



Lebenszyklusanalyse

Tauro

Fronius International, Peböck Leonhard & Neuhaus Maximilian, Information Class: Public



Agenda

- 01 Nachhaltigkeit bei Fronius
- 02 Lebenszyklusanalyse – was ist das?
- 03 Warum ist eine LCA so wichtig?
- 04 LCA Tauro Wechselrichter
 - Datenerhebung
 - Vorstellung eines Szenarios
 - Ergebnisse
- 05 LIVE-Demonstration Tauro



01

Nachhaltigkeit bei Fronius





Evidenzbasierte Nachhaltigkeit
entlang des gesamten
Produktlebenszyklus?

Nur möglich mit
Fakten, Fakten, Fakten

02

Lebenszyklusanalyse - Was ist das?

Was ist eine LCA?

Life-Cycle-Assessment

= Nachhaltigkeitsbewertung der ökologischen Dimensionen



Die drei Säulen der Nachhaltigkeit

Warum ist eine LCA so wichtig?

Evidenzbasierte Nachhaltigkeit

- Nachhaltigkeit ist ein sensibles Thema und muss bewiesen werden
→ evidenzbasiert
- Es braucht Fakten, Fakten, Fakten...
- Hohe Transparenz ist wichtig

Vorwurf des
Greenwashing
widerlegen

Veränderung der Kundenanforderungen



„Wir möchten Systeme anbieten können mit dem **besten Carbon Footprint**“

„**Wieviele CO₂ [kg]** verursacht bei uns die Herstellung eines Wechselrichters? (SnapINverter, GEN24 Plus)“

"Wir brauchen Informationen über die Umweltleistung, wie z.B. die Verwendung von **recycelten Materialien**, um **Fördermittel** von der EU zu erhalten"

„Wir brauchen Sustainability-Bewertungssystem u. A. basierend auf **LCAs** / EPDs für nachhaltige Bauprojekte der Regierung, große Bau- und Immobilienunternehmen“

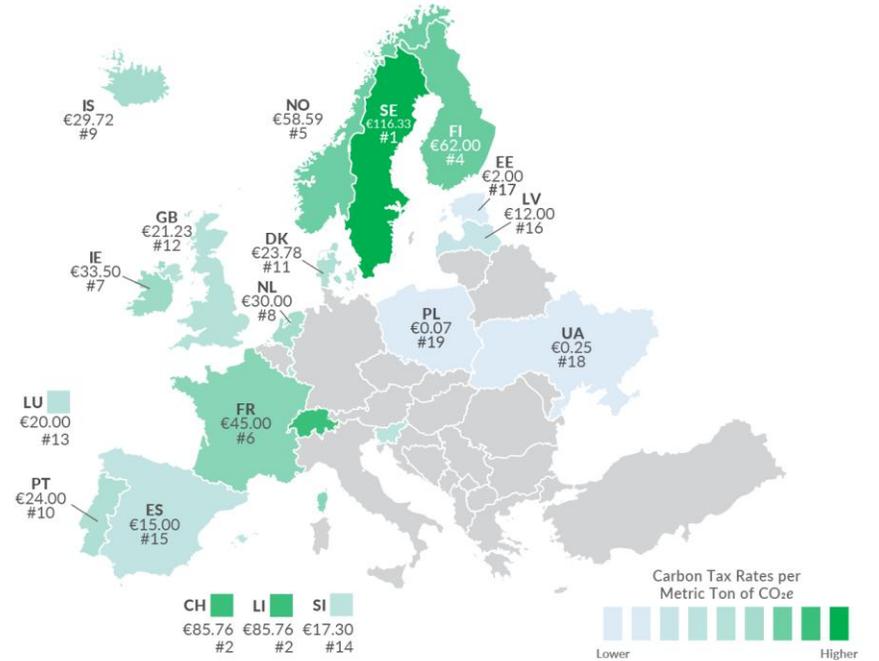
„Wir brauchen **LCA-Ergebnisse** um eine PV-Anlage mit der besten Nachhaltigkeitsperformance am Standort bauen zu können“

Aufkommende CO₂ Bepreisungen

- Steigende Preise pro Tonne CO₂
- Der Preis wird an die Endkunden weitergegeben
- Umweltfreundliche Produkte werden für die Kunden günstiger

Carbon Taxes in Europe

Carbon Tax Rates per Metric Ton of CO₂e, as of April 1, 2021



LCAs werden entscheidend

Anforderungen in Ausschreibungen

France launches 700 MW tender for large-scale PV

Solar project developers in France will have until June 25, 2021, to submit their bids. Under new rules, the selected PV projects must use modules manufactured with a low carbon footprint.

Solar projects selected in the tender must comply with France's new regulation, which prioritizes projects relying on low-carbon emission PV modules. These rules set out that the projects selected in the CRE4 tenders must have a carbon footprint of less than a certain limit of kg CO₂/kW. This can be calculated through a 'simplified' procedure, which has been designed by France's Environment & Energy Management Agency (ADEME).

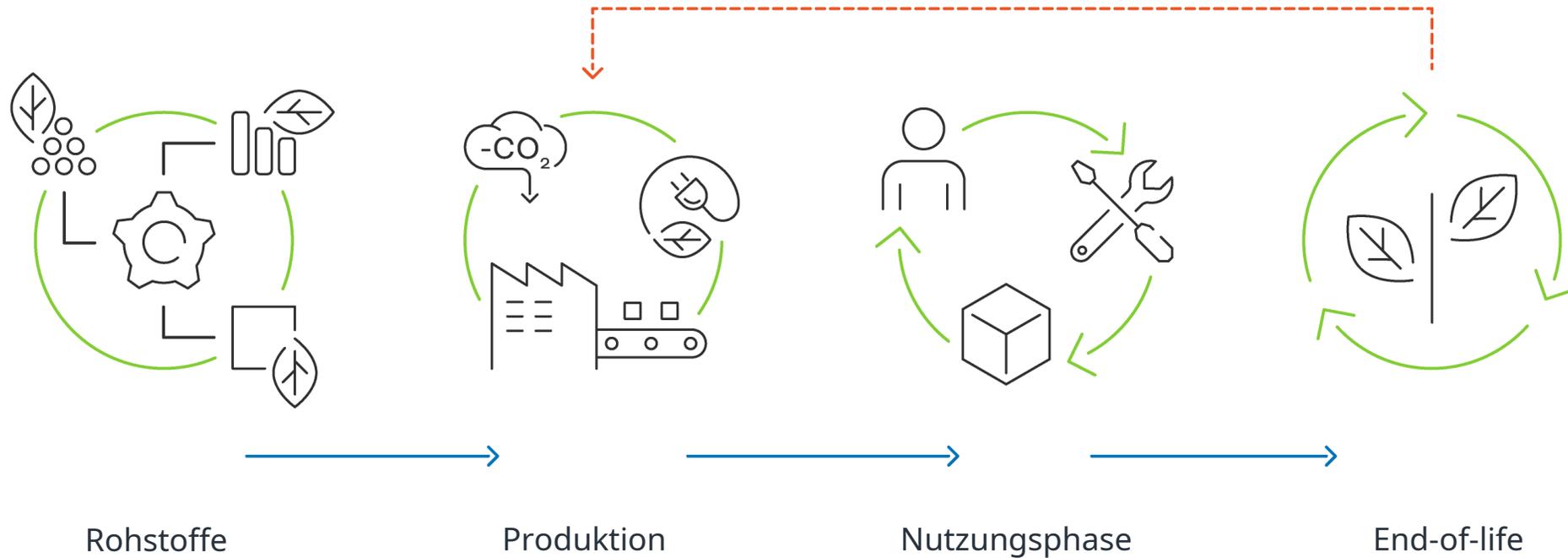


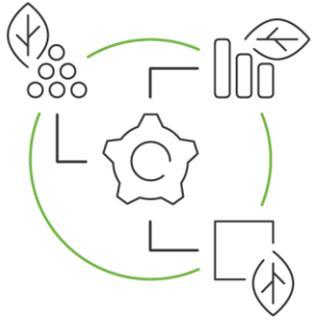
PV-Module und Wechselrichter mit niedrigem Carbon Footprint werden bei künftigen Ausschreibungen verlangt

Vom Problem zur Lösung



Lebenszyklus eines Produktes





Bauxit

Rohstoffe

Eisen



Kupfer

Transport



Bahn

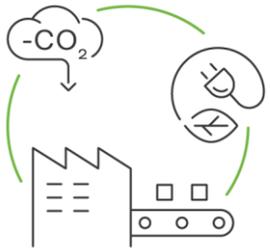


Schiff



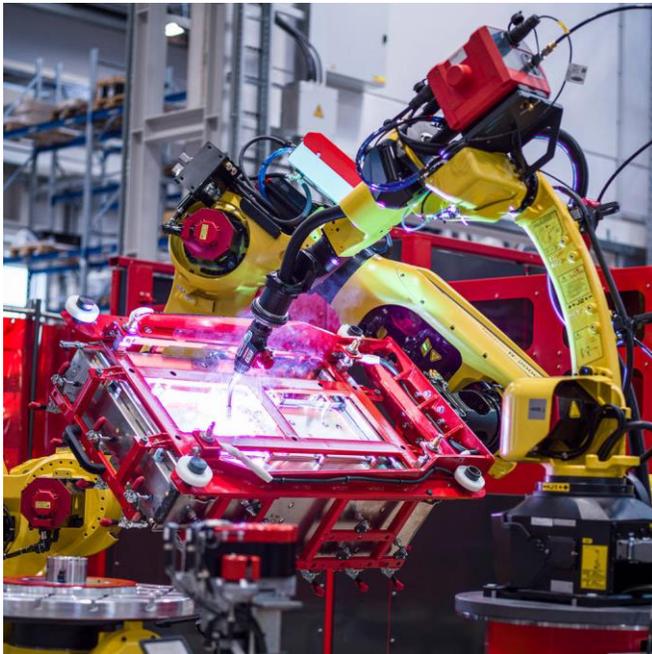
LKW

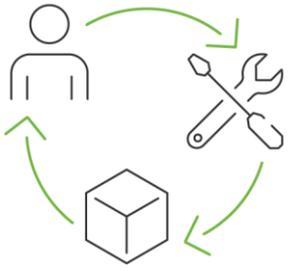
Innerhalb Europas
Verzicht auf Luftfracht



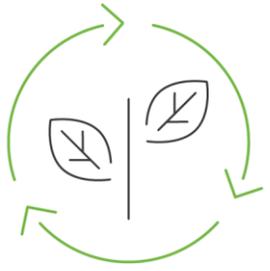
Produktion

100% Öko-Strom
kommen bei der
Produktion zum Einsatz

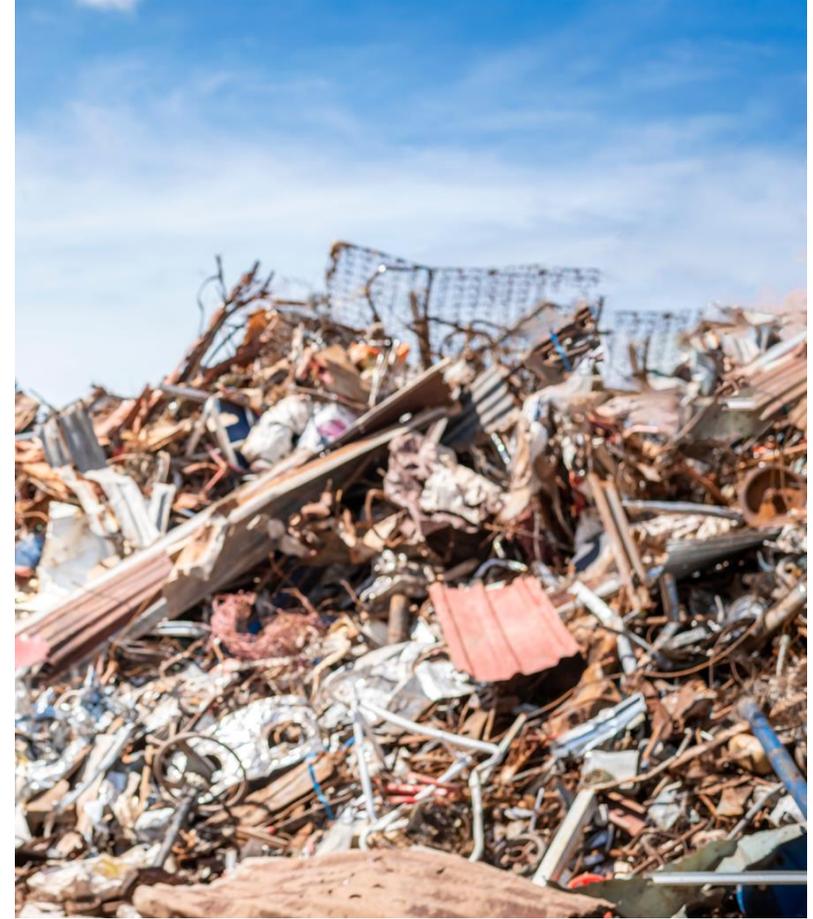




Nutzungsphase



End-of-Life



04

LCA Tauro

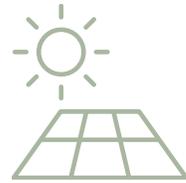
LCA Tauro Szenarien



Auswahl des Standorts

1

- Österreich
- Deutschland
- Polen
- Brasilien
- Australien
- Spanien
- Italien



Auswahl PV-System

2

- Konventionell
- Nachhaltigere PV-Module



Auswahl Fronius Wechselrichter

3

- Tauro ECO 100-3-D
- Tauro ECO 100-3-P



Auswahl Abfallverwertung

4

- Deponierung
- Müllverbrennung
- Metallrecycling mit nachgelagerter Müllverbrennung
- Recycling ohne Demontage
- Recycling mit Demontage

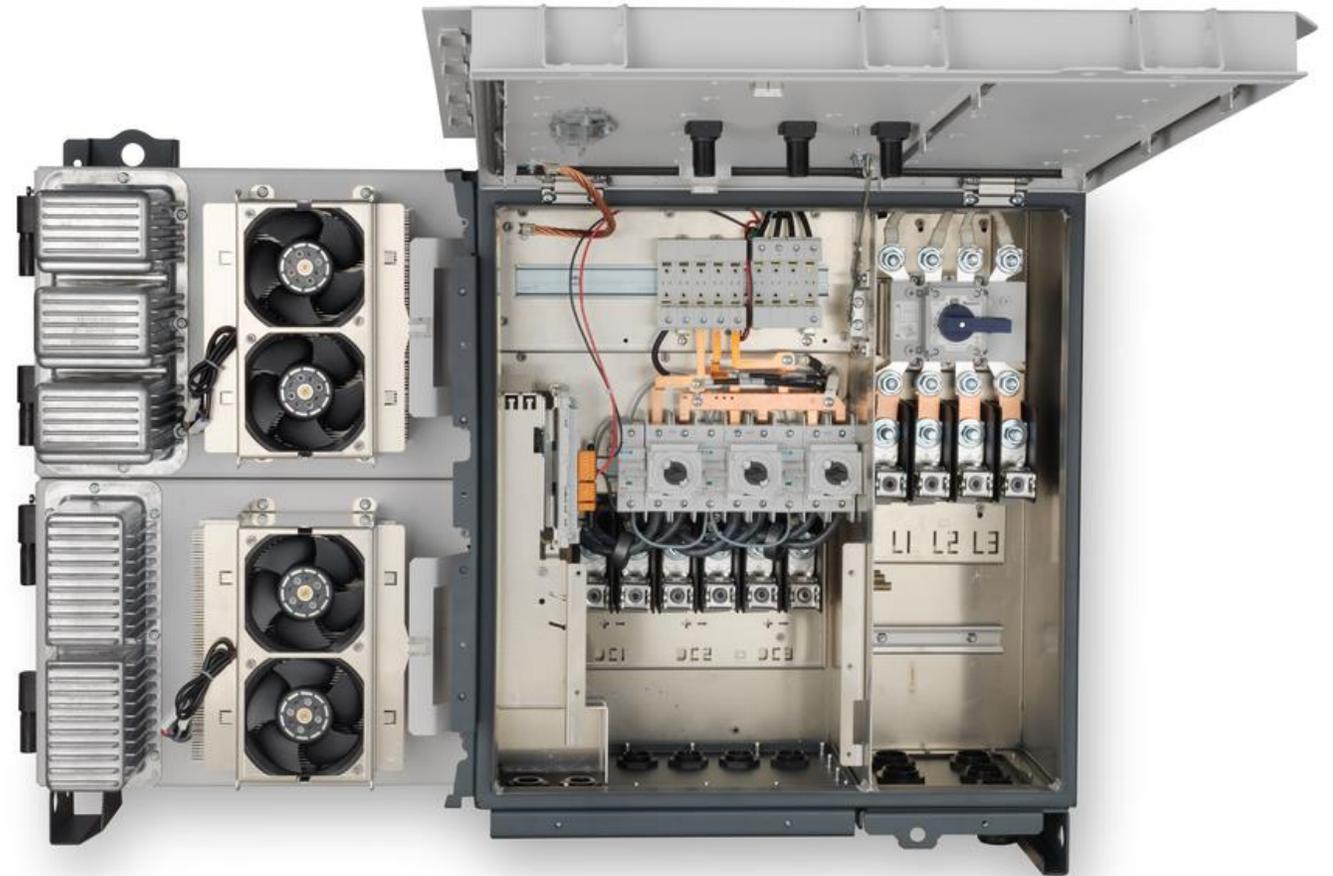


Zusätzliche Parameter

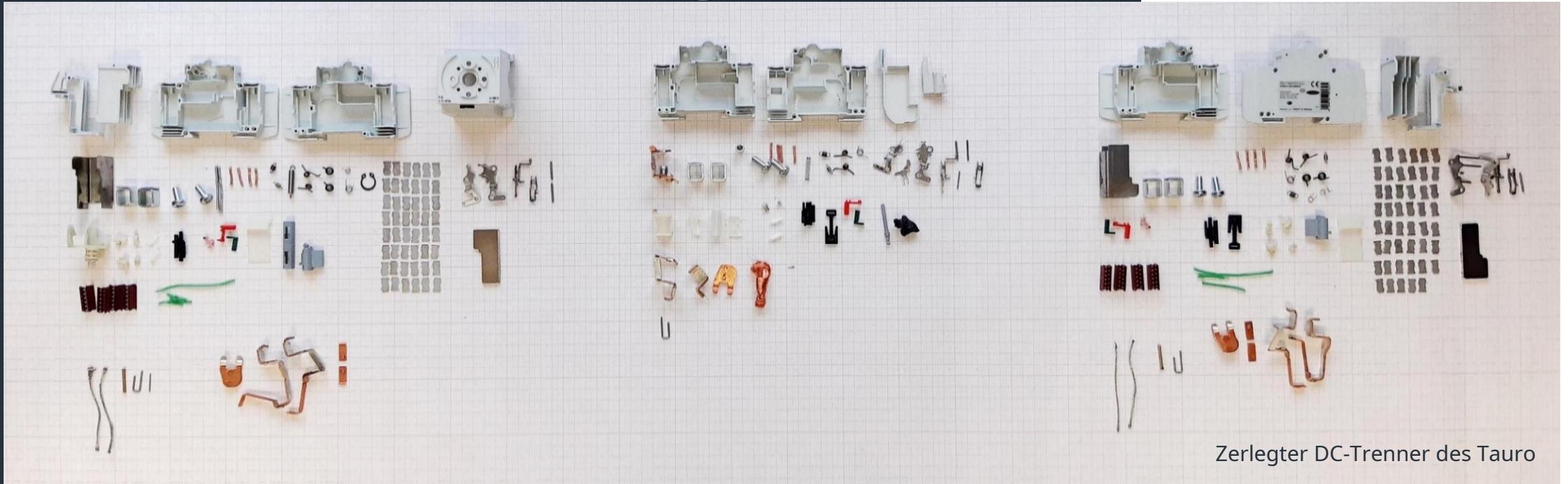
5

- Lebensdauer
- Verschiedene Reparaturprozesse
- Herkunft des Stroms für den Nachtverbrauch
- ...

LCA Tauro Datenerhebung



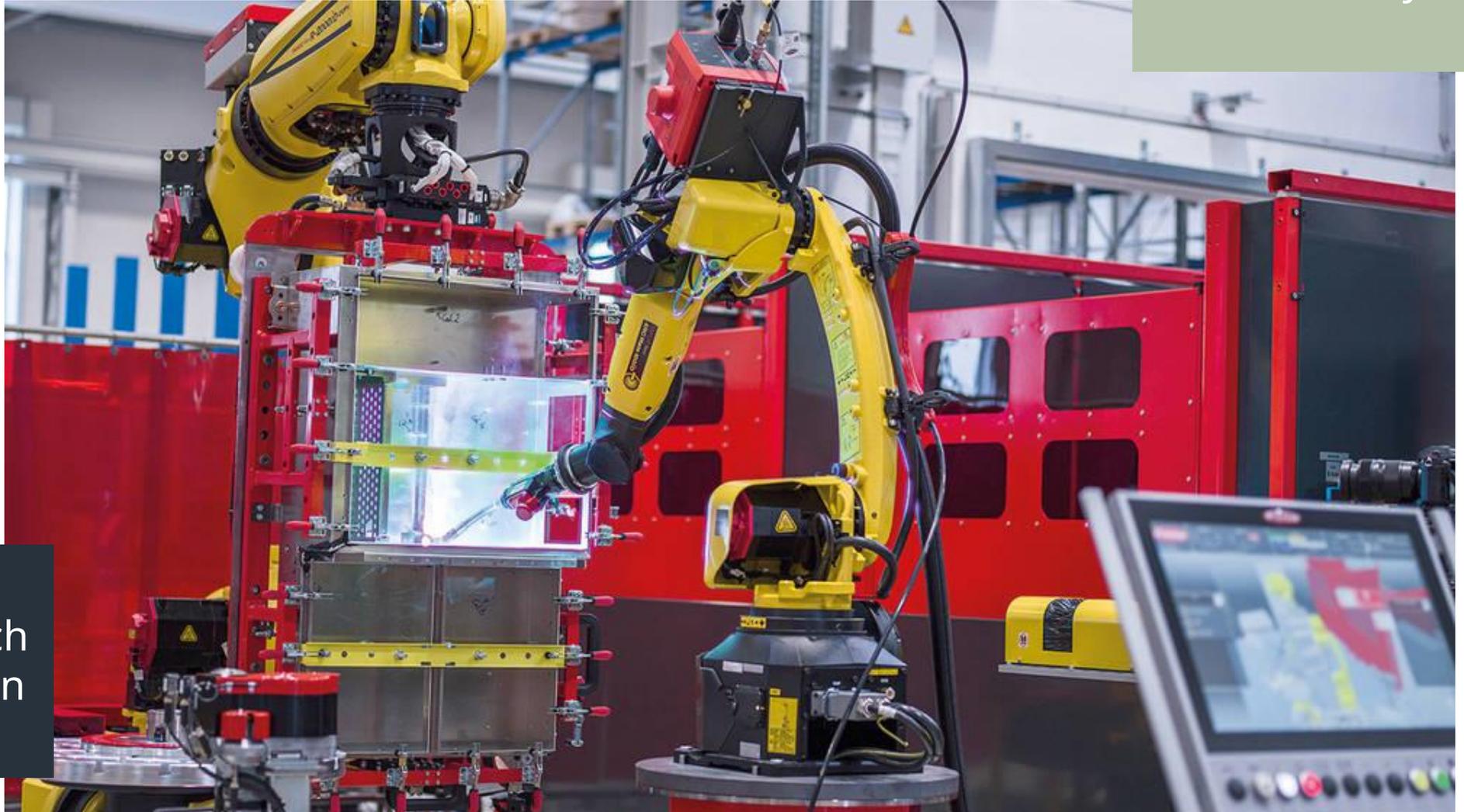
Datenerhebung



- Detaillierte Datenerhebung von 960 Komponenten
- Behandlung von Halbleiter- und Gold-Bauteilen in konzentrierter Schwefelsäure zur Gewichtsbestimmung
- Anpassung einer offiziellen Datenbank (ecoinvent) aufgrund der Untersuchungen von Fronius

Datenerhebung

Produktion &
Assembly



Energieverbrauch
in der Produktion

Datenerhebung

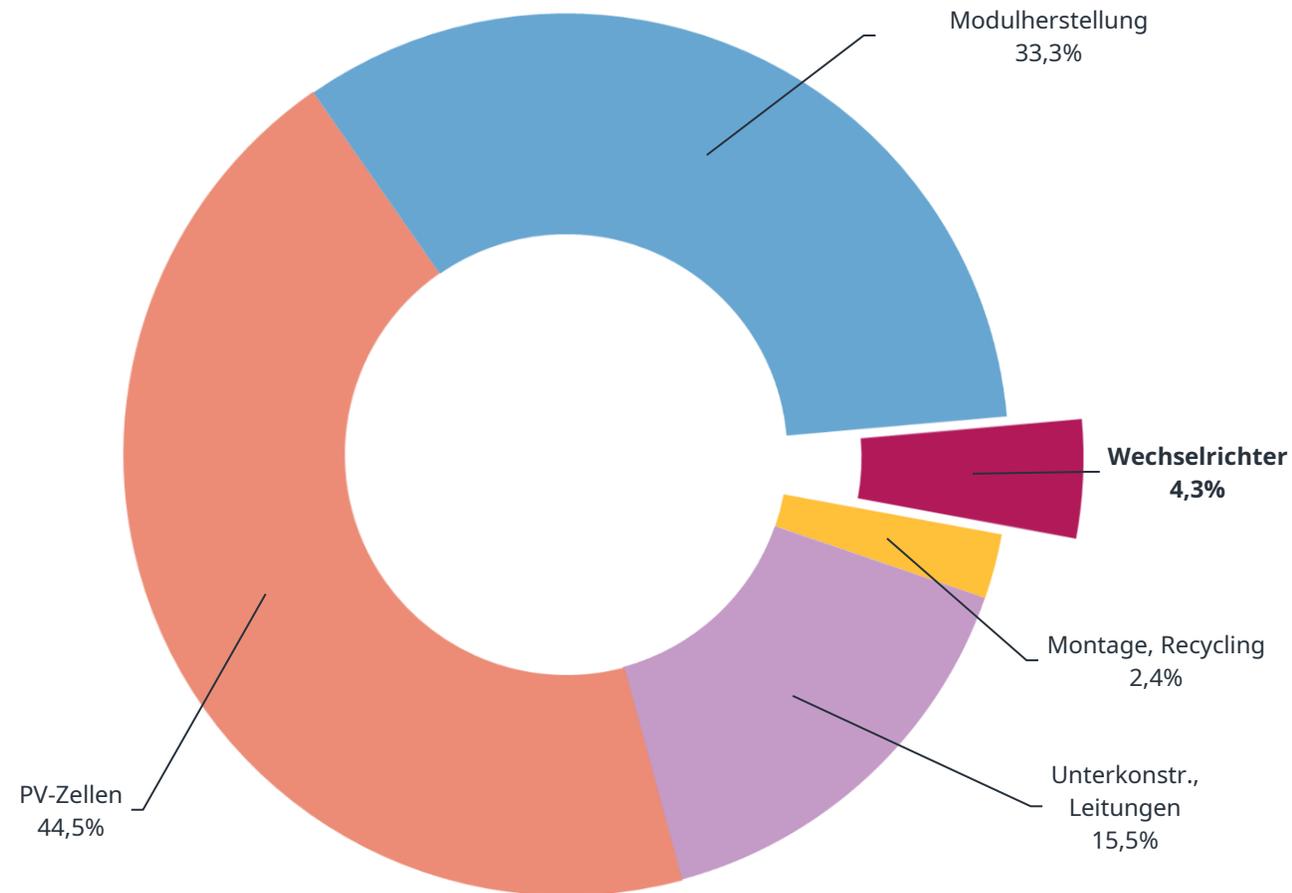
End-Of-Life



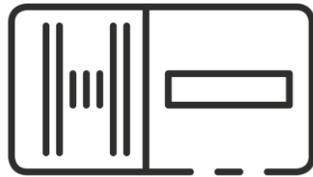
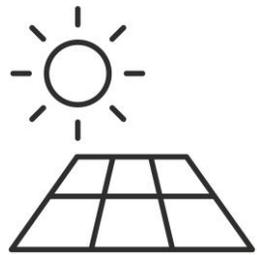
Ein LCA-Szenario im Überblick

Carbon Footprint von PV-Anlagen

- PV-Anlage ohne WR hat einen „CO₂-Rucksack“ aus der aufwändigen Produktion mit 953 kg CO₂e/kWp Anlagenleistung, der über **30 Jahre Lebensdauer** abgeschrieben wird.
- Lebensdauer Wechselrichter: 20 Jahre
- Hier verwendeter Referenzwert:
26 g CO₂e / kWh Output
- Dieser WR hat 4,3 % **Anteil an den Klimawirkungen** des gesamten PV-Systems, daher werden ihm auch ca. **4,3 %* des Nutzens angerechnet**



Selektiertes Szenario



Tauro ECO 100-3-D

20 Jahre Betrieb in Deutschland

Konventionelle Module

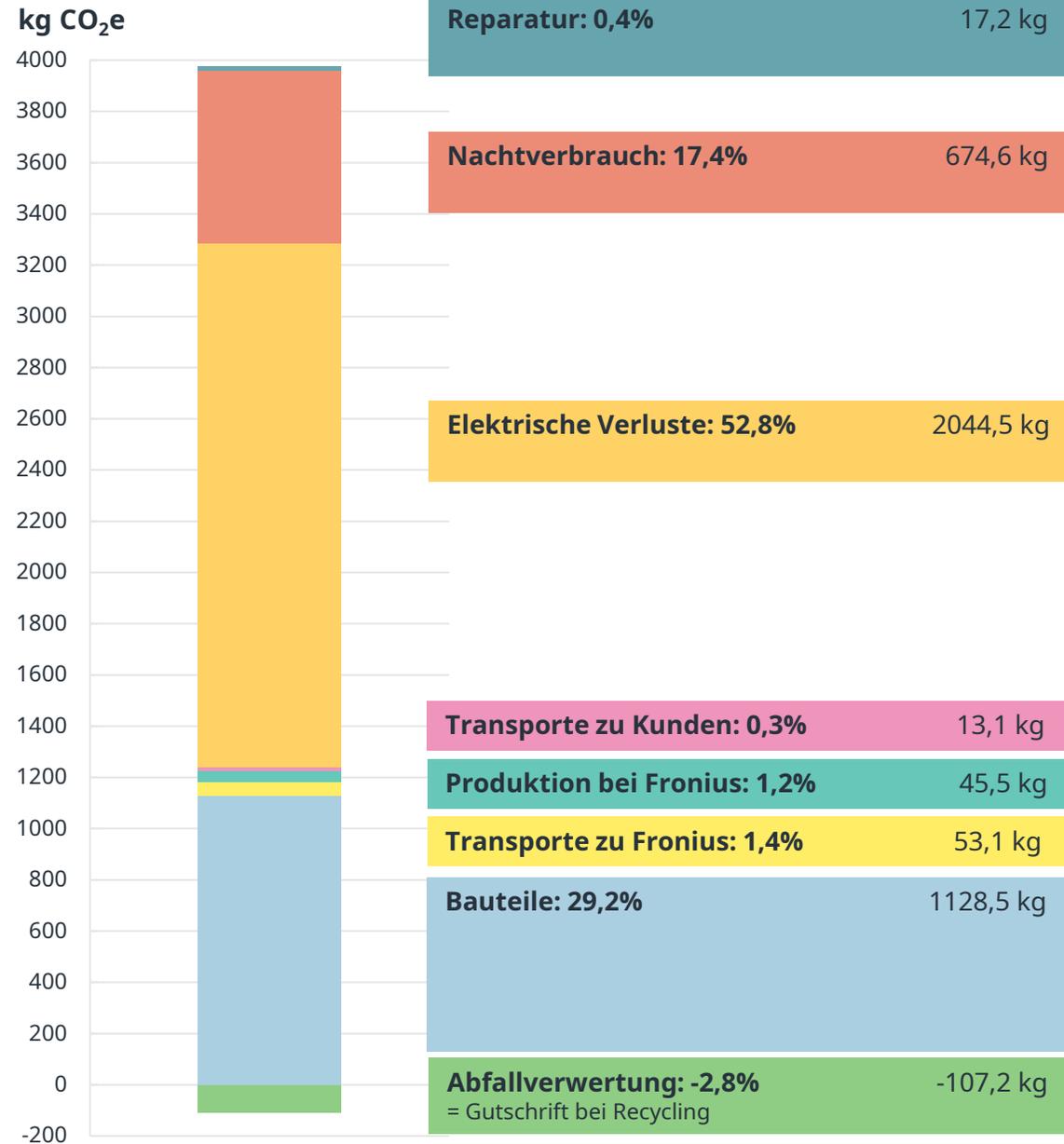
**Metallrecycling
mit nachgelagerter Müllverbrennung**

Klimawirkungen über den gesamten Lebenszyklus



**Klimawirkung:
3.869 kg CO₂e**

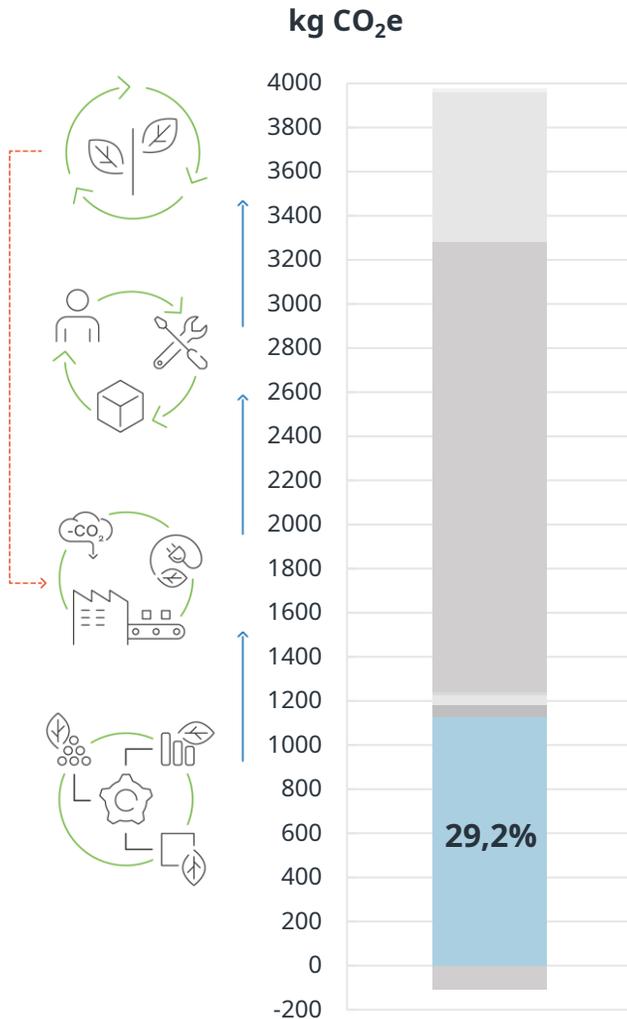
Tauro ECO 100 D, 20 Jahre Betrieb in Deutschland, konventionelle Module und Metallrecycling mit nachgelagerter Müllverbrennung



Nutzungsphase beim Kunden

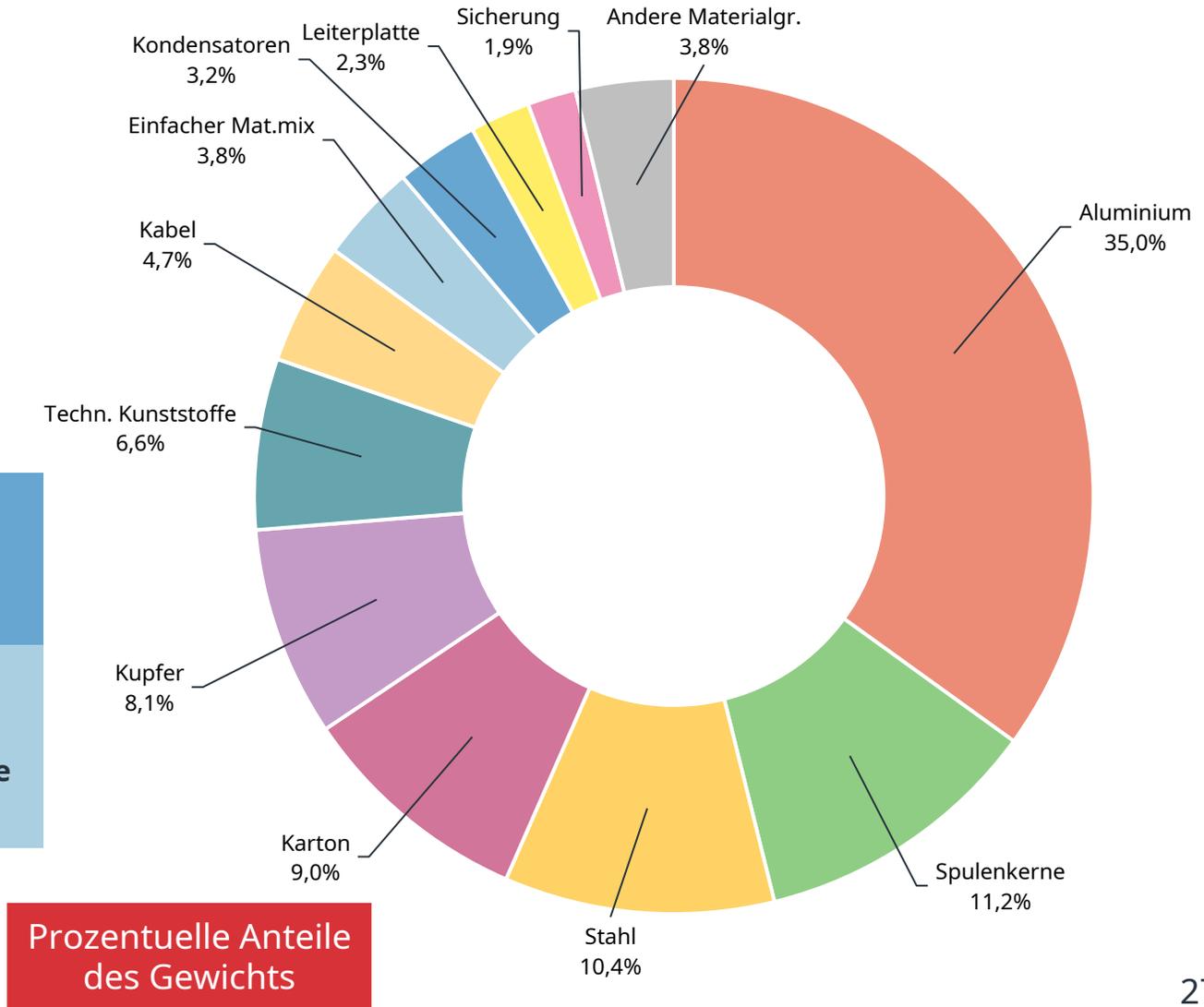


Bauteile nach Gewicht

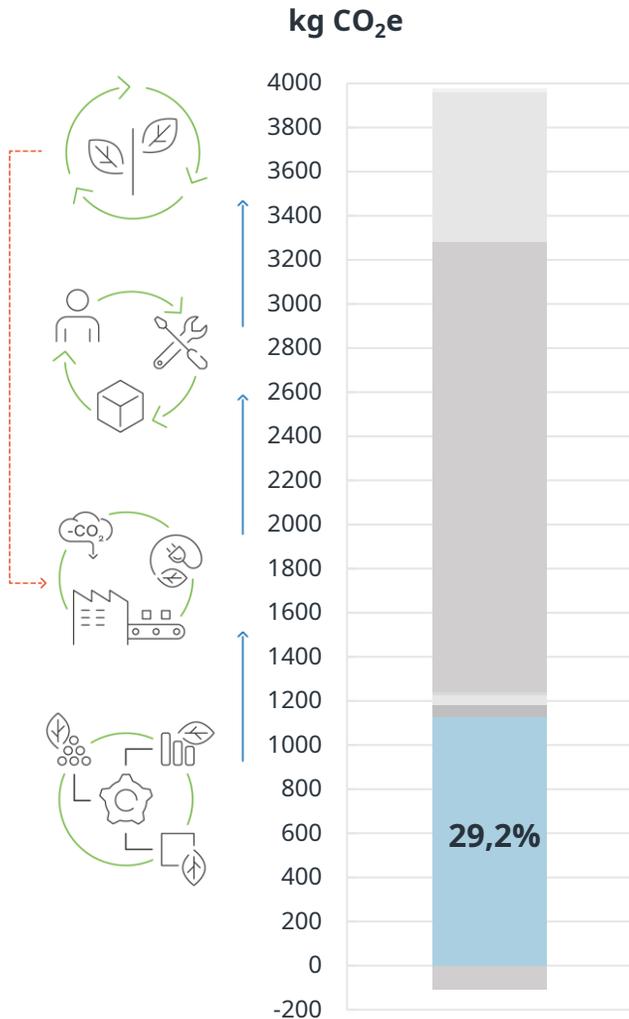


Bauteile

960 Bauteile modelliert
5.040 Stück
**1.128,5 kg CO₂ bei
Produktion aller Bauteile**

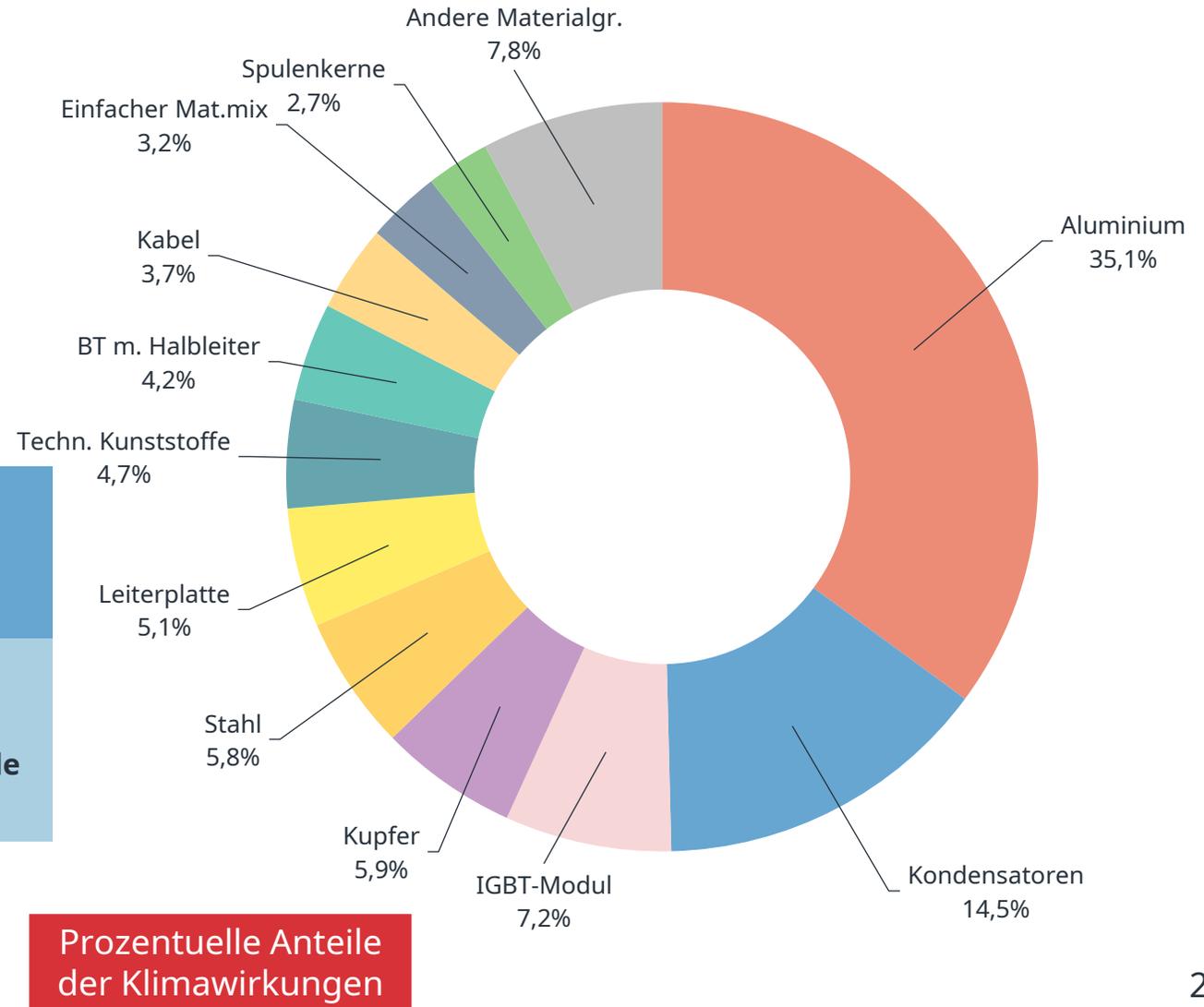


Klimawirkung Bauteile



Bauteile

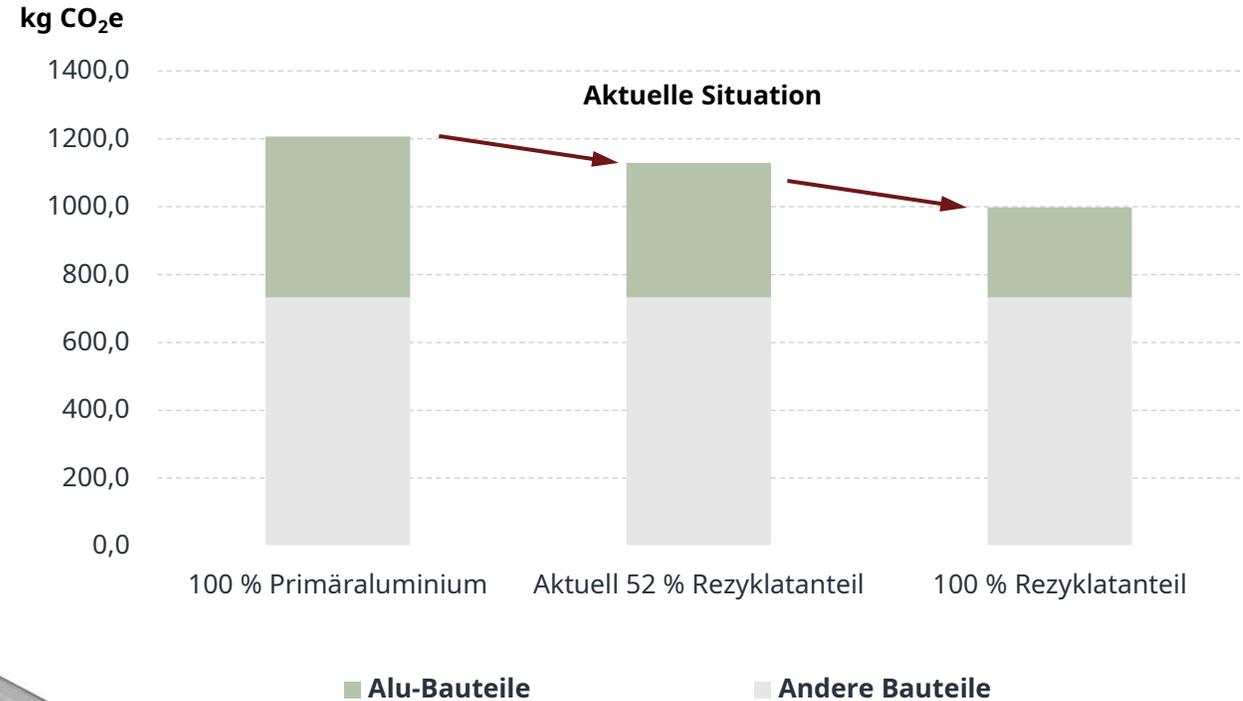
960 Bauteile modelliert
5.040 Stück
**1.128,5 kg CO₂ bei
Produktion aller Bauteile**



Auswirkung Rezyklatanteil im Tauro

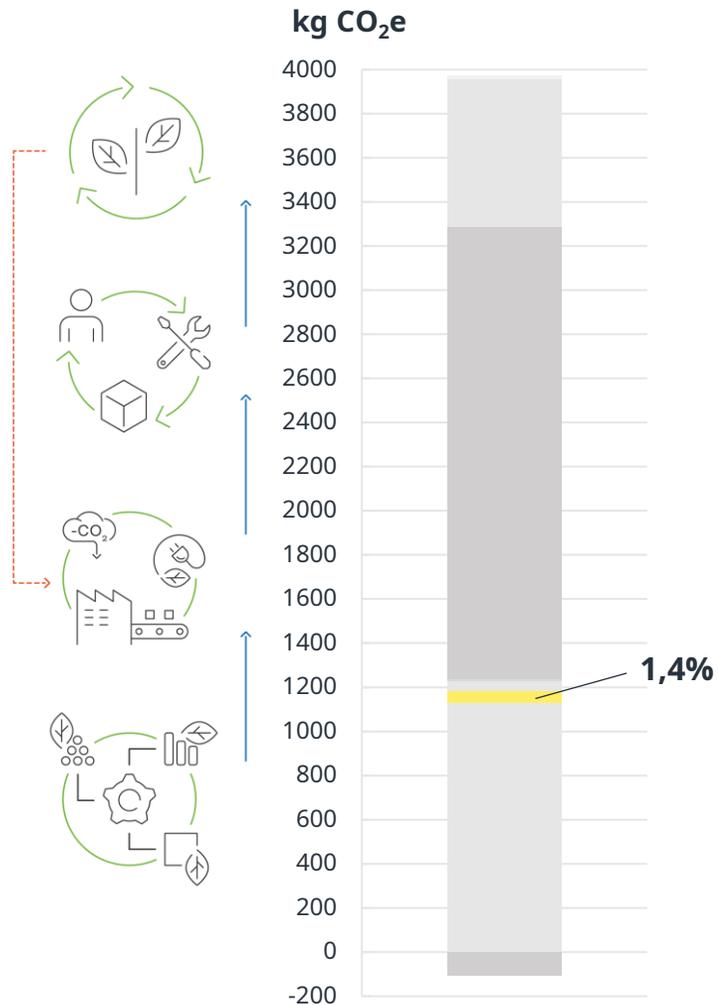


Der **Rezyklatanteil** beschreibt den Anteil an recyceltem Aluminium im Fronius Tauro



Großer Hebel
Alu-Rezyklatanteil

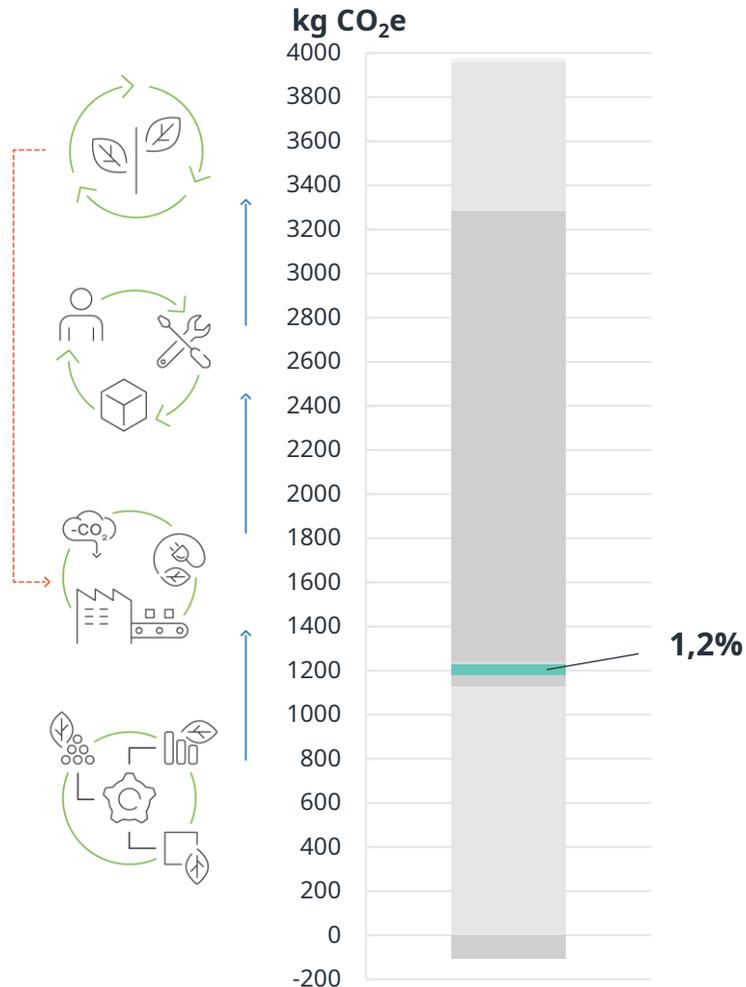
Klimawirkung



Transporte zu Fronius

- Ursprungsländer der Bauteile
- Ermittlung einer gemittelten Entfernung je Ursprungsland nach Österreich
- Aufteilung auf Verkehrsträger (LKW, Schiff, Bahn)

Klimawirkung

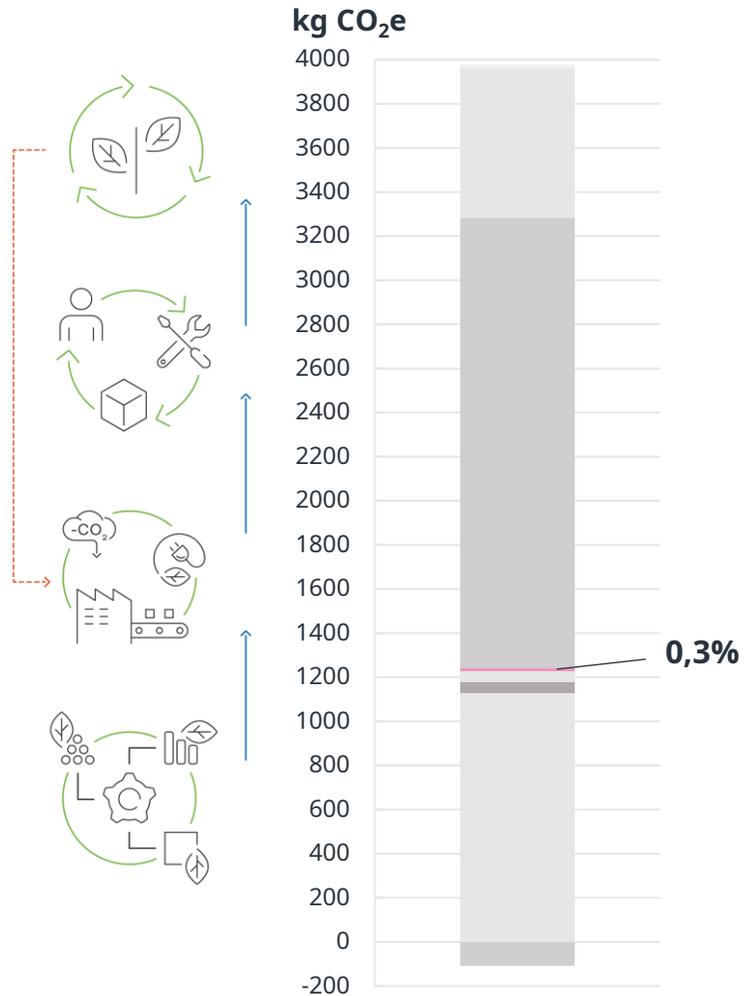


Produktion bei Fronius

Folgende Daten wurden erhoben bzw. abgeschätzt:

- Stromverbrauch
- anteiliger Gasverbrauch
- anteiliger Dieserverbrauch
- Stickstoffbegasung
- Lötpaste und Lötzinn
- Druckluft
- Kartonverpackungen von angelieferten Bauteilen
- Kunststoffverpackungen von angelieferten Bauteilen
- Produktionsabfälle

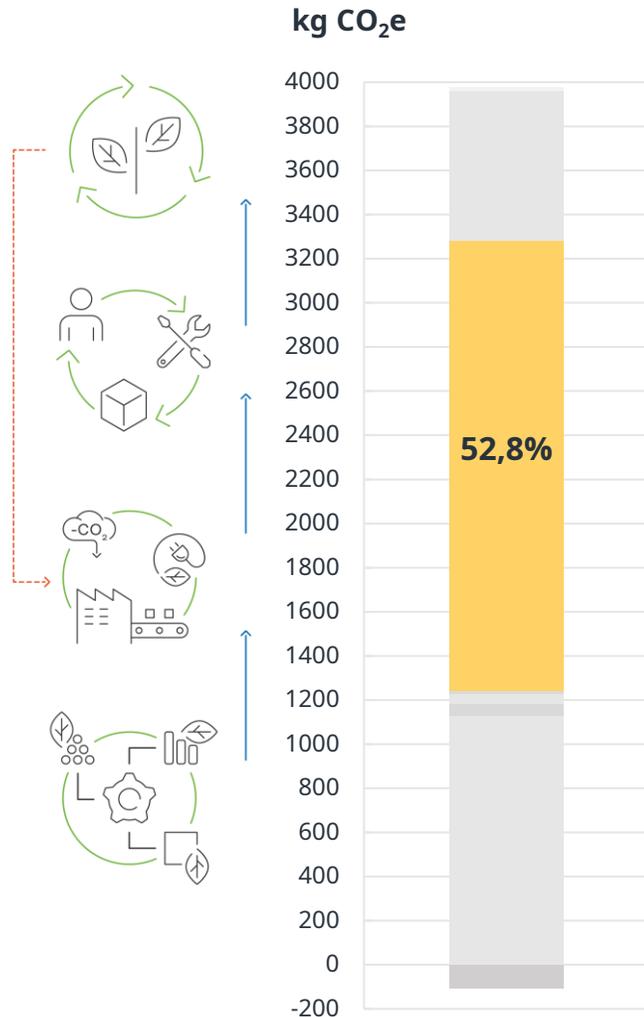
Klimawirkung



Transporte zu Kunden

- Zielländer der Wechselrichter
- Ermittlung einer gemittelten Entfernung
- Aufteilung auf Verkehrsträger (LKW, Schiff, Bahn)

Klimawirkung



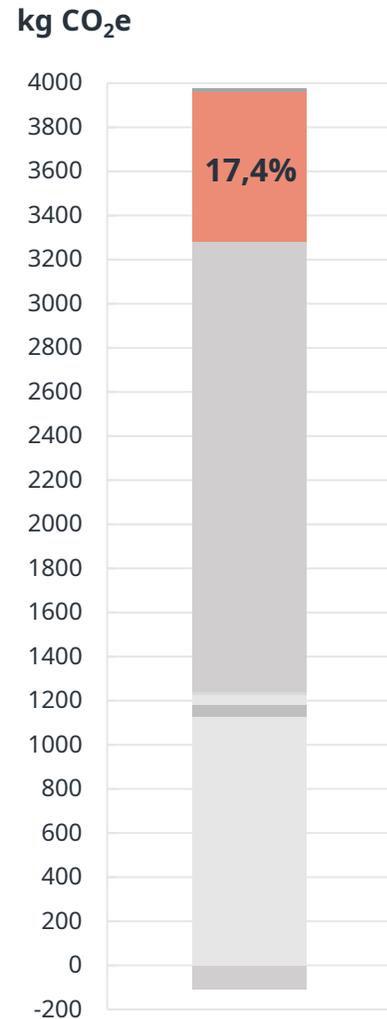
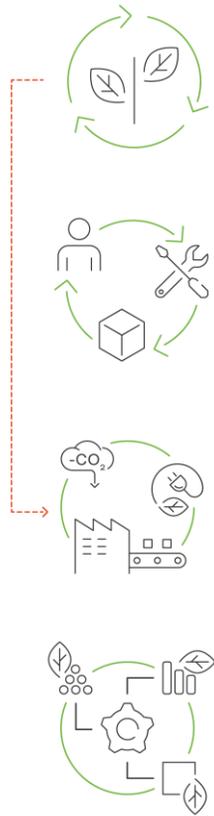
Elektrische Verluste in der Verwendungsphase

Die gelieferte Energie der PV-Module hat auch einen **CO₂-Rucksack** durch die **aufwändige Produktion der Module**, die hier im Wechselrichter als Abwärme meist ungenutzt bleibt, bei 97,52 % Wirkungsgrad. Der Wirkungsgrad variiert je nach Land (97,5 % - 97,8 %) abhängig von Sonneneinstrahlung, Betriebsstunden, etc. und wurde durch PV Sol ermittelt.

Durch die Verwendung nachhaltiger Module würde der gesamte Fußabdruck um 18% sinken



Klimawirkung

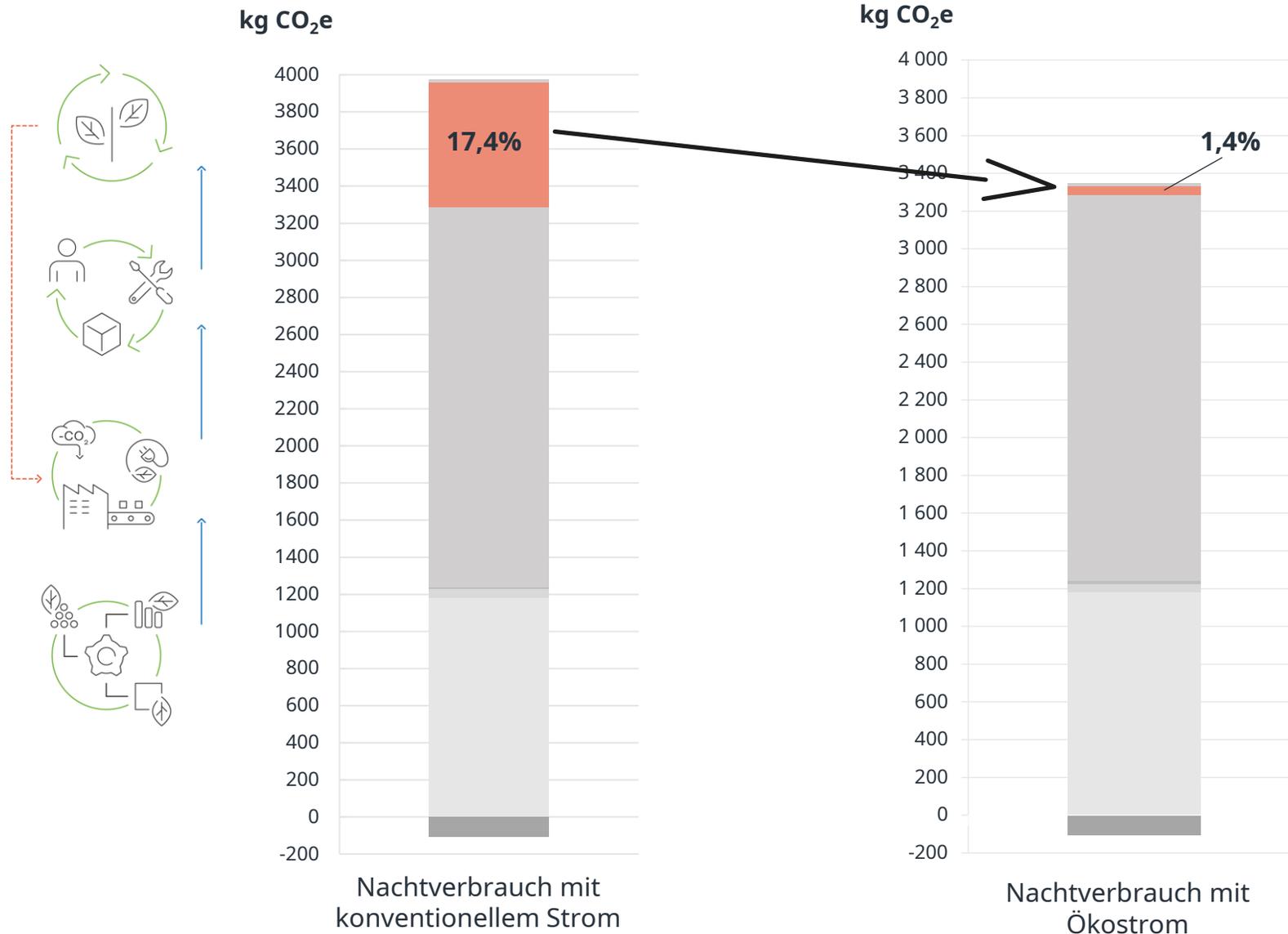


Nachtverbrauch

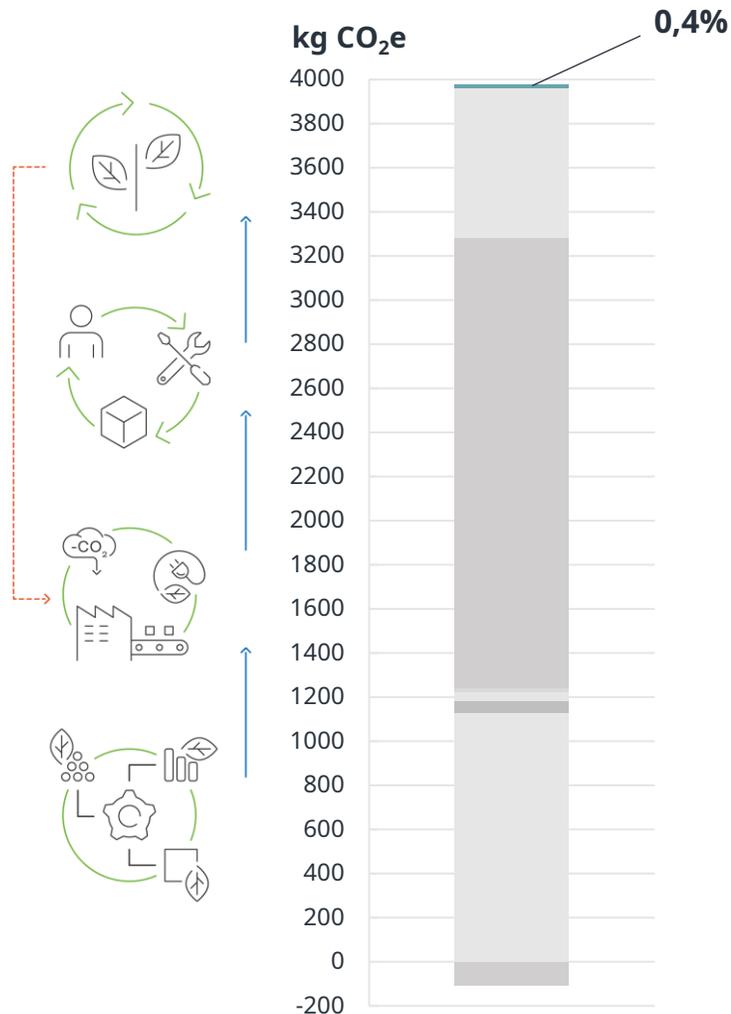
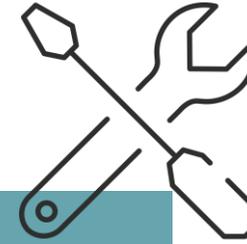
Der Wechselrichter verbraucht auch nachts Energie (bspw. für das Datenmanagement). Diese Energie muss aus dem Stromnetz bezogen werden und wirkt sich damit auf den CO₂ Fußabdruck aus (abhängig vom länderspezifischen Strommix).



Einfluss Nachtverbrauch



Klimawirkung



Reparatur

Es wird angenommen, dass bei 17,5% der Wechselrichter (über 20 Jahre und alle modellierten Szenarien) ein Reparaturbedarf besteht (z.B.: Austausch des Außenlüfters). Der prozentuelle Anteil der Klimawirkungen durch die Reparaturen pro Tauro würde somit 0,4% ergeben (Beispielsweise für die Produktion und den Transport eines neuen Lüfters oder Leistungsteils).

Reparatur-Einfluss



Mögliche/typische Reparaturvorgänge vor Ort

- Austausch Leistungsteil
- Austausch der Datenkommunikationseinheit
- Austausch der Steuerungsplatine
- Austausch des Außenlüfters

Reparatur-Einfluss

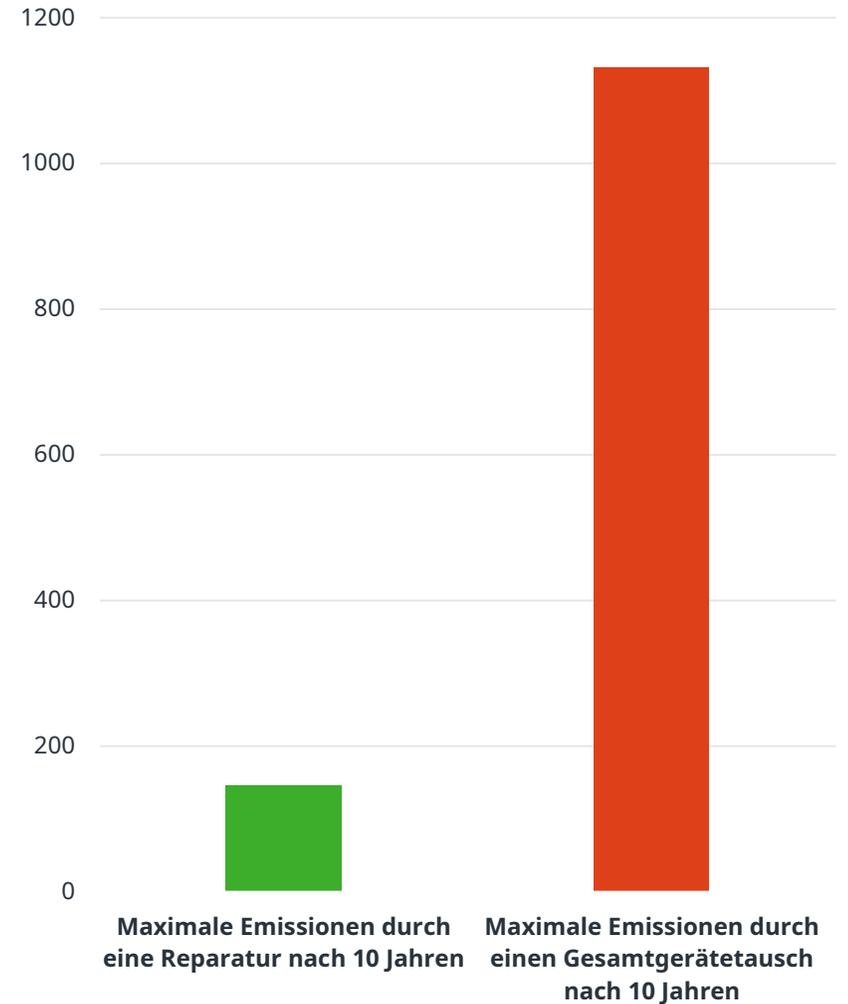


Beispiel Defekt nach 10 Jahren

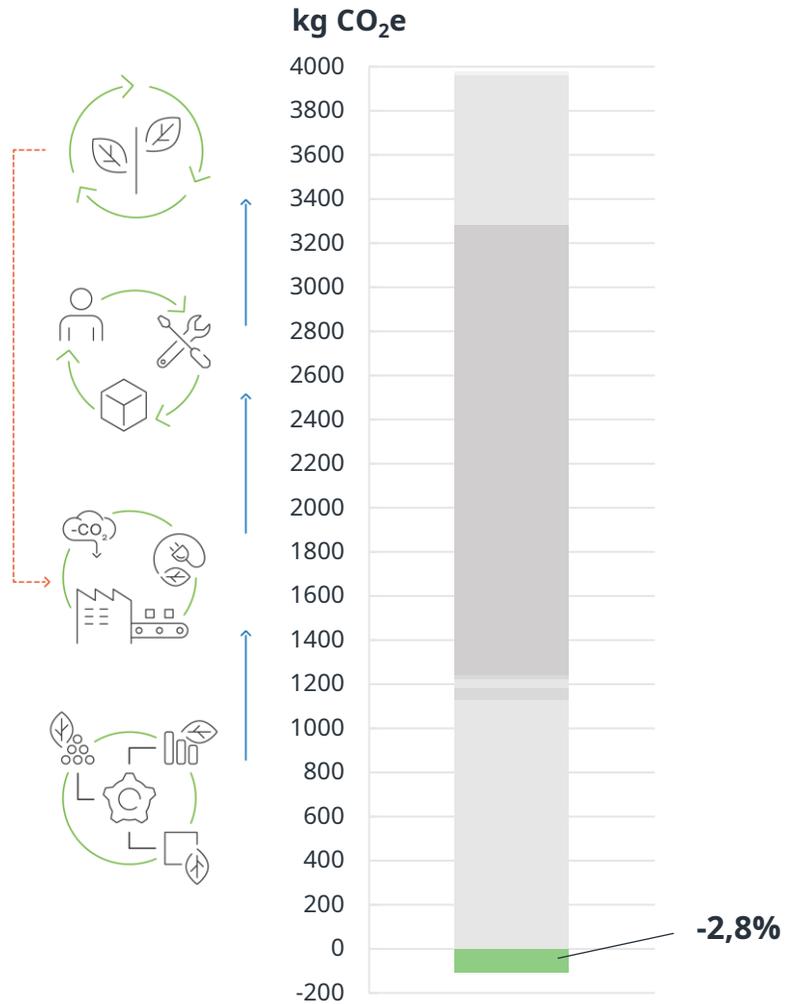
→ Durch eine Reparatur entstehen
max. **147 kg CO₂e-Emissionen**

→ Durch den Tausch des gesamten
Gerätes entstehen jedoch **1.133 kg**
CO₂e-Emissionen

Reparatur stiftet hohen
Umweltnutzen



Klimawirkung

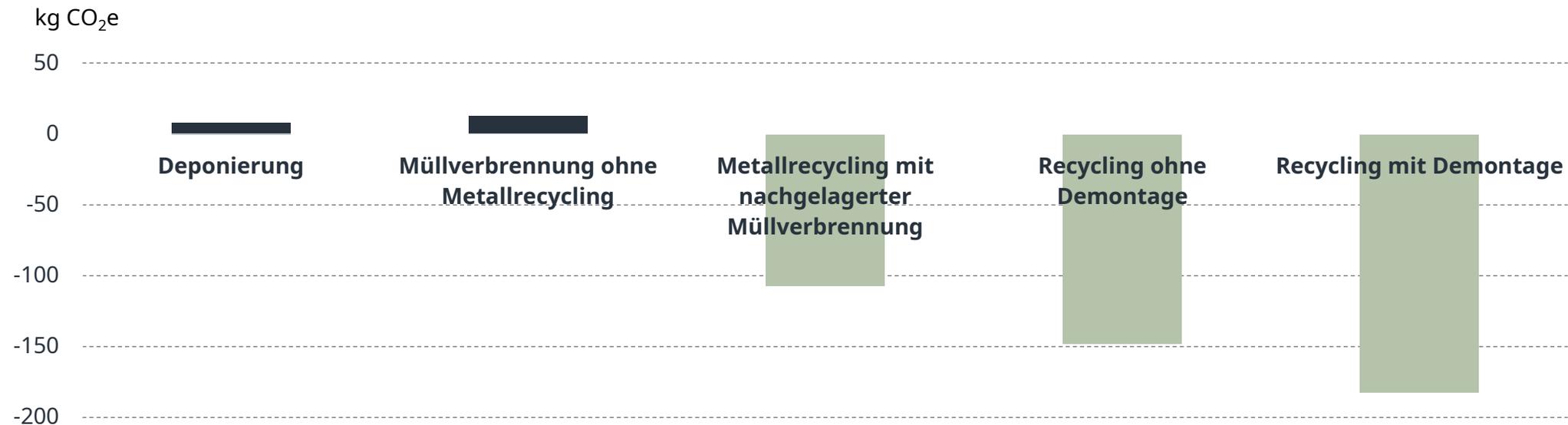


Abfallverwertung

= Gutschrift bei Recycling



Varianten der Abfallverwertung



- **Negative Werte** entstehen durch Gutschriften für ersetzte Primärproduktion oder ersetzte fossile Energieträger.

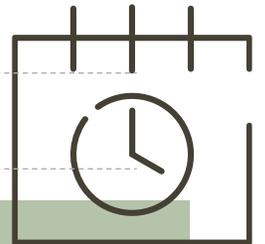
Umweltaufwand vs. Nutzen

Verhältnisse Aufwand vs. Nutzen, Mittelwert aller 3 Single-Score-Methoden



CO2e-Payback-Time

- Tauro ECO 100-3-D in Deutschland: 1,1 Jahre
- Tauro über alle Szenarien:
 - von 0,4 Jahre (in Australien)
 - bis 2 Jahre (in Brasilien)



Zusammenfassung der Ergebnisse

Offizielles Review durch
Mitarbeiter des Fraunhofer IZM



Die Amortisationszeit der
Klimaauswirkungen liegt
im Bereich von

0,4 –
2,0 Jahren

bis zu
223.097 kg

CO₂-e werden mit dem
Tauro eingespart –
bis zu 200 Flüge von
Wien – New York

Der Umweltnutzen
übersteigt den
Aufwand um das

10 - 52-fache

Kernaussagen



Reparatur stiftet hohen
Umweltnutzen im Vergleich
zu Gerätetausch



Großer Hebel bei
Klimawirkungen:
CO₂ Fußabdruck der Module
und Wirkungsgrad des
Wechselrichters



Hoher Alu-Rezyklatanteil hat
positive Auswirkung auf den
CO₂ Fußabdruck

05

LIVE-Demonstration Fronius Tauro



All information is without guarantee in spite of careful editing – liability excluded.

Intellectual property and copyright: all rights reserved.
Copyright law and other laws protecting intellectual property apply to the content of this presentation and the documentation enclosed (including texts, pictures, graphics, animations etc.) unless expressly indicated otherwise. It is not permitted to use, copy or alter the content of this presentation for private or commercial purposes without explicit consent of Fronius.