Leistungskatalog Projekt „Wege zum Product Carbon Footprint mit KI“

Projektdauer: **01.12.2026 bis 30.11.2027**

Leistungen: **KI-Tool zur automatisierten Erstellung von PCF**
Ingenieurwissenschaftlich ersteller PCF zur Validierung der KI

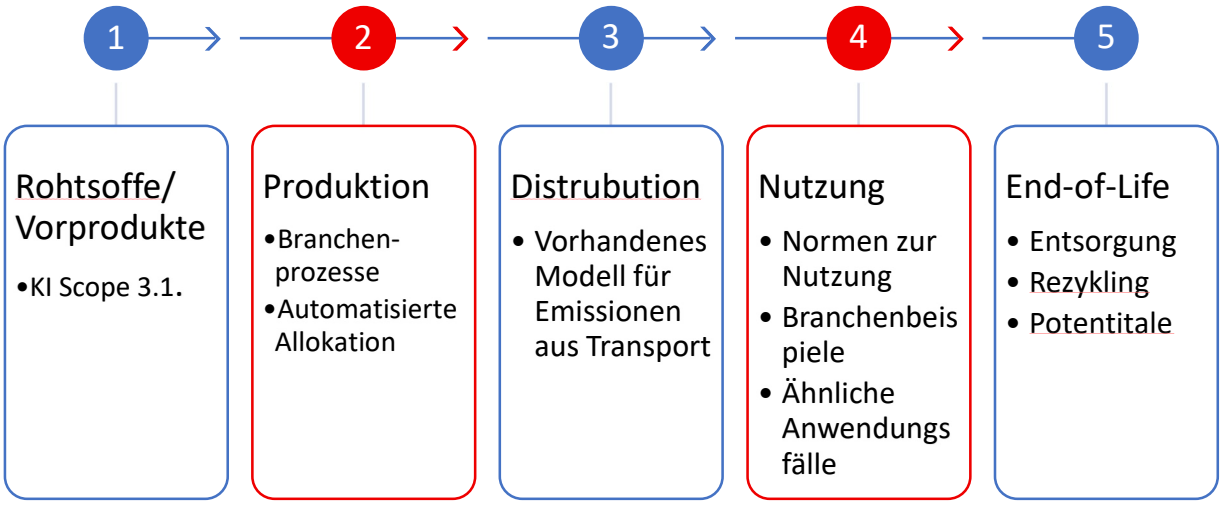
Herausforderung

Die Erstellung von Product Carbon Footprints (PCFs) ist für Unternehmen methodisch und organisatorisch anspruchsvoll, da sie eine belastbare Erfassung von Treibhausgasemissionen über den gesamten Produktlebenszyklus erfordert. Besonders herausfordernd ist die Datenbeschaffung entlang der Lieferkette, weil relevante Informationen zu Vorprodukten, Materialien, Vorleistungen und Transporten häufig nicht oder nur unvollständig vorliegen. Darüber hinaus unterscheiden sich Datenqualität, Detaillierungsgrad und Erhebungsmethoden zwischen internen Standorten und externen Lieferanten erheblich, was die Vergleichbarkeit und Konsistenz der Ergebnisse erschwert.

Hinzu kommt, dass PCFs nicht nur die direkten Emissionen aus der eigenen Produktion abbilden, sondern auch vorgelagerte und teilweise nachgelagerte Emissionen berücksichtigen müssen. Damit steigen die Anforderungen an Bilanzierungsgrenzen, Systemabgrenzungen, Allokationsregeln und die Auswahl geeigneter Emissionsfaktoren. Gerade bei komplexen Produkten mit zahlreichen Bauteilen und Varianten führt dies zu hohem manuellem Aufwand, langen Bearbeitungszeiten und erhöhten Unsicherheiten.

Projektvorhaben:

Das Forschungsprojekt zielt darauf ab, die Erstellung von Product Carbon Footprints durch den Einsatz eines KI-gestützten Tools zu vereinfachen und zu verbessern. Am Fachgebiet „Umweltgerechte Produkte und Prozesse“ (upp) existiert bereits ein funktionierender Prototyp zur Erstellung der Treibhausgabilnaz im Scope 3.1 und Scope 3.2 zur Ermittlung der Emissionsfaktoren für eingekaufte Waren und Dienstleistungen. Die Abbildung zeigt die fünf zu betrachtenden Phase bei der Erstellung eines Product Carbon Footprints. Auf den rot-markierten Phasen liegt der Entwicklungsschwerpunkt in diesem Projekt.



Mithilfe bestehender Bilanzierung für die Rohstoffe und Vorprodukte können die betriebsinternen Prozessemissionen für die Weiterverarbeitung mithilfe von branchenspezifischen Prozessen oder der automatisierten Allokation der Gesamtemissionen eines Unternehmens zugeordnet werden. Für die Distribution liegt bereits ein Modell zur Ermittlung der Transportemissionen vor. Für die Nutzungsphase sollen bestehende Normen, Branchenbeispiele oder ähnliche Anwendungsfälle in der KI-Lösung verarbeitet werden, um plausible Bilanzierungsszenarien zu entwickeln. Bei der End-of-Life Bewertung werden die Standardfälle abgebildet und können durch unternehemensspezifische Angaben verfeinert werden.

Die Innovation des Vorhabens liegt in der Verbindung eines bestehenden Scope-3-Prototyps mit einer KI-gestützten PCF-Logik auf Produktebene. Während vorhandene Ansätze häufig auf manueller Datenerhebung oder stark vereinfachten Durchschnittswerten beruhen, wird im Projekt eine intelligente Datentransformation entwickelt, die unstrukturierte oder unvollständige Unternehmensdaten automatisiert klassifiziert, plausibilisiert und emissionsrelevant aufbereitet. Die KI übernimmt dabei nicht nur die Extraktion und Strukturierung von Daten, sondern unterstützt auch die regelgestützte Zuordnung zu Materialien, Rohstoffgruppen, Prozesskategorien und Standardfällen der Nutzungs- und End-of-Life-Bewertung. Dadurch entsteht ein praxisnaher Lösungsansatz, der methodische Anforderungen und betriebliche Umsetzbarkeit verbindet. Solche Anforderungen an nachvollziehbare Quantifizierung und Berichterstattung entsprechen dem Grundverständnis anerkannter PCF-Methoden

Arbeitsplan und Arbeitspakete

AP1: Anforderungsanalyse und methodische Konzeption

Zu Beginn des Projekts werden der vorhandene Stand aus dem Vorgängerprojekt analysiert und die Anforderungen an die PCF-Erstellung systematisch überführt. Dabei werden Bilanzierungsphasen, Systemgrenzen, Datenanforderungen, Allokationsprinzipien sowie Anforderungen an Transparenz und Unsicherheitsdarstellung definiert.

Ergebnisse:

- Methodenkonzept für die KI-gestützte PCF-Erstellung.

- Anforderungskatalog für Datenquellen, Schnittstellen und Validierung.
- Festlegung der zu berücksichtigenden PCF-Phasen und Use Cases.

AP2: Datenmodell und Systemintegration

Im zweiten Arbeitspaket wird ein einheitliches Datenmodell für Einkaufsdaten, Stücklisten, Materialdaten, Prozessinformationen und Emissionsfaktoren entwickelt. Zusätzlich werden Schnittstellen zu bestehenden Unternehmenssystemen sowie zu Emissionsdatenbanken spezifiziert, um eine robuste technische Grundlage für die spätere Automatisierung zu schaffen.

Ergebnisse:

- Datenmodell für Produkt-, Material- und Prozessdaten.
- Schnittstellenkonzept für ERP-, CSV- und weitere Datenquellen.
- Konzept zur Anbindung und Zuordnung von Emissionsfaktoren.

AP3: Entwicklung der KI-Module zur Datentransformation

In diesem Arbeitspaket werden KI-Module entwickelt, die heterogene Einkaufs- und Produktdaten automatisiert analysieren und in emissionsrelevante Informationen überführen. Hierzu gehören insbesondere die Erkennung und Zuordnung von Gewichten, Materialarten, Rohstoffen, Bauteilklassen und Prozessparametern sowie die Plausibilisierung unvollständiger Datensätze.

Ergebnisse:

- KI-Module zur Extraktion, Klassifikation und Plausibilisierung.
- Verfahren zur Kennzeichnung von Datenlücken und Unsicherheiten.
- Testfähiger Entwicklungsstand für reale Unternehmensdaten.

AP4: Entwicklung des PCF-Rechenkerns

Parallel dazu wird ein Rechenkern entwickelt, der die emissionsrelevanten Informationen zu einem vollständigen oder teilweisen Product Carbon Footprint zusammenführt. Dabei werden vorgelagerte Emissionen, betriebsinterne Prozesse, Transporte, Nutzungsphase und End-of-Life in einer konsistenten Berechnungslogik abgebildet.

Ergebnisse:

- Rechenkern zur automatisierten PCF-Erstellung.
- Szenarienlogik für Nutzung und End-of-Life.
- Dokumentierte Regeln für Allokation, Standardannahmen und Transparenz.

AP5: Pilotierung und Validierung (06/2027 bis 09/2027)

Die entwickelte Lösung wird mit realen Unternehmensdaten pilotiert und gegen manuell erstellte Referenzberechnungen validiert. Ziel ist die Bewertung von Genauigkeit, Nachvollziehbarkeit, Datenqualität und Zeiteinsparung sowie die Identifikation von Optimierungsbedarfen für den Praxiseinsatz.

Ergebnisse:

- Validierungsbericht mit qualitativer und quantitativer Bewertung.
- Überarbeitete Systemversion auf Basis der Pilotierung.
- Nachweis der Eignung für den betrieblichen Einsatz.