



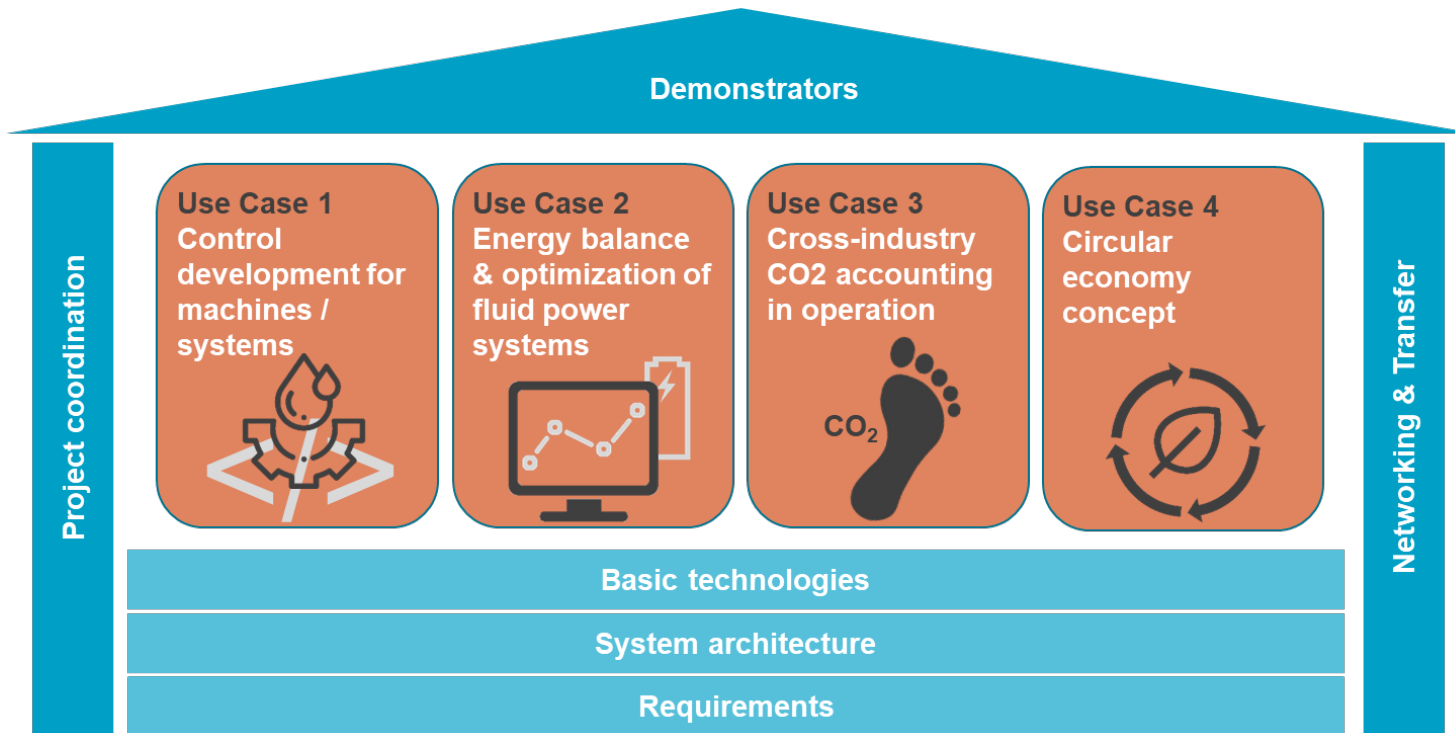
Ökologischer Fußabdruck

CO₂-Fußabdruck und andere
Umweltauswirkungen



Quelle: KI-generiertes Bild

Fluid 4.0 arbeitet an der Digitalisierung der Fluidtechnikbranche anhand von Anwendungsfällen, die für mehr Resilienz in den Unternehmen sorgen.

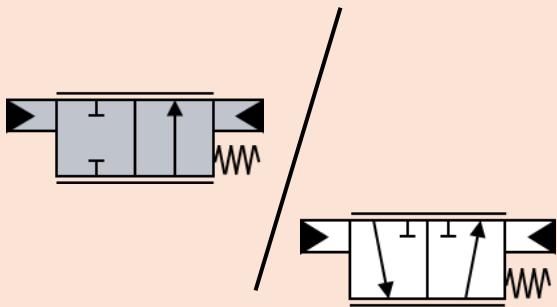


Für die ökologische Bewertung von Produkten oder Anwendungsfällen wird heute oftmals der CO₂-Fußabdruck verwendet, jedoch werden in Zukunft auch andere Kategorien wichtig, wenn es zum Beispiel um die Kreislaufführung von Rohstoffen geht.

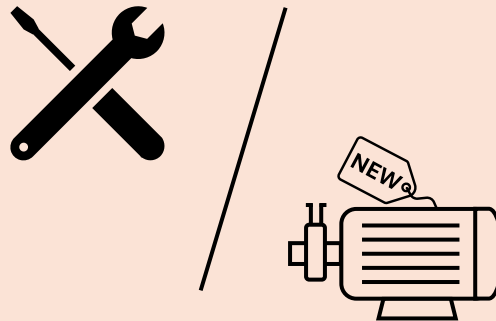
Die Ergebnisse zu diesem Thema aus Use Case 3 und 4 sind hier genauer beschrieben.

In der Industrie besteht eine allgemeine Unsicherheit, wie Produkte oder Prozesse bezüglich ihrer Nachhaltigkeit zu beurteilen sind.

Wie **entscheide** ich, ob das Ventil von Unternehmen A oder B in meinem Anwendungsfall nachhaltiger ist ?



Wie entscheide ich, ob die Pumpe lieber **repariert** oder **ausgetauscht** werden sollte?



Wie bewerte ich einen geplanten **zweiten Lebenszyklus** schon in der Produktentstehung?



Zur Optimierung der Klimawirkung von Fluidtechnischen Komponenten bietet die Nutzungsphase den größten Hebel



Die Nutzungsphase als größter Klimahebel

Der Betrieb verursacht den Hauptanteil der Emissionen einer fluidtechnischen Komponente. Durch die Ermittlung des CO_{2e} werden konkrete Effizienzpotenziale aufgedeckt, die bisher schwer zu quantifizieren waren.



Einheitliche Berechnungsmethodik schafft Vergleichbarkeit

Das Projekt hat eine Branchenmethodik erarbeitet, die mit definierten Lastkollektiven, Betriebsprofilen und globalen Emissionsfaktoren arbeitet. Dadurch werden CO₂ Berechnungen nicht nur nachvollziehbar, sondern auch zwischen verschiedenen Herstellern und Anwendungen vergleichbar.



Validierung an konkreten Komponenten: an Pumpen in der Hydraulik sowie an Zylindern und Ventilen in der Pneumatik.



Gemeinsame Randbedingungen (Betriebsstunden, Viskositätsbereiche, Strommix) für die Industrie ermöglichen Vergleichbarkeit.

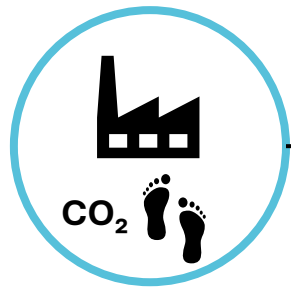


Vorbereitung zur Standardisierung

Die Methodik bildet die Grundlage für eine künftige Standardisierung und wird bereits für die Integration in digitale Produktpässe und die Verwaltungsschale (AAS) vorbereitet. Damit können Nutzungsemissionen als neue Standardkennzahl in der Branche etabliert werden.

Die Betrachtung der Klimawirkung (PCF) wird in Zukunft nicht mehr ausreichen

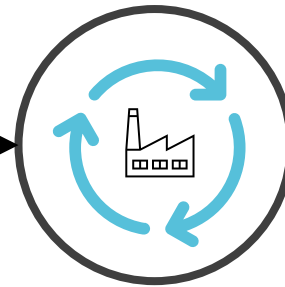
Product Carbon Footprint (PCF)



Fokus auf Klimawirkung

Ausblendung anderer wichtiger Umweltaspekte

Circular Economy (CE)



Ganzheitlicher Ansatz notwendig

Im Kontext der Circular Economy zeigt sich, dass der Product Carbon Footprint (PCF) allein oft nicht ausreichend ist, um eine vollständige Bewertung der Nachhaltigkeit eines Produkts zu gewährleisten. Der PCF fokussiert sich ausschließlich auf die Klimawirkung, gemessen in CO₂-Äquivalenten, was als isolierte Kennzahl zwar praktikabel ist, aber entscheidende Aspekte außer Acht lässt.

Wichtige Wirkungskategorien wie Ressourcenerschöpfung, Wasserknappheit oder die Auswirkungen auf die Biodiversität bleiben dabei unberücksichtigt. Eine reine Betrachtung des PCF kann dazu führen, dass Nachhaltigkeitsstrategien einseitig auf die Emissionsreduzierung ausgerichtet werden und potenziell umweltrelevante Faktoren vernachlässigen.

Mit einer LCA kann mehr als nur die Klimawirkung gesteuert werden



Was betrachtet eine LCA?

Eine umfassende LCA (Life Cycle Assessment) betrachtet **mehrere Wirkungskategorien** und erlaubt so eine **ganzheitliche Sicht** auf die Umweltauswirkungen eines Produkts oder eines Prozesses. Dies ist insbesondere relevant, wenn nicht nur die Auswirkungen auf das Klima analysiert werden sollen, sondern beispielsweise auch die Ressourcennutzung. Hierfür sollte abgewogen werden, welche die **relevanten Wirkungskategorien** für das **Betrachtungsobjekt** sind.

Beispielhafte Umweltauswirkungskategorien:

Treibhauspotential (**GWP**) [kg CO_{2e}]: Emissionen mit Beitrag zur Erwärmung der bodennahen Luftschicht (Klimawirkung auch PCF genannt, wenn es sich um ein Produkt handelt)

Versauerungspotential (**AP**) [kg SO_{2e}]: Emissionen in die Luft, die eine Regenwasserversauerung verursachen, z.B. NO_x, SO₂

Eutrophierungspotential (**EP**) [kg PO_{4e}]: Überdüngung von Gewässern und Böden

Abiotischer Ressourcenverbrauch fossil (**ADP_f**) [MJ]: Verbrauch von nicht regenerativen fossilen Ressourcen (z.B. Energieträger)

Abiotischer Ressourcenverbrauch elementar (**ADP_{el}**) [kg Sb_e]: Verbrauch von nicht regenerativen elementaren Ressourcen (z.B. Cu, Au, Al)

Ventil mit Elektronikkomponente

Der **PCF** des Materials und der Herstellung eines Ventils wird hauptsächlich von den Materialien und deren Herstellungsprozessen mit den **größten Masseanteilen** getrieben (wie Guss und Stahl).

Der **Ressourcenverbrauch (ADP_{el})** des Materials und der Herstellung eines Ventils wird von sehr kleinen Masseanteilen getrieben. Hierbei sind stehen bspw. **Kupfer** und **Elektronikkomponenten** im Fokus.

Somit **erweitert** sich der Fokus der **Nachhaltigkeitsoptimierung** von Komponenten, wenn auch Ressourcenknappheit einbezogen wird.

Wie können die Umweltauswirkungen für ein Produkt, welches mehrere Lebenszyklen hat gerecht verteilt werden?



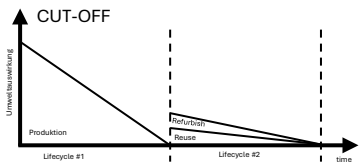
Was sind Allokationsmechanismen einer LCA?

Bei der Erstellung von produktbezogenen LCAs und PCF-Berechnungen ist es im Circular Economy Kontext wichtig, zu entscheiden welche **Emissionen** werden welchem **Lebenszyklus** zugeordnet. Dies wird unter dem Begriff Allokationsmechanismus subsummiert.

Es gibt unterschiedliche Ansätze, bei denen die Emissionen unterschiedlich zugeordnet werden.

Status Quo

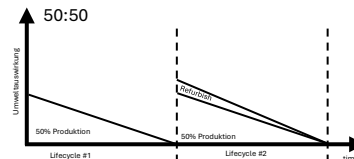
In der Industrie wird meist das **Cut-Off-Verfahren** angewandt. Emissionen aus der Produktion werden dem ersten Lebenszyklus zugerechnet und alle Emissionen ab dem Start des Remanufacturing- oder Recycling-Prozesses werden dem zweiten Lebenszyklus zugeordnet.



Hier wird der **ersten Lebenszyklus** „bestraft“ und der zweite Lebenszyklus „belohnt“, wenn z.B. eine Komponente mit einer höheren Wandstärke ausgelegt wird, um einen zweiten Lebenszyklus zu ermöglichen.

Beispiel für anderen Ansatz: 50:50 Methode

Die Produktionsemissionen werden auf beide Lebenszyklen aufgeteilt und jeweils die spezifischen Emissionen (bspw. Wiederaufbereitung) hinzugefügt.



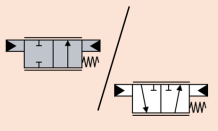
Schwierigkeiten: Am Anfang eines Produkts ist **unklar**, ob es eine **zweite Lebenszyklusphase** geben wird. Somit kann die Methode zum externen Reporting oft nicht verwendet werden.



Bei der Abwägung beispielsweise von Designentscheidungen sollten die **Allokationsmechanismen bewusst gewählt** werden, sodass im **Einzelfall** die passende Allokationsmethodik angewandt wird.

Die Zukunft der Fluidtechnik muss ganzheitlich und anwendungsfallbezogen gedacht werden. Dafür können Methoden aus Fluid 4.0 verwendet werden.

Wie **entscheide** ich, ob das Ventil von Unternehmen A oder B in meinem Anwendungsfall nachhaltiger ist?



Wie **entscheide** ich, ob die Pumpe lieber **repariert** oder **ausgetauscht** werden sollte?




Wie **bewerte** ich einen geplanten **zweiten Lebenszyklus** schon in der Produktentstehung?



In der Fluidtechnik entsteht Zukunft dort, wo der **Product Carbon Footprint** in Verbindung mit der **Circular Economy** betrachtet werden. Erst das **Zusammenspiel** beider Ansätze ermöglicht fundierte und wirklich nachhaltige Entscheidungen.

Der **Product Carbon Footprint** und insbesondere die im Fluid 4.0 Projekt **entwickelte Methode** zeigt transparent, welche Emissionen während der Nutzung einer Komponente entstehen.

Die **Circular Economy** bietet Wege, Produkte länger zu nutzen, wieder aufzubereiten oder weiterzuverwenden. Die ökologische Betrachtung von **Circular Economy Anwendungsfällen** ist komplex und kann mit den Anregungen aus dem Projekt **realitätsnäher** bewertet werden.



Die Entscheidungen für ein nachhaltigeres Produkt im Einkauf, ob ein Produkt lieber ausgetauscht oder repariert wird oder wie ein zweiter Lebenszyklus schon in der Entwicklung bewertet wird, können mit den im Projekt entwickelten Methoden und Ansätzen abgeschätzt werden.



Entwickelte Methodik zur Standardisierung



R-Strategie-Entscheidungsunterstützungssystem ([Whitepaper R-Grading](#))

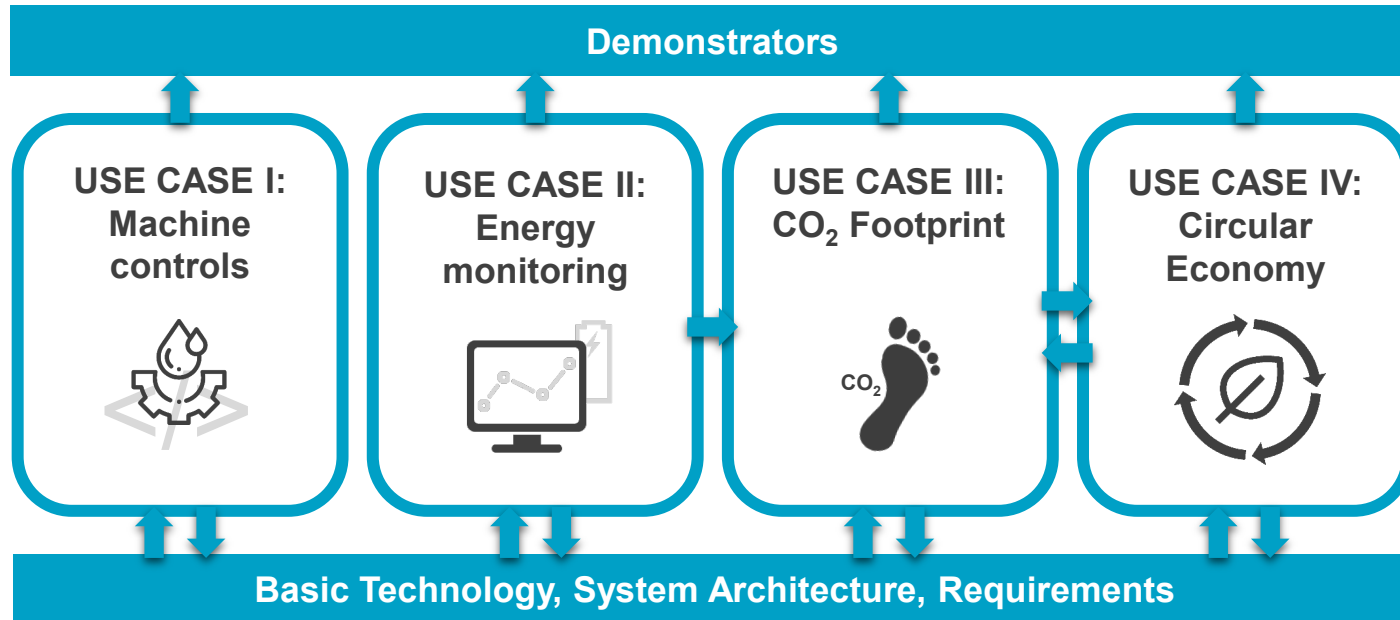


Wirkungskategorien und Allokationsmechanismen bewusst betrachten

Goal: Implementation of digitalization for Fluid Power 4.0 in the cross-industry and cross-manufacturer data space using administration shells, submodels and demonstrators

13,4 million € project volume

01.01.2024 – 31.07.2026



Results: AAS connectors and new AAS submodels for systems and sustainability use cases and practical demonstrators



Fluid Industry Partners

IT / Software Industry Partners

Research Partners & Associations

Active Associated Partners:

Project organizer:



Supported by:
Federal Ministry for Economic Affairs and Energy
on the basis of a decision by the German Bundestag

www.fluid40.de

