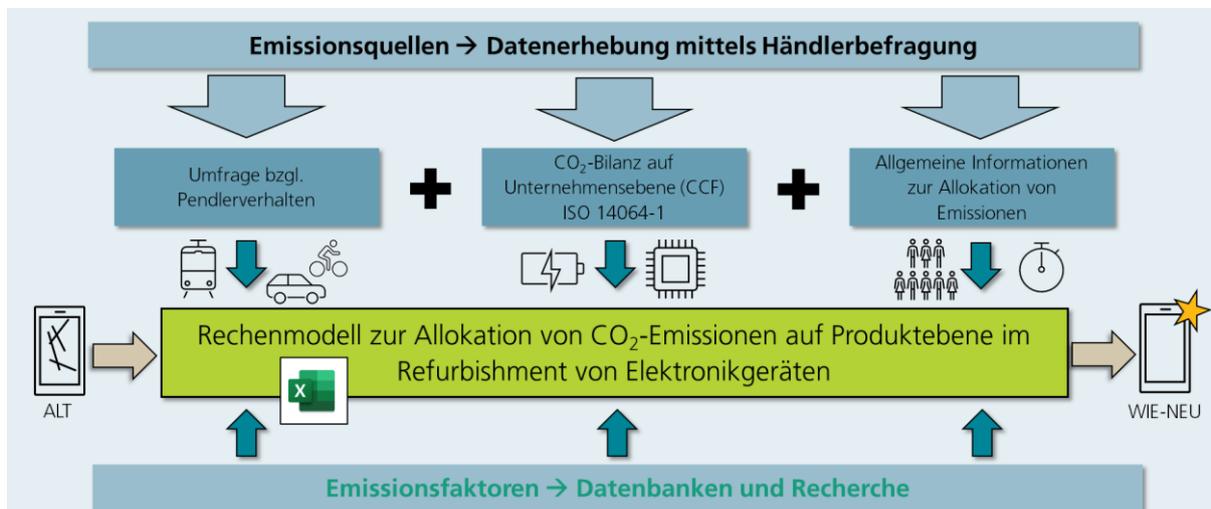


ABBILDUNG 4: RECHENMODELL ZUR ALLOKATION VON EMISSIONEN AUF PRODUKTEBENE

10 Unsicherheiten und Ausschlüsse

Das Erheben und Auswerten von Daten ist stets mit Ungenauigkeiten verbunden. Im Nachfolgenden ist beschrieben, wie dieser Faktor bei der vorliegenden Ausarbeitung berücksichtigt wurde.

10.1 Unsicherheiten

Die Verwendung sekundärer Daten während der Datenerhebung und Auswertung ist die Hauptursache für Unsicherheiten der Ergebnisse. Um einen zu geringen ökologischen Fußabdruck des Unternehmens auszuschließen, wurde jeder Wert, welcher für die Berechnung der THG-Emissionen notwendig war, mit einem Sicherheitsfaktor ergänzt (prozentuale Übereinstimmung in %). Nachstehend ist der FhA interne Leitfaden zur Identifikation eines passenden Sicherheitsfaktors aufgeführt.

- **Emissionsquellen**
 - Primärdaten: 90 - 99 %
 - Sekundärdaten: 80 %
- **Emissionsfaktoren**
 - Hohe Übereinstimmung: 99 %
 - Der EF konnte in einer Datenbank wie Ecoinvent gefunden werden oder wurde in einschlägiger Literatur behandelt.
 - Mittlere Übereinstimmung: 95 %
 - Der EF konnte aus Teilprodukten zu dem benötigten Produkt zusammengesetzt werden.
 - Geringe Übereinstimmung: 90 %
 - Der EF konnte nicht recherchiert werden und es wurde auf den EF eines verwandten Produktes zurückgegriffen.

10.2 Ausschlüsse

Um die Emissionen aller Ausschlüsse innerhalb der Systemgrenze abzudecken, wurde der ökologische Fußabdruck um 5 % bei Refurbed-Partnern und um 1 % bei Refurbed erhöht. Auf diese Weise werden 100 % der verursachten Treibhausgasemissionen abgedeckt.

11 Auswertung

Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse der Bilanzierung auf Basis der funktionalen Einheit dargestellt. Die Auswertung findet für die in Kapitel 5.1 aufgeführten Referenzprodukte statt.

Zu Beginn wird jeweils auf die Verteilung der CO₂-Emissionen auf die vier zentralen Prozessmodule eingegangen (Nutzungsphase, Refurbishment, Transport und Online-Marktplatz). Dies wird lediglich für die ökologische Größe CO₂ durchgeführt. Der Grund hierfür ist, dass rund 99 % der Emissionen aus der Emissionskategorie Wasserverbrauch und Elektroschrott in dem Prozessmodul Refurbishment anfallen. Eine visuelle Auswertung bietet daher keinen Mehrwert. Im Anschluss wird für jedes der analysierten Refurbed-Produkte die prozentuale Einsparung der ökologischen Größen ggü. dem jeweiligen Neugerät aufgezeigt.

Tabelle 5 zeigt die durchschnittlichen Austauschraten der einzelnen Komponenten pro Gerät für die analysierten Smartphone-Geräte sowie Laptops. Die Werte beziehen sich auf Händler, welche ein Refurbishment durchführen.

TABELLE 5: DURCHSCHNITTLICHE AUSTAUSCHRATE VON ERSATZTEILEN (ANGABEN IN STÜCK PRO GERÄT)

Modell	Display [Stück/Gerät]	Batterie [Stück/Gerät]	weitere Komponenten [Stück/Gerät]
Apple iPhone 11	0,2	0,9	0,1
Samsung Galaxy S20 FE	0,2	0,5	0,1
Apple MacBook Air 13,3"	< 0,1	0,2	1,1
Lenovo Thinkpad T460 i5	0,4	0,4	1,2

Um die im Nachfolgenden aufgeführten Größen hinsichtlich ihrer Menge einordnen zu können, werden drei Vergleiche aufgeführt:

- CO₂-Emissionen:
 - One-Way Flug von Wien nach Berlin in der Economy Klasse pro Person. Dies entspricht rund 500 Flugkilometer: 150 kg CO₂ (myclimate, 2023)
- Wasserverbrauch:
 - Füllmenge einer Badewanne: 150 Liter (WEMAG, 2023)
- Elektroschrott:
 - Abfallmenge pro Kopf in Österreich: 13,2 Kilogramm (D-Statis, 2023)

11.1 Refurbished Apple iPhone 11

In Abbildung 5 ist die Verteilung der CO₂-Emissionen auf die Basis der Prozessmodule eines Apple iPhone 11 dargestellt. Wohingegen bei einem Neugerät lediglich 17 % der Emissionen auf die Nutzungsphase entfallen (Abbildung 6), beträgt diese Position bei einem aufbereiteten Gerät 78 %. Den größten Stellhebel zur Reduzierung bietet der Aufbereitungsprozess und die in diesem Zuge ausgetauschten Elektronikkomponenten. Diese sind für rund 18 % der Emissionen verantwortlich. Sowohl der Transport (2 %) als auch die Emissionen durch den Online-Marktplatz (1 %) sind hingegen sehr gering und tragen nur wenig zum CO₂-Fußabdruck bei.

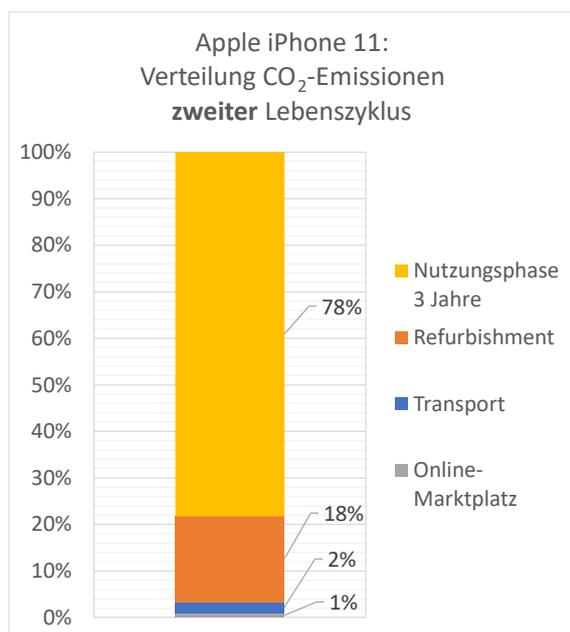


ABBILDUNG 5: CO₂-EMISSIONEN DER PROZESSMODULE EINES REFURBISHED APPLE IPHONE 11

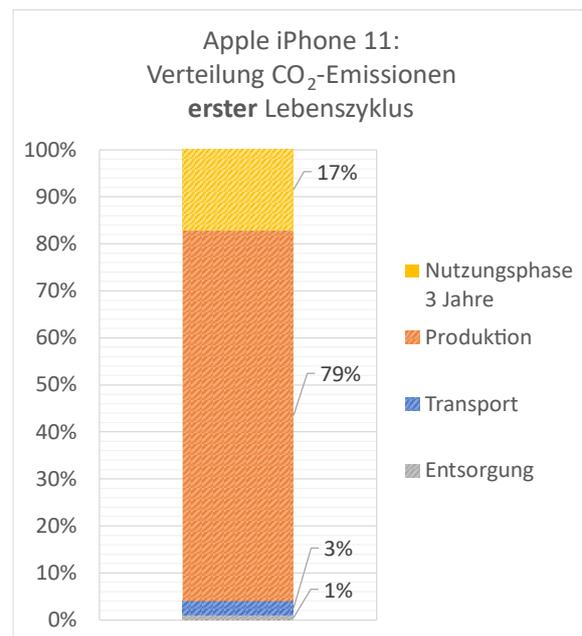


ABBILDUNG 6: CO₂-EMISSIONEN DER PROZESSMODULE EINES NEUEN APPLE IPHONE 11 (APPLE IPHONE 11, 2019)

11.1.1 CO₂-Emissionen

Durch den Kauf eines aufbereiteten Apple iPhone 11 wird dem/der Käufer:in ein CO₂-Fußabdruck in Höhe von 15,7 kg CO₂ angerechnet (Abbildung 7). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches 72 kg CO₂ zu verantworten hat, eine Einsparung von rund 78 % (Apple iPhone 11, 2019).

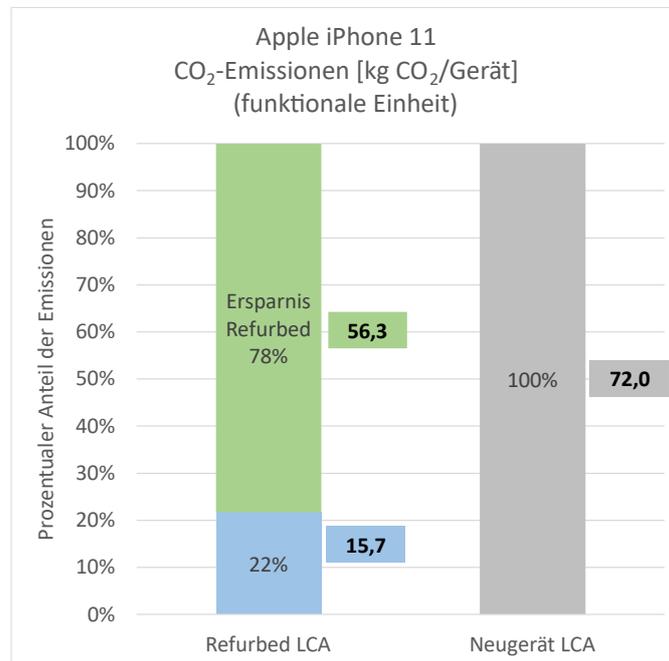


ABBILDUNG 7: VERGLEICH: CO₂-EMISSIONEN APPLE IPHONE 11

11.1.2 Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch eines aufbereiteten Apple iPhone 11 beträgt rund 1.695 Liter (Abbildung 8). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches 12.075 Liter (The Life of an iPhone, 2020) benötigt, eine Einsparung von rund 86 %.

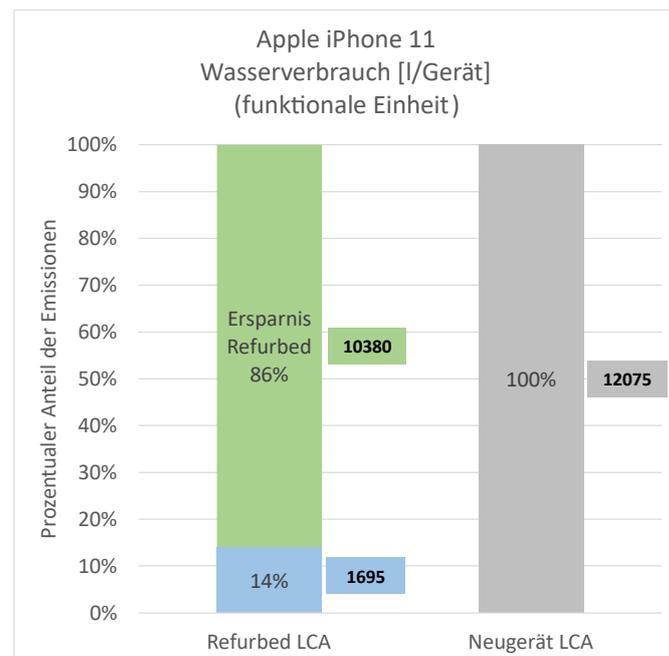


ABBILDUNG 8: VERGLEICH: WASSERVERBRAUCH APPLE IPHONE 11

11.1.3 Elektroschrott

Bei der Aufbereitung eines Apple iPhone 11 entstehen rund 70 g Elektroschrott durch den Austausch von defekten oder optisch verbraucht wirkenden Komponenten (Abbildung 9). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches ein Gesamtgewicht von 239 g hat, eine Einsparung von rund 71 % (Gewicht inkl. Elektronikzubehör).

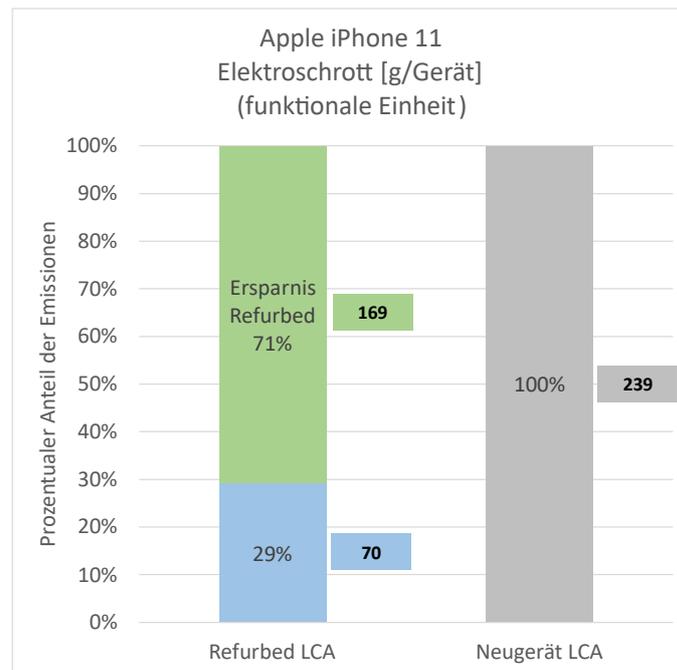


ABBILDUNG 9: VERGLEICH: ELEKTROSCHROTT APPLE IPHONE 11

11.2 Refurbished Samsung Galaxy S20 FE

Hinweis: Die bei Samsung verfügbaren Daten zur Bewertung der ökologischen Größen ihrer jeweiligen Neugeräte konnten für diese Ausarbeitung nicht verwendet werden (Samsung Galaxy S20 FE, 2022). Die dort ausgewiesenen Emissionen liegen weit unter jenen von vergleichbaren Produkten (rund 60 % niedriger). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass in der Untersuchung von Samsung andere Systemgrenzen verwendet wurden, welche zu einer Unterschätzung der ökologischen Größen führt. Es wurde daher mit demselben Datensatz wie für das Apple iPhone 11 gearbeitet.

In Abbildung 10 ist die Verteilung der CO₂-Emissionen auf die Basis der Prozessmodule eines Samsung Galaxy S20 FE dargestellt. Wohingegen bei einem Neugerät lediglich 17 % der Emissionen auf die Nutzungsphase entfallen, beträgt diese Position bei einem aufbereiteten Gerät 81 % (Abbildung 11). Den größten Stellhebel zur Reduktion bietet der Aufbereitungsprozess und die in diesem Zuge ausgetauschten Elektronikkomponenten. Diese sind für rund 16 % der Emissionen verantwortlich. Sowohl der Transport (2 %) als auch die Emissionen durch den Online-Marktplatz (1 %) sind hingegen sehr gering und tragen nur wenig zum CO₂-Fußabdruck bei.

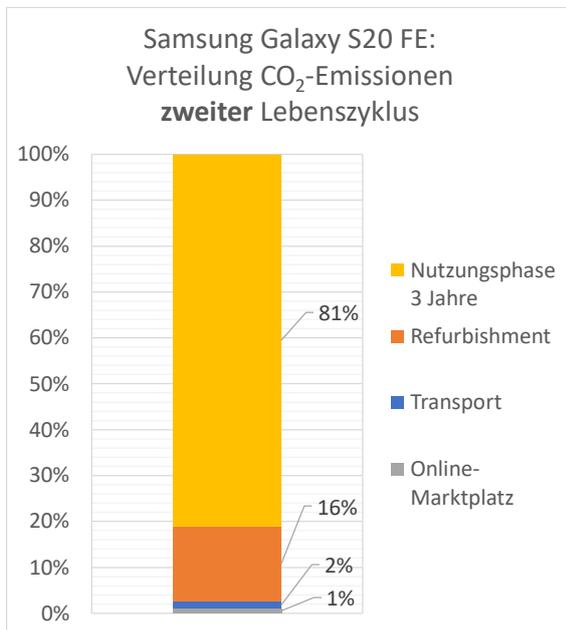


ABBILDUNG 10: CO₂-EMISSIONEN DER PROZESSMODULE EINES REFURBISHED SAMSUNG GALAXY S20 FE

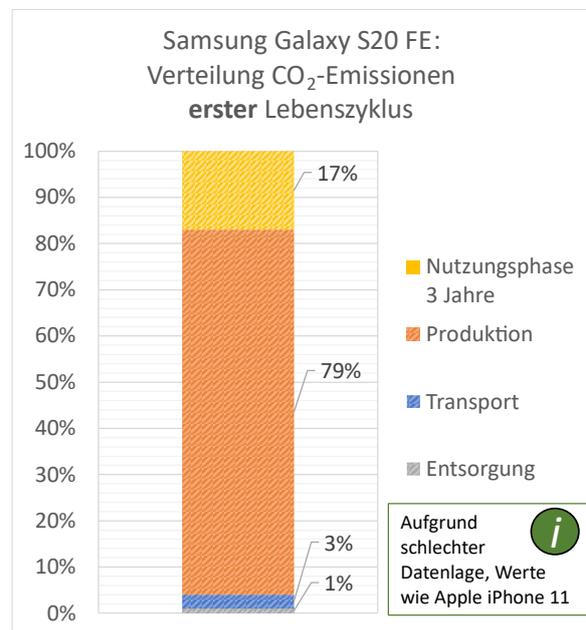


ABBILDUNG 11: CO₂-EMISSIONEN DER PROZESSMODULE EINES NEUEN APPLE IPHONE 11 (APPLE IPHONE 11, 2019)

11.2.1 CO₂-Emissionen

Durch den Kauf eines aufbereiteten Samsung Galaxy S20 FE wird dem/der Käufer:in ein CO₂-Fußabdruck in Höhe von 15,1 kg CO₂ angerechnet (Abbildung 12). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches 72 kg CO₂ zu verantworten hat, eine Einsparung von rund 79 %.

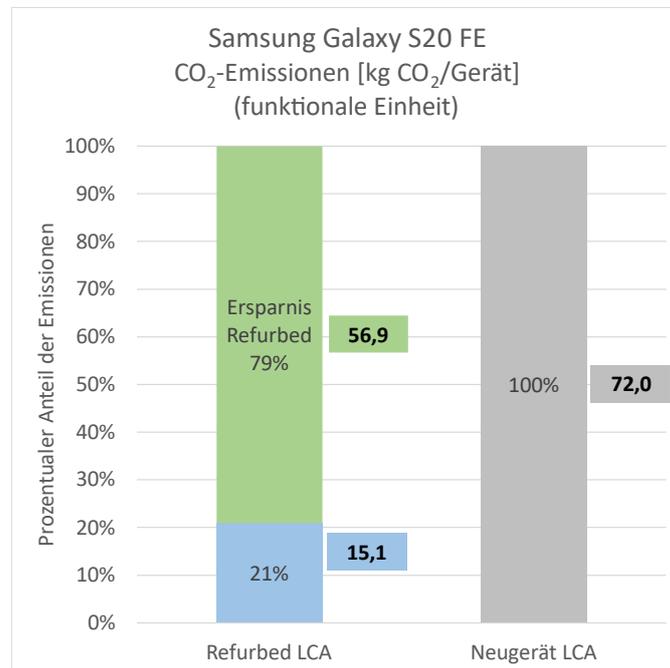


ABBILDUNG 12: VERGLEICH: CO₂-EMISSIONEN SAMSUNG GALAXY S20 FE

11.2.2 Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch eines aufbereiteten Samsung Galaxy S20 FE beträgt rund 1.065 Liter (Abbildung 13). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches 12.075 Liter benötigt, eine Einsparung von rund 91 %.

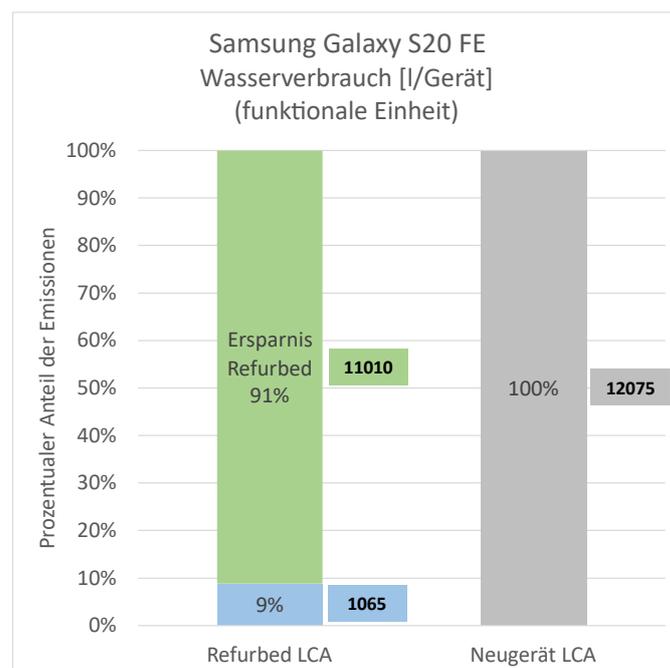


ABBILDUNG 13: VERGLEICH: WASSERVERBRAUCH SAMSUNG GALAXY S20 FE

11.2.3 Elektroschrott

Bei der Aufbereitung eines Samsung Galaxy S20 FE entstehen rund 93 g Elektroschrott durch den Austausch von defekten oder optisch verbrauchten Komponenten (Abbildung 14). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches ein Gesamtgewicht von 235 g hat, eine Einsparung von rund 60 % (Gewicht inkl. Elektronikzubehör).

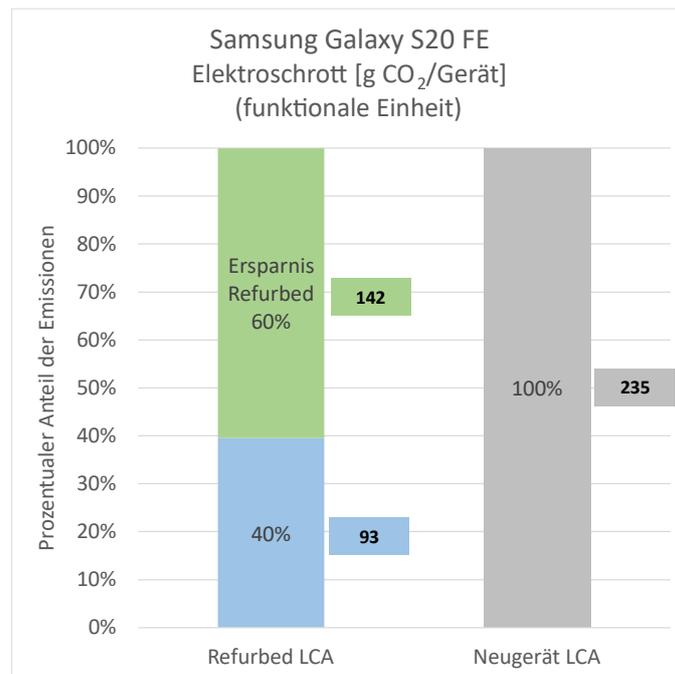


ABBILDUNG 14: VERGLEICH: ELEKTROSCHROTT SAMSUNG GALAXY S20 FE

11.3 Refurbished Apple iPad Pro 4 12,9"

Hinweis: Bei der Auswertung von diesem Modell ist zu beachten, dass es sich bei den untersuchten Refurbed-Partnern, welche dieses Produkt führen, zu einem Großteil um Reseller handelt. Dies hat zur Folge, dass die ökologischen Größen im Vergleich sehr gering ausfallen, da bei dieser Händler-Art keine Ersatzteile verbaut werden.

In Abbildung 15 ist die Verteilung der CO₂-Emissionen auf die Basis der Prozessmodule eines Apple iPad Pro 4 12,9" dargestellt. Wohingegen bei einem Neugerät lediglich 6 % der Emissionen auf die Nutzungsphase entfallen, beträgt diese Position bei einem aufbereiteten Gerät 69 % (Abbildung 16). Den größten Stellhebel zur Reduktion bieten der Aufbereitungsprozess (12 %) und die in diesem Zuge ausgetauschten Elektronikkomponenten sowie die Emissionen durch den Transport (18 %). Die durch den Online-Marktplatz verursachten Emissionen belaufen sich auf rund 1 % und tragen nur wenig zum CO₂-Fußabdruck bei.

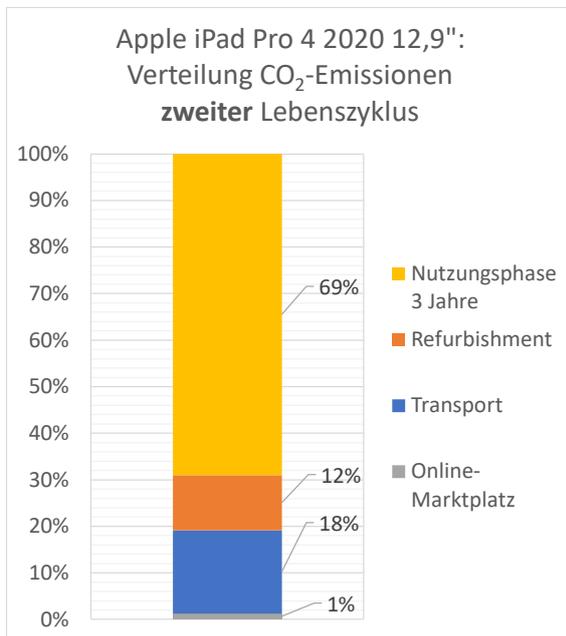


ABBILDUNG 15: CO₂-EMISSIONEN DER PROZESSMODULE EINES REFURBISHED APPLE IPAD PRO 4 12,9"

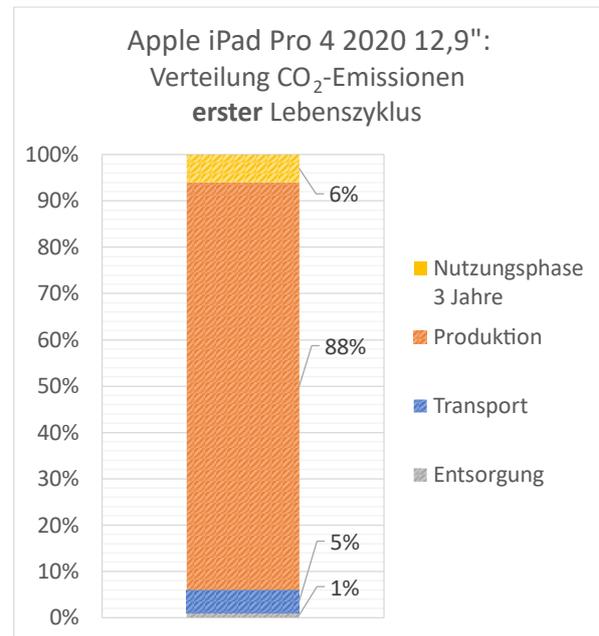


ABBILDUNG 16: CO₂-EMISSIONEN DER PROZESSMODULE EINES NEUEN APPLE IPAD PRO 4 12,9" (APPLE IPAD PRO 4 12,9", 2020)

11.3.1 CO₂-Emissionen

Durch den Kauf eines aufbereiteten Apple iPad Pro 4 12,9" wird dem/der Käufer:in ein CO₂-Fußabdruck in Höhe von 12,2 kg CO₂ angerechnet (Abbildung 17). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches 140 kg CO₂ zu verantworten hat, eine Einsparung von rund 91 %.

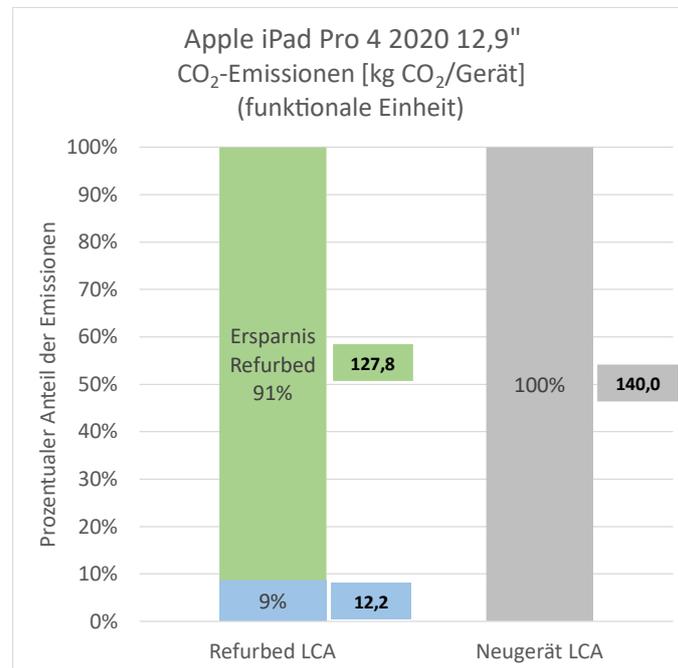


ABBILDUNG 17: VERGLEICH: CO₂-EMISSIONEN APPLE IPAD 4 12,9"

11.3.2 Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch eines aufbereiteten Apple iPad Pro 4 12,9" beträgt rund 622 Liter (Abbildung 18). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches 23.479 Liter benötigt, eine Einsparung von rund 97 %.

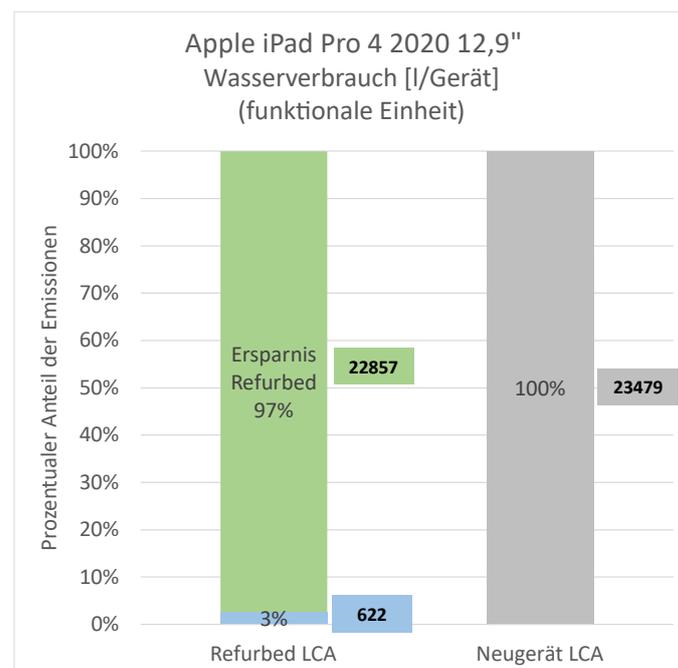


ABBILDUNG 18: VERGLEICH: WASSERVERBRAUCH APPLE IPAD PRO 4 12,9"

11.3.3 Elektroschrott

Bei der Aufbereitung eines Apple iPad Pro 4 12,9" entstehen rund 51 g Elektroschrott durch den Austausch von defekten oder optisch verbrauchten Komponenten (Abbildung 19). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches ein Gesamtgewicht von 688 g hat, eine Einsparung von rund 93 % (Gewicht inkl. Elektronikzubehör).

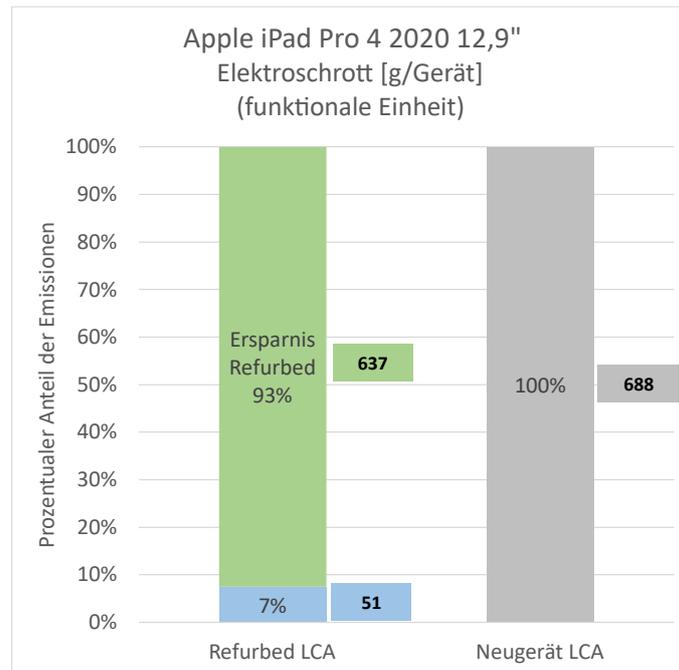


ABBILDUNG 19: VERGLEICH: ELEKTROSCHROTT APPLE IPAD PRO 4 12,9"

11.4 Refurbished Apple MacBook Air 13,3"

In Abbildung 20 ist die Verteilung der CO₂-Emissionen auf die Basis der Prozessmodule eines Apple MacBook Air 13,3" dargestellt. Wohingegen bei einem Neugerät lediglich 13 % der Emissionen auf die Nutzungsphase entfallen, beträgt diese Position bei einem aufbereiteten Gerät 76 % (Abbildung 21). Den größten Stellhebel zur Reduktion bietet der Aufbereitungsprozess und die in diesem Zuge ausgetauschten Elektronikkomponenten. Diese sind für rund 19 % der Emissionen verantwortlich. Sowohl der Transport (4 %) als auch die Emissionen durch den Online-Marktplatz (<1 %) sind hingegen sehr gering und tragen nur wenig zum CO₂-Fußabdruck bei.

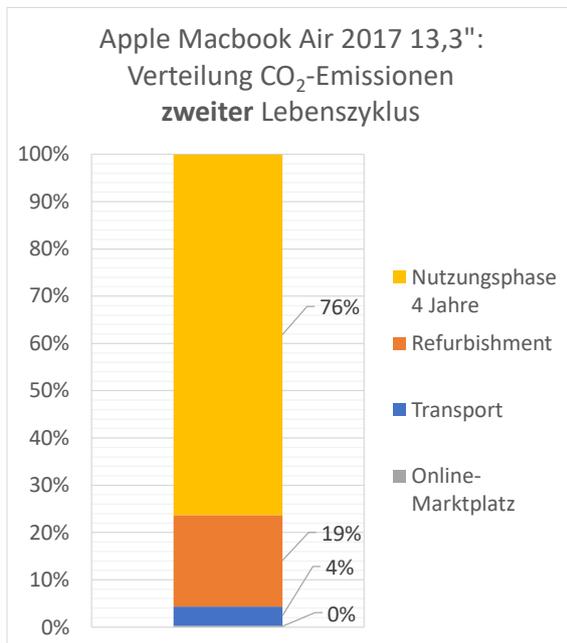


ABBILDUNG 20: CO₂-EMISSIONEN DER PROZESSMODULE EINES REFURBISHED APPLE MACBOOK AIR 13,3"

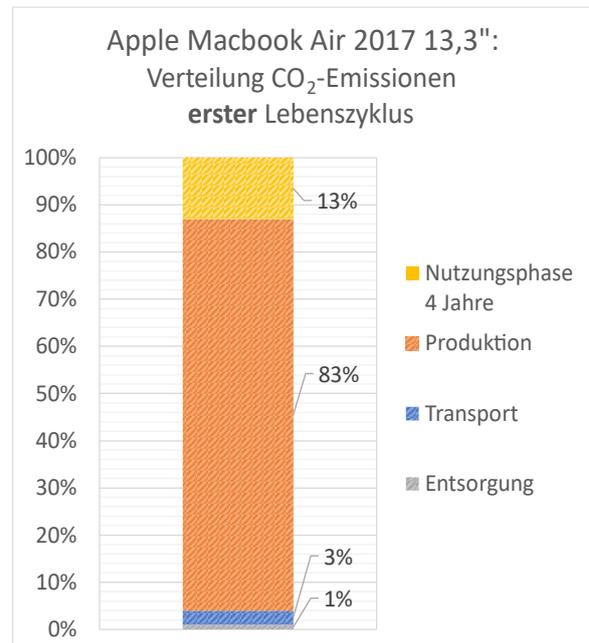


ABBILDUNG 21: CO₂-EMISSIONEN DER PROZESSMODULE EINES NEUEN APPLE MACBOOK AIR 13,3" (APPLE MACBOOK AIR 13,3", 2017)

11.4.1 CO₂-Emissionen

Durch den Kauf eines aufbereiteten Apple MacBook Air 13,3" wird dem/der Käufer:in ein CO₂-Fußabdruck in Höhe von 57,7 kg CO₂ angerechnet (Abbildung 22). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches 339 kg CO₂ zu verantworten hat, eine Einsparung von rund 83 %.

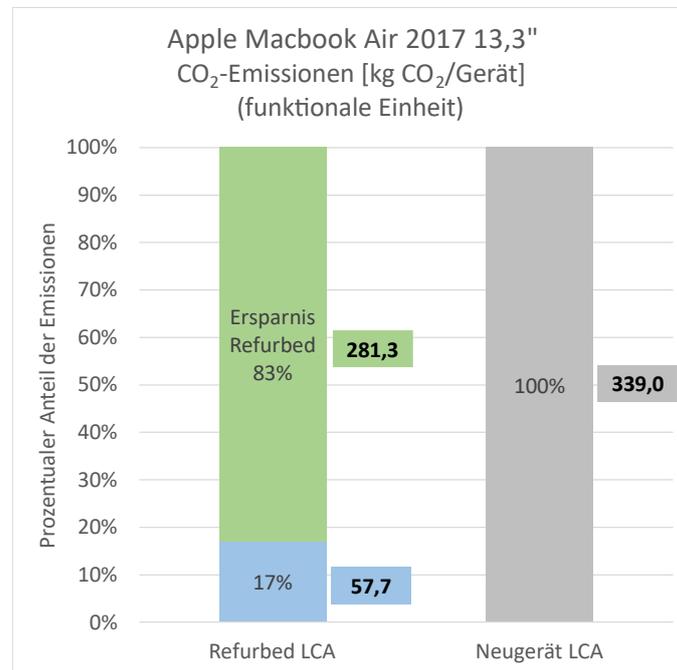


ABBILDUNG 22: VERGLEICH: CO₂-EMISSIONEN APPLE MACBOOK AIR 13,3"

11.4.2 Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch eines aufbereiteten Apple MacBook Air 13,3" beträgt rund 5.385 Liter (Abbildung 23). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches 56.853 Liter benötigt, eine Einsparung von rund 91 %

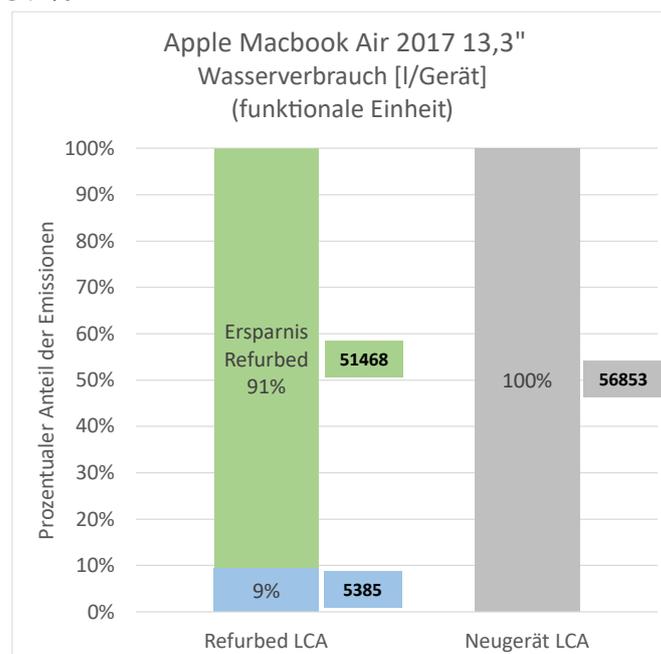


ABBILDUNG 23: VERGLEICH: WASSERVERBRAUCH APPLE MACBOOK AIR 13,3"

11.4.3 Elektroschrott

Bei der Aufbereitung eines Apple MacBook Air 13,3" entstehen rund 330 g Elektroschrott durch den Austausch von defekten oder optisch verbrauchten Komponenten (Abbildung 24). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches ein Gesamtgewicht von 1.616 g hat, eine Einsparung von rund 80 % (Gewicht inkl. Elektronikzubehör).

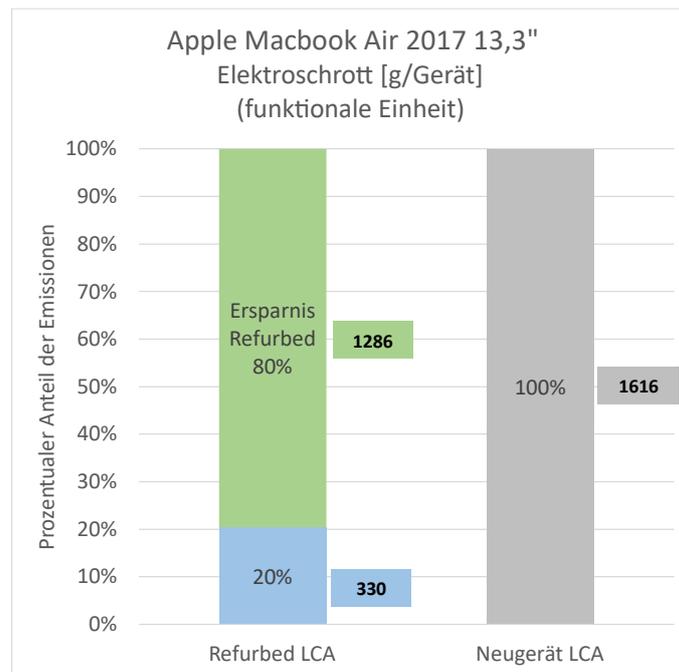


ABBILDUNG 24: VERGLEICH: ELEKTROSCHROTT APPLE MACBOOK AIR 13,3"

11.5 Refurbished Lenovo Thinkpad T460 i5

In Abbildung 25 ist die Verteilung der CO₂-Emissionen auf die Basis der Prozessmodule eines Lenovo Thinkpad T460 i5 dargestellt. Wohingegen bei einem Neugerät lediglich 26 % der Emissionen auf die Nutzungsphase entfallen, beträgt diese Position bei einem aufbereiteten Gerät 84 % (Abbildung 26). Den größten Stellhebel zur Reduktion bietet der Aufbereitungsprozess und die in diesem Zuge ausgetauschten Elektronikkomponenten. Diese sind für rund 15 % der Emissionen verantwortlich. Sowohl der Transport (1 %) als auch die Emissionen durch den Online-Marktplatz (<1 %) sind hingegen sehr gering und tragen nur wenig zum CO₂-Fußabdruck bei.

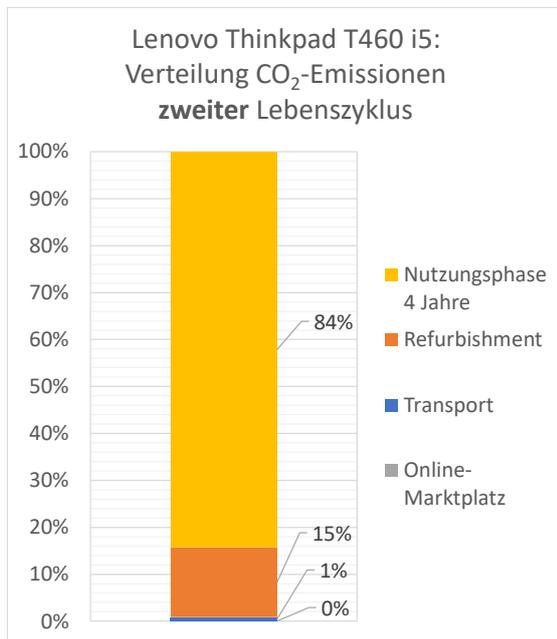


ABBILDUNG 25: CO₂-EMISSIONEN DER PROZESSMODULE EINES REFURBISHED LENOVO THINKPAD T460 I5

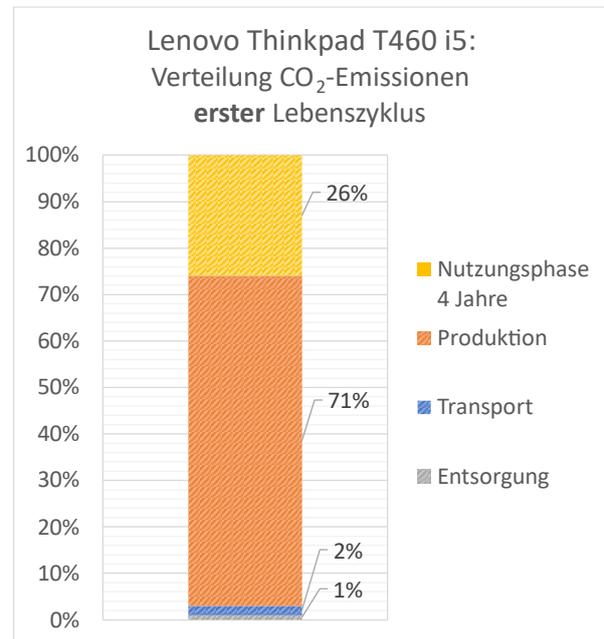


ABBILDUNG 26: CO₂-EMISSIONEN DER PROZESSMODULE EINES NEUEN LENOVO THINKPAD T460 I5 (LENOVO THINKPAD T460 I5, 2015)

11.5.1 CO₂-Emissionen

Durch den Kauf eines aufbereiteten Lenovo Thinkpad T460 i5 wird dem/der Käufer:in ein CO₂-Fußabdruck in Höhe von 143,5 kg CO₂ angerechnet (Abbildung 27). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches 462 kg CO₂ zu verantworten hat, eine Einsparung von rund 69 %.

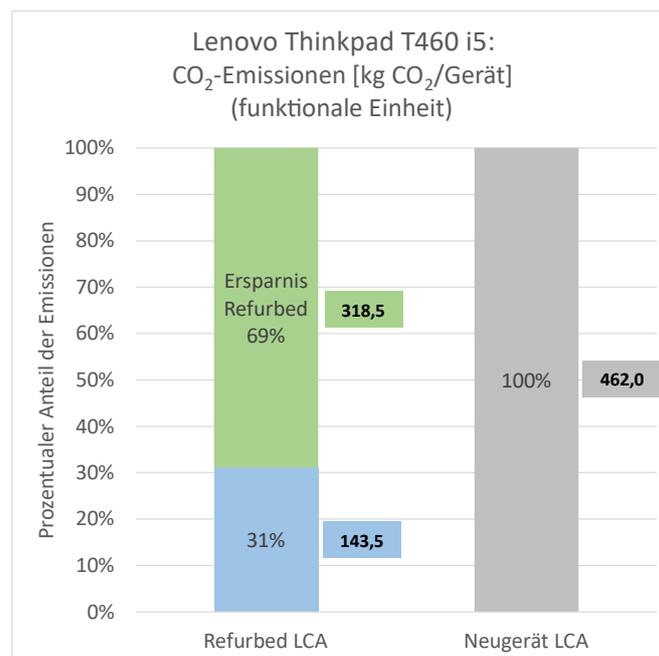


ABBILDUNG 27: VERGLEICH: CO₂-EMISSIONEN LENOVO THINKPAD T460 I5

11.5.2 Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch eines aufbereiteten Lenovo Thinkpad T460 i5 beträgt rund 10.438 Liter (Abbildung 28). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches 77.481 Liter benötigt, eine Einsparung von rund 87 %.

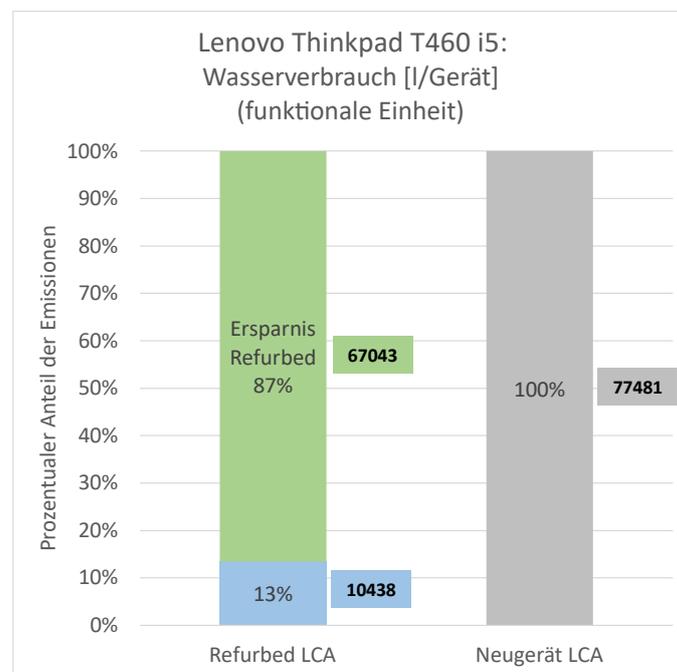


ABBILDUNG 28: VERGLEICH: WASSERVERBRAUCH LENOVO THINKPAD T460 I5

11.5.3 Elektroschrott

Bei der Aufbereitung eines Lenovo Thinkpad T460 i5 entstehen rund 617 g Elektroschrott durch den Austausch von defekten oder optisch verbrauchten Komponenten (Abbildung 29). Dies ist gegenüber einem Neugerät, welches ein Gesamtgewicht von 1.697 g hat, eine Einsparung von rund 64 % (Gewicht inkl. Elektronikzubehör).

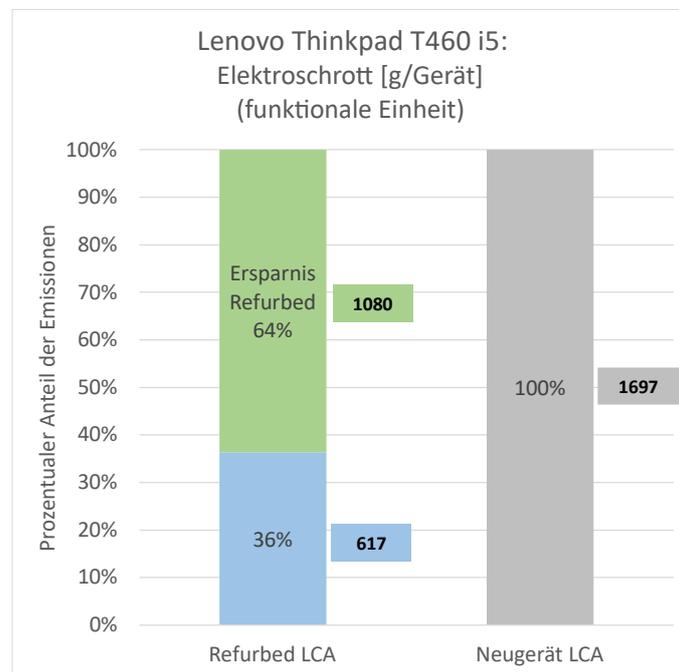


ABBILDUNG 29: VERGLEICH: ELEKTROSCHROTT LENOVO THINKPAD T460 I5

11.6 Gegenüberstellung der Ergebnisse mit bestehenden Studien

Um die vorliegenden Ergebnisse mit bereits bestehenden Untersuchungen vergleichen zu können, muss gewährleistet sein, dass dieselben Systemgrenzen verwendet wurden. Leider wird aktuell von vielen Unternehmen, welche Informationen bzgl. Ihrer Nachhaltigkeit kommunizieren, nicht ausreichend Hintergrundinformationen zur Verfügung gestellt. Da die Ergebnisse stark von der vorherrschenden Händlerstruktur, den betrachteten Geräten sowie der definierten Nutzungsdauer abhängen, sind diese Informationen für einen validen Vergleich unerlässlich. Es konnten zwei Berichte identifiziert werden, welche einen Vergleich zulassen.

Die Internetplattform „Swappie“ kommuniziert eine Einsparung von 78,8 % der CO₂-Emissionen, wenn eines ihrer aufbereiteten Smartphones einem Neugerät vorgezogen wird (Swappie, 2021). Die Höhe der Einsparung deckt sich sehr gut mit den Ergebnissen der hier vorliegenden Untersuchung, welche die durchschnittliche Einsparung für die betrachteten Smartphones mit 78,5 % beziffert.

Eine weitere, sehr detaillierte Lebenszyklusanalyse der französischen Agentur für den ökologischen Wandel (ADEME) kommt ebenfalls auf Ergebnisse derselben Größenordnung. Bei der Studie ist jedoch zu beachten, dass die gewählte Nutzungsdauer für aufbereitete Smartphones lediglich zwei Jahre betrug. Eine Hochrechnung der Ergebnisse auf eine Nutzungsdauer von drei Jahre kommt auf einen Emissionswert für ein „refurbished mobile phone“ von rund 7,3 - 14,8 kg CO₂/Gerät. Der Wert liegt demzufolge unter dem hier errechneten Wert von durchschnittlich 15,6 kg CO₂/Gerät (Apple iPhone 11 und Samsung Galaxy S20 FE). Ein direkter Vergleich ist jedoch nur bedingt aussagekräftig, da in der Studie von ADEME Smartphones im Allgemeinen betrachtet und in der hier vorliegenden Ausarbeitung zwei konkreten Modelle analysiert wurden (ADEME, 2022).

Im Allgemeinen zeigen die oben genannten Studien sowie weitere Analysen (Rainer Pamminer, Modelling of different circular end-of-use scenarios for smartphones, 2021), dass aufbereitete Elektronik wertvolle Ressourcen schont und die emittierten CO₂-Emissionen im Vergleich zu Neugeräten reduziert. Um in Zukunft die Ergebnisse solcher Analysen besser vergleichen und ihre Gültigkeit prüfen zu können, sollte branchenintern ein Standard für das Bilanzieren ökologischer Größen entwickelt werden.

11.7 Maßnahmen zur Reduktion der ökologischen Größen

Durch den Kauf von aufbereiteter anstatt neuer Elektronik kann der/die Konsument:in den negativen Einfluss von Elektronik auf die Umwelt signifikant reduzieren. Um die verbleibenden ökologischen Auswirkungen auf ein Minimum zu beschränken, können sowohl seitens der Händler als auch von Refurbed weitere Maßnahmen getroffen werden.

Die effektivste Stellschraube, um den ökologischen Fußabdruck von Refurbed-Produkten weiter zu senken, ist, den Einsatz von Ersatzteilkomponenten zu reduzieren. Neben dem Austausch von defekten Bauteilen wird aktuell von einigen Refurbed-Händlern standardmäßig eine neue Batterie verbaut. Ebenso werden häufig Ladekabel und Netzteil durch neuwertige ersetzt. Hier kann beispielsweise durch ein Anreizsystem für den/die Endkund:in bewirkt werden, dass sich dieser/diese für ein Gerät entscheidet, welches keine neue Batterie erhalten hat. Ebenso ist standardmäßig mitgeliefertes Elektronikzubehör häufig bereits bei Kund:innen vorhanden und müsste nicht mitgeliefert werden.

Weiters ist Spare-Part-Harvesting ein Thema, das ebenfalls bei Zulieferern von Refurbed umgesetzt werden kann. Mit dem Verbauen von funktionsfähigen Ersatzteilen defekter Geräte in Refurbed-Produkte, wird der Einsatz neuer separat erworbener Ersatzteile eingespart. Dies führt zu einer Reduktion der Einkaufsmenge von Ersatzteilen und zu einer höheren Verwertung von defekten Geräten.

Eine weitere Maßnahme zur Reduktion der Emissionen stellt die Verpackung der Artikel dar. Hier kann auf besonders nachhaltige Materialien zurückgegriffen werden. Um dies bei allen Refurbed-Händlern zu implementieren, kann seitens Refurbed ein innovatives Standardsystem erarbeitet werden. Refurbed besitzt als einer der größten Anbieter von Refurbed Elektronikgeräten eine Marktmacht, um die nachhaltigen Anforderungen an die Zulieferer auszusprechen.

Hinsichtlich der Transportemissionen sollte von den Händlern primär darauf geachtet werden, dass die Elektronikgeräte lokal eingekauft werden. Refurbed hat hingegen die Möglichkeit, die durch den Transport zu den Refurbed-Kund:innen entstehenden Emissionen z. B. mittels Zusatzoptionen wie klimaneutraler Versand zu reduzieren. Des Weiteren kann das aktuelle System - der/die Kund:in bekommt auf der Plattform das Gerät mit dem besten Preis-/Leistungsverhältnis vorgeschlagen - um den Faktor Umwelt ergänzt werden. Interessiert sich die Kundschaft am Standort Österreich für ein Refurbed-Produkt, so könnte ein geografisch in der Nähe liegender Händler bevorzugt werden. Dies führt zu einer Reduktion des Transportweges und in weiterer Folge zu einer Reduktion von Emissionen.

Refurbed hat Partner aus mehreren europäischen Ländern, die ihre Refurbished Produkte über den Online-Marktplatz vertreiben. Die Versorgung mit Strom aus nachhaltigen bzw. regenerativen Quellen ist noch nicht bei jedem Zulieferer verankert. Die Umstellung von fossiler auf erneuerbare Energieversorgung stellt einen einfach zu realisierenden Schritt dar, der jedoch einen großen Stellhebel in der Reduktion von Emissionen hat.

Refurbed hat die Möglichkeit durch die Schaffung von Anreizsystemen für Refurbed-Händler eine Reduktion von Emissionen durch die genannten Maßnahmen flächendeckend zu realisieren.

12 Einfluss von Refurbed

Um den Einfluss eines Online-Marktplatzes auf die ökologischen Größen von aufbereiteter Elektronik im Detail beurteilen zu können, sollten lediglich jene Prozesse betrachtet werden, welche durch Refurbed beeinflusst werden können. Ohne die anteiligen Emissionen aus der Nutzungsphase kann dieser in drei Kategorien eingeteilt werden. Refurbishment, Transport und Online-Marktplatz. Ziel der nachfolgenden Darstellungen ist es transparent aufzuzeigen, wie viele Emissionen durch das Refurbishment und den Transport entstehen (Emissionen, welche durch Maßnahmen reduziert werden können) und wie groß der Anteil eines Online-Marktplatzes ist (Emissionen, welche zusätzlich hinzukommen).

Wie Abbildung 30 zu entnehmen ist, beträgt der Anteil des Online-Marktplatzes bei Smartphones durchschnittlich 5 %. Bezogen auf die gesamte Menge der zu beeinflussenden Emissionen (durchschnittlich 3 kg CO₂/Gerät) sind dies Emissionen in Höhe von lediglich 0,15 kg CO₂/Gerät. Der zusätzliche Impact durch den Vertrieb der Produkte mittels Online-Marktplatz ist daher sehr gering.

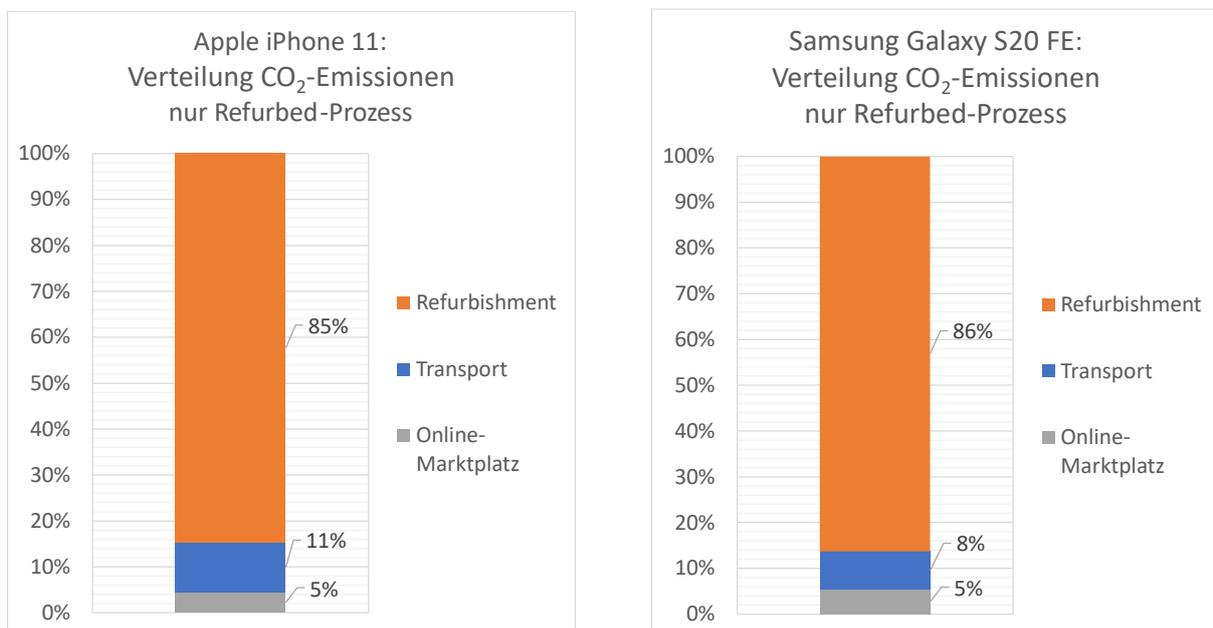


ABBILDUNG 30: REFURBISHMENT APPLE IPHONE 11 (LINKS) UND SAMSUNG GALAXY S20 FE (RECHTS)

Sehr ähnlich verhält sich der zusätzliche Impact von 4 % (0,15 kg CO₂/Gerät) durch Refurbed bei einem Tablet (Abbildung 31). Wie in Kapitel 11.3 bereits erwähnt, ist die Bilanzierung von diesem Produkt jedoch nur bedingt aussagekräftig, da es sich bei den analysierten Händlern vorwiegend um Reseller handelt. Es ist daher zu erwarten, dass bei einer zusätzlichen Betrachtung von Refurbishern der Anteil der Emissionen durch den Aufbereitungsprozess steigt und jener durch den Transport und Online-Marktplatz sinkt. Insgesamt beträgt die Menge der zu beeinflussenden Emissionen rund 3,7 kg CO₂/Gerät.

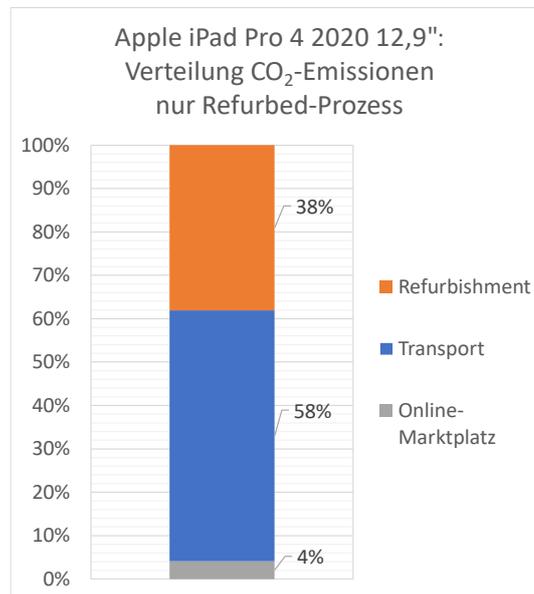


ABBILDUNG 31: REFURBISHMENT APPLE IPAD PRO 4 13,3"

Abbildung 32 zeigen die prozentuale Aufteilung der Kategorien für Laptops. Aufgrund der steigenden Gesamtemissionen mit zunehmender Größe eines Elektronikgerätes sinkt der Anteil des Online-Marktplatzes. Dieser ist in absoluten Zahlen konstant, da der Aufwand des Vertriebs auf der Plattform unabhängig vom Produkt ist. Die zu beeinflussenden Emissionen belaufen sich auf rund 13 kg CO₂/Gerät für ein Apple MacBook Air 13,3" und rund 23 kg CO₂/Gerät für ein Lenovo Thinkpad T460 i5.

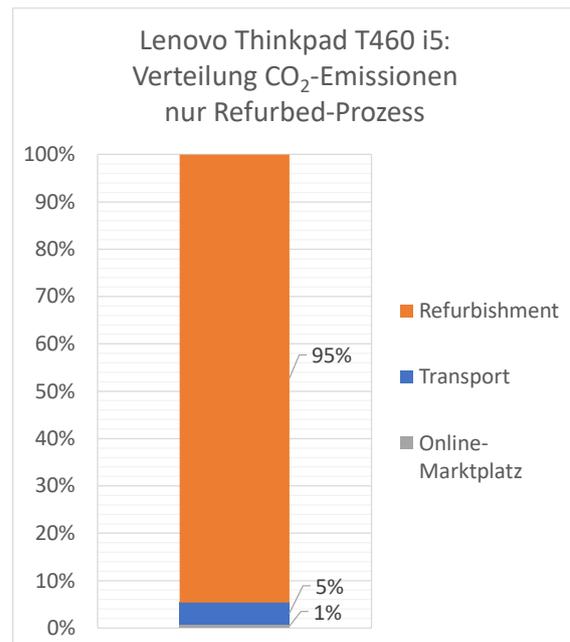
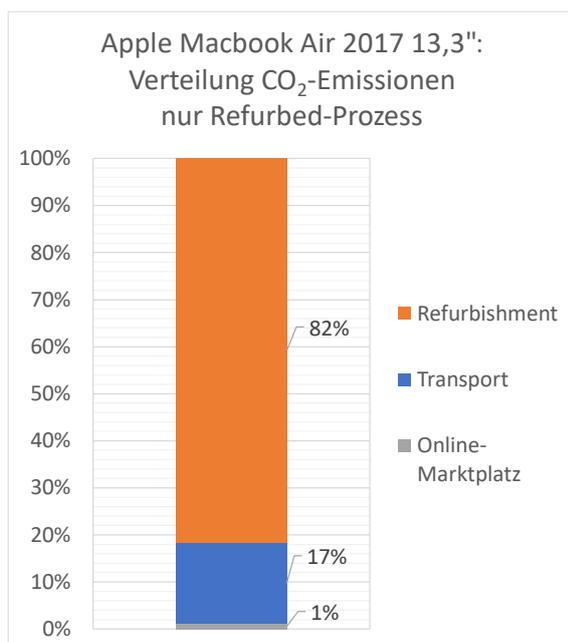


ABBILDUNG 32: REFURBISHMENT APPLE MACBOOK AIR 13,3" (LINKS) UND LENOVO THINKPAD T460 I5 (RECHTS)

Der zusätzliche ökologische Impact eines Online-Marktplatzes kann daher mit durchschnittlich 1-5 % als sehr gering bewertet werden. Dem gegenüber steht der große Nutzen, welcher eine zentrale Plattform wie Refurbed bietet.

Eine Analyse der Ellen MacArthur Foundation kommt zu dem Ergebnis, dass Online-Marktplätze eine wichtige Rolle spielen, um den Kund:innen das notwendige Vertrauen in gebrauchte Elektronik bieten zu können sowie ein transparentes Preis/Leistungs-Verhältnis zu gewährleisten (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Diese und weitere Kriterien, welche ein Online-Marktplatz erfüllt, sind bei der Kaufentscheidung von aufbereiteten Elektronikgeräten für die Kundschaft von zentraler Bedeutung. Mit der weitreichenden Markenstärke von Refurbed wird der Second-Life Markt von Elektronikprodukten in der Öffentlichkeit etabliert. Die Schaffung eines Marktes für ausrangierte Elektronikgeräte wird durch Unternehmen, wie Refurbed, bedient und schafft es so, den ständig wachsenden Anteil an Elektronikschrott so lang wie möglich im Kreislauf zu halten (Gautam, Behera, Sinha, Gicheva, & Singh, 2022). Dies ist von höchster Relevanz, denn der aktuelle Status des Sustainable Development Goal 12 (Responsible Consumption and Production) zeigt, dass Österreich in der Kategorie Elektronikschrott noch großen Aufholbedarf hat (Sustainable Development Report, 2023).

Zur Untermauerung der eben genannten Erkenntnisse bzgl. des positiven Impacts (reduzierter CO₂-Ausstoß) von Refurbed auf die Umwelt wurde eine Befragung der Kund:innen durchgeführt. Die Umfrage wurde an 26.000 Personen ausgesendet. In Summe haben 6.000 Personen teilgenommen. Die Rücklaufquote betrug 23 %. Ziel der Befragung war unter anderem, den Einfluss von Refurbed auf die Kaufentscheidung von Kund:innen zu erhalten. Die Auswertung hat gezeigt, dass 80 % der Befragten vor ihrem ersten Kauf eines Refurbed-Produktes Neugeräte erworben haben. Darüber hinaus gaben 96 % der Teilnehmer:innen an, dass sie ihr nächstes Refurbed-Produkt wieder auf einer Plattform wie Refurbed erwerben würden. Die Ergebnisse der Umfrage machen deutlich, dass eine zentrale Online-Plattform wie Refurbed für die Kundschaft ein wichtiges Kriterium für den Kauf eines Refurbed-Produktes darstellt. Besonders wichtig ist den befragten Personen dabei die Qualität der Produkte (32 %), welche Refurbed durch ihre hohen Ansprüche und einen standardisierten Bewertungsprozess der Geräte für ihre Händler gewährleisten kann. Ebenfalls ist für die Kundschaft der niedrige Preis auf der Plattform von hoher Bedeutung (29 %). Ein Online-Marktplatz kann dies mittels transparenter Darstellung von Preis/Leistungs-Verhältnis gewährleisten. Darüber hinaus schafft es Refurbed durch Marketingmaßnahmen die Präsenz des Themas Nachhaltigkeit bei Konsument:innen zu stärken, was für rund 18 % der Befragten der wichtigste Grund für den Kauf von aufbereiteter Elektronik ist. Neben den genannten Punkten entscheidet sich die Kundschaft aber auch aufgrund der Vertrauenswürdigkeit der Plattform (9 %) für einen Kauf bei Refurbed und somit für ein aufbereitetes Elektronikgerät.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Refurbed-Produkte einen wichtigen Beitrag leisten, um die negativen Umweltauswirkungen von Elektronik auf ein Minimum zu reduzieren. Ein zentraler Online-Marktplatz wie Refurbed trägt maßgeblich dazu bei, dass mehr Endverbraucher:innen aufbereitete anstelle von neuer Elektronik kaufen und somit wertvolle Ressourcen schonen und den Ausstoß von CO₂-Emissionen reduzieren.

13 Werthaltung und zeitlicher Gültigkeitsbereich

Beim Treffen von Entscheidungen während der Untersuchung wurde naturwissenschaftlichen Erkenntnissen (z. B. Physik, Chemie, Biologie) der Vorzug gegeben. Wenn dies nicht möglich war, wurden andere wissenschaftliche Ansätze (z. B. aus Sozial- und Wirtschaftswissenschaften) oder Ansätze aus internationalen Übereinkommen, die innerhalb des geografischen Untersuchungsrahmens zutreffend und gültig sind, angewendet.

Der zeitliche Gültigkeitsbereich der Daten ist der Zeitrahmen, für den die quantifizierten Werte repräsentativ sind. Aufgrund der sich laufend ändernden Emissionsfaktoren, vor allem im Energie- und Transportsektor, ist eine jährliche Aktualisierung der Werte notwendig.

14 Literaturverzeichnis

- ADEME. (2022). Von https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/etude-numerique-environnement-ademe-arcep-note-synthese_janv2022.pdf abgerufen
- Apple iPad Pro 4 12,9". (18. 03 2020). *Product Environmental Report*. Von https://www.apple.com/environment/pdf/products/ipad/iPadPro_12.9-inch_PER_Mar2020.pdf abgerufen
- Apple iPhone 11. (10. 11 2019). *Product Environmental Report*. Von https://www.apple.com/environment/pdf/products/iphone/iPhone_11_PER_sept2019.pdf abgerufen
- Apple MacBook Air 13,3". (05. 06 2017). *Environmental Report*. Von https://www.apple.com/environment/pdf/products/notebooks/13-inch_MacBookAir_PER_June2019.pdf abgerufen
- Apple Sicherheitsupdates. (23. 2 2023). *support.apple.com*. Von <https://support.apple.com/de-at/HT201222> abgerufen
- Apple_Environmental_Progress_Report. (23. 2 2023). *www.apple.com*. Von https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Environmental_Progress_Report_2022.pdf abgerufen
- D-Statist. (27. 02 2023). *Statistisches Bundesamt*. Von <https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Umwelt-Energie/Elektroschrott.html#:~:text=Insgesamt%20landeten%20hierzulande%20853%20000,3%2C3%20Kilogramm%20Elektroschrott%20an.> abgerufen
- Ellen MacArthur Foundation. (29. 06 2017). *Circular Consumer Electronics*. Von <https://emf.thirdlight.com/file/24/w2e0YaBwlmHCmUw2ADPwy5u5d-/Circular%20Consumer%20Electronics%3A%20An%20initial%20exploration.pdf> abgerufen
- Gautam, P., Behera, C., Sinha, I., Gicheva, G., & Singh, K. (2022). High added-value materials recovery using electronic scrap-transforming waste to valuable products. *Journal of Cleaner Production*, 129836.
- Lenovo Thinkpad T460 i5. (02. 12 2015). *Lenovo Product Carbon Footprint (PCF) Information Sheet*. Von <https://p4-ofp.static.pub/ShareResource/compliance/eco-declaration/pdfs/2022/pcf-thinkpad-t460.pdf> abgerufen
- myclimate. (27. 02 2023). *myclimate*. Von https://co2.myclimate.org/de/portfolios?calculation_id=5543547 abgerufen
- Rainer Pamminger, S. G. (2021). Modelling of different circular end-of-use scenarios for smartphones. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 477 ff.
- Rainer Pamminger, S. G. (2022). Modelling of different circular end-of-use scenarios for smartphones. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 470-482.

- Samsung Galaxy S20 FE. (2022). *Life Cycle Assessment for Galaxy S20 FE*. Von https://images.samsung.com/is/content/samsung/assets/de/sustainability/environment/environment-data/190123/3-1_LCA_Resultsfor_Smart_phones.pdf abgerufen
- Sustainable Development Report. (03. 03 2023). *Sustainable Development Report*. Von <https://dashboards.sdindex.org/profiles/austria> abgerufen
- Swappie. (2021). *Swappie - ENVIRONMENTAL IMPACT REPORT*. Von https://assets.swappie.com/Swappie_Environmental_Impact_Report_2021.pdf abgerufen
- The Life of an iPhone. (3. 02 2020). *Apple*. Von <https://storymaps.arcgis.com/stories/08b8f73b70b2478a8da1c518d7440b7c> abgerufen
- VCÖ. (2021). *VCÖ*. Von [https://vcoe.at/presse/presseaussendungen/detail/vcoe-zu-welterschoepfungstag-pro-kopf-verursacht-oesterreich-fast-doppelt-so-viele-treibhausgase-wie-der-globale-durchschnitt#:~:text=VC%20\(Wien%20Juli,anl%20des%20morgigen%20Welt](https://vcoe.at/presse/presseaussendungen/detail/vcoe-zu-welterschoepfungstag-pro-kopf-verursacht-oesterreich-fast-doppelt-so-viele-treibhausgase-wie-der-globale-durchschnitt#:~:text=VC%20(Wien%20Juli,anl%20des%20morgigen%20Welt) abgerufen
- WEMAG. (27. 02 2023). *WEMAG*. Von <https://www.wemag.com/energiesparberatung/wasserverbrauch-duschen-baden-waschen#:~:text=Bei%20Standard%20Badewannen%20betr%20die,Haushaltsverbrauch%20pro%20Kopf%20und%20Person!> abgerufen