Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen wissenschaftlich begutachteten und freigegebenen Fachaufsatz („reviewed paper“).

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-04-38

Nachhaltigkeit in der Praxis: Methode zum Umgang mit widersprüchlichen Zielen

Zielkonflikte der Nachhaltigkeit

D. Koch, A. Sauer

ZUSAMMENFASSUNG Bei der Implementierung von Maßnahmen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit in Unternehmen kommt es unweigerlich zu Zielkonflikten zwischen einzelnen Aspekten der Nachhaltigkeit. Zur Lösung von Zielkonflikten und dem Umgang mit Wechselwirkungen zwischen einzelnen Dimensionen und Zielen der Nachhaltigkeit gibt es noch keine praktikable Methode. Dieser Beitrag zeigt die Notwendigkeit einer solchen Methode auf und beschreibt Ansätze zu deren Umsetzung.

STICHWÖRTER

Nachhaltigkeit, Management

Conflicts of goals in sustainability – Sustainability in practice: a method to deal with conflicting goals

ABSTRACT When implementing measures to improve sustainability in companies, trade-offs between different aspects of sustainability are inevitable. To date, there is no practical method for resolving trade-offs and dealing with interactions and conflicting goals between sustainability dimensions and objectives within sustainability dimensions. This article shows the need for such a method and describes approaches for its implementation.

1 Einleitung

Die veränderten gesellschaftlichen und politischen Anforderungen an Unternehmen haben in den letzten Jahren dazu geführt, dass Nachhaltigkeitsaspekte zunehmend Eingang in die Unternehmensstrategie gefunden haben. Dabei sind multiple Zieldimensionen zu berücksichtigen. Einerseits wird beim Konzept der Nachhaltigkeit gemeinhin von drei Zieldimensionen ausgegangen (ökonomische, ökologische und soziale Dimension), andererseits gibt es innerhalb der Zieldimensionen unterschiedliche Einzelziele. Bei der Überführung der strategischen Zielvorgaben in praktische Maßnahmen (etwa zur Verbesserung der Ressourcen- oder Energieeffizienz, der Verbesserung kreislaufwirtschaftlicher Aspekte wie der Nutzung von Rezyklatmaterial oder der Einführung von R-Strategien wie Refurbishment oder Remanufacturing) kann es daher zu Wechselwirkungen und Zielkonflikten zwischen den einzelnen Dimensionen der Nachhaltigkeit, aber auch innerhalb der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit kommen. [1–4]. Methoden zum Umgang mit derartigen Zielkonflikten und zu deren Auflösung sind dringend notwendig [5, 6].

Dabei können ganz unterschiedliche Wechselwirkungen und Zielkonflikte der Nachhaltigkeit auftreten oder relevant sein. Die Herausforderungen sind nicht für alle Unternehmensgrößen und -typen gleich, zudem gibt es branchenspezifische Unterschiede. Auch in Unternehmen derselben Art und Branche kann es durch individuelle Besonderheiten zu unterschiedlichen Herausforderungen kommen. Diese können zum Beispiel daraus resultieren, dass in zwei Unternehmen unterschiedliche Maßnahmen anstehen, die unterschiedliche Wechselwirkungen und Zielkonflikte zur Folge haben.

Daher soll im vorliegenden Beitrag ein Überblick über den Stand der Forschung zu Methoden im Umgang mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten der Nachhaltigkeit gegeben werden. Es wurden zwei Umfragen unter Unternehmen durchgeführt, die den Bedarf durch konkrete Rückmeldung aus der Praxis belegen. Anschließend wird eine Methode zum Umgang mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten der Nachhaltigkeit skizziert, in deren Zentrum die praktische Anwendbarkeit steht und die vor allem darauf abzielt, potenzielle Zielkonflikte frühzeitig zu identifizieren und nach Möglichkeit synergetisch aufzulösen.

2 Methodik und Bedarfsanalyse

2.1 Methodik

In diesem Beitrag soll zunächst die Notwendigkeit praktischer Methoden zum Umgang mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten aufgezeigt und der aktuelle Stand der Forschung erarbeitet werden. Dazu wird auf eigene und in Zusammenarbeit mit Forschungskollegen durchgeführte Studien zum Thema Umgang mit Zielkonflikten und Wechselwirkungen der Nachhaltigkeit in der Praxis zurückgegriffen.

Nach Feststellung des Handlungsbedarfs wird unter Verweis auf frühere Arbeiten [6] und zusätzliche Quellen der aktuelle Stand der Forschung aufgezeigt und auf dieser Basis werden die Anforderungen an eine entsprechende Methode abgeleitet. Sodann wird eine praktische Methode zum Umgang mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten der Nachhaltigkeit skizziert.

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2025-04-38 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY

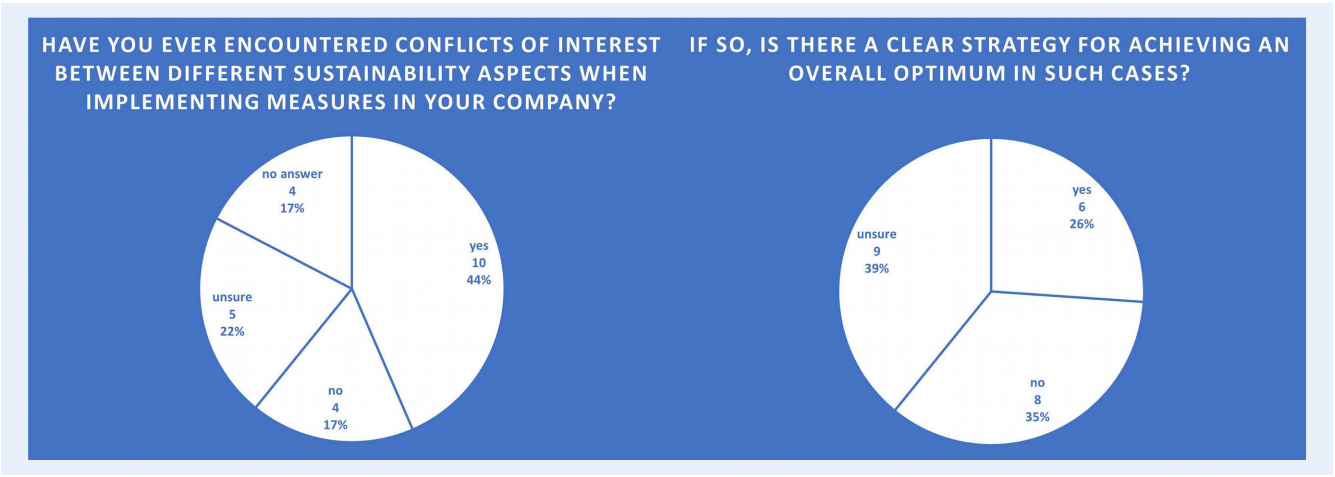

Bild 1. Erfahrungen mit Zielkonflikten der Nachhaltigkeit. *Grafik: Fraunhofer IPA*

2.2 Handlungsbedarf

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurden alle am Forschungscampus „Arena 2036“ beteiligten Unternehmen zu dem Thema „Software-defined Value Networks“ befragt. Ein Aspekt der Umfrage, auf den hier zurückgegriffen wird, befasste sich mit Zielkonflikten der Nachhaltigkeit. Aus 15 teilnehmenden Unternehmen gab es Rückmeldungen von insgesamt 23 Personen. Die Ergebnisse sind Teil eines zur Veröffentlichung angenommenen Beitrags von *Dietrich et al.* (2024) mit dem Titel „Software-defined Value Networks: Industrial Requirements and Research Gap“. Der Beitrag wurde im November 2024 auf der SCAP-Konferenz in Stuttgart vorgestellt. Die Fragen und Rohdaten dieser Umfrage sind zusammen mit einem webbasierten Auswertetool auf GitHub verfügbar (siehe: https://github.com/ARENA2036-Well-defined/survey-results_requirements_of_sdvn/).

Von den 23 Teilnehmern gaben 44 % an, schon einmal Zielkonflikte zwischen Nachhaltigkeitsaspekten bei der Umsetzung von Maßnahmen in ihrem Unternehmen festgestellt zu haben. Dabei gab es bei 35 % der Befragten im Unternehmen keine klare Strategie zum Umgang mit solchen Zielkonflikten. Weitere 39 % der Befragten waren sich diesbezüglich unsicher. Nur etwa einem Viertel der Befragten (26 %) waren entsprechende Strategien im Unternehmen bekannt. Die Umfrageergebnisse sind in **Bild 1** dargestellt.

Um die Ergebnisse der Umfrage mit der nur kleinen Sampling-Größe zu validieren und zusätzliche Erkenntnisse zu gewinnen, wurde ein Fragebogen an 2224 Unternehmen der Kundendatenbank des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA versandt. Bis zum Auswertezeitpunkt gab es 56 Rückmeldungen. Die Umfrage wurde Mitarbeitenden aus Forschung/Entwicklung, Strategie, Produktion, Produktionsmanagement, Projektmanagement und Umweltmanagement sowie Führungskräften zugestellt. Der Auswertezeitraum war vom 18.11.2024 bis zum 06.12.2024.

An der Umfrage nahm ein breites Spektrum von Branchen und Unternehmensgrößen (Kleinstunternehmen, kleine Unternehmen, mittlere Unternehmen und Großunternehmen) teil. Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit waren 78 % der Teilnehmer bekannt, wobei die ökonomische Dimension gegenüber der ökologischen und der sozialen Dimension höher priorisiert war, und

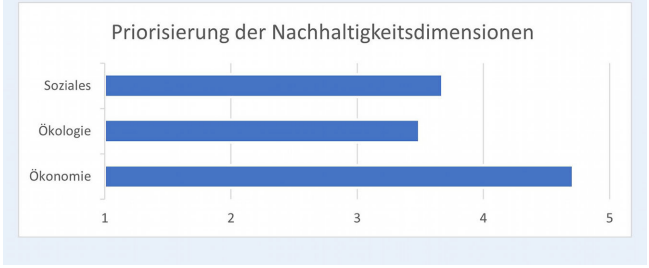

Bild 3. Ökonomie ist die wichtigste Nachhaltigkeitsdimension. *Grafik: Fraunhofer IPA*

die beiden anderen Dimensionen (Soziales, Ökologie) ungefähr gleich priorisiert waren (**Bild 2**).

Zielkonflikte der Nachhaltigkeit wurden bereits von 68 % der Teilnehmer beobachtet. Von diesen 68 % gaben mehr als 80 % an, dass keine Prozesse etabliert sind, um mit diesen Zielkonflikten umzugehen. Ebenfalls auf diese 68 % bezogen, gaben über 70 % der Teilnehmer an, dass ihnen keine Werkzeuge zur Bewertung von Zielkonflikten bekannt sind und über 60 % meinten, keine Methoden zum Umgang und zur Auflösung von Zielkonflikten zu kennen. Alle Aspekte des Anforderungsprofils an eine Methode wurden im Durchschnitt mit wichtig bis sehr wichtig bewertet. Dabei wurde das Anforderungsprofil aus [6] zu Grunde gelegt und von den Teilnehmern bewertet. Das bedeutet, dass elf Eigenschaften einer potenziellen Methode bewertet wurden.

Die Bewertung erfolgte auf einer Skala von 1 (unwichtig) über 3 (neutral) bis 5 (sehr wichtig). Insgesamt ergaben sich für die Einzelaspekte im Mittel folgende Bewertungen:

- Identifikation der Nachhaltigkeitsziele (4,8)
- Priorisierung der Ziele (4,5)
- Definition der Systemgrenze (4,1)
- Praxistauglichkeit (4,8)
- Unternehmensindividuell (3,6)
- Potenziell umfassend (Berücksichtigung aller Dimensionen der Nachhaltigkeit) (3,6)
- Stabilität (Anwendbar bei unsicherer beziehungsweise unvollständiger Datenlage) (4,0)
- Auswahl der Messgrößen (KPIs) (3,9)
- Bewertung der Wechselwirkungen (4,0)
- Handhabung von Zielkonflikten (4,2)

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2025-04-38 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY

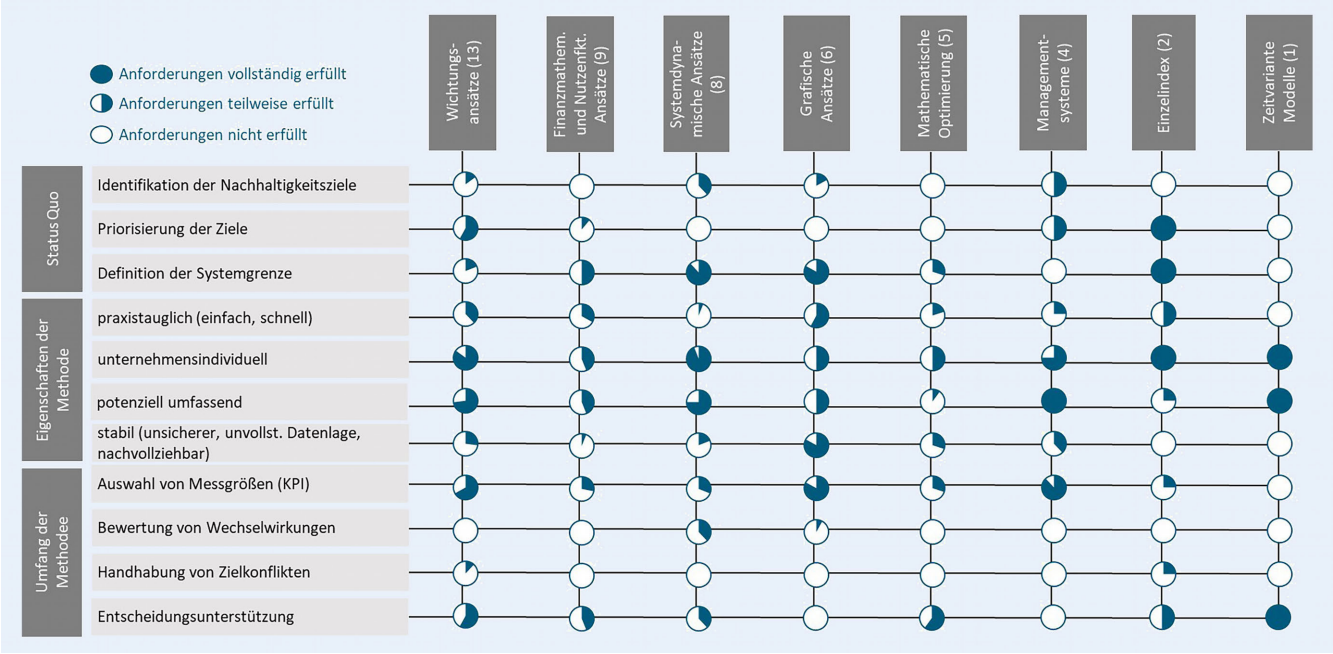

Bild 2. Anforderungen und Erfüllungsgrade von aktuellen Ansätzen zum Umgang mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten [6]. *Grafik: Fraunhofer IPA*

– Entscheidungsunterstützung als Ergebnis (4,2)

Alle in [6] identifizierten Aspekte wurden mit wichtiger als neutral bis sehr wichtig bewertet und sollten somit bei der Entwicklung einer entsprechenden Methode berücksichtigt werden.

Auch von *Herrmann* wird in [7] bestätigt, dass die „ganzheitliche, lebenszyklusorientierte Gestaltung der Produktion […] eine integrierte Sichtweise, die die zahlreich vorhandenen Wechselwirkungen und mögliche Zielkonflikte berücksichtigt", erfordert. „Dies umfasst neben dem normativen insbesondere das strategische und operative Produktionsmanagement, welches sowohl technische als auch organisatorische Aspekte einschließt. Zur Förderung der Nachhaltigkeit in der Produktion sollten im Idealfall

1. alle Nachhaltigkeitsdimensionen hinreichend berücksichtigt, und
2. alle grundlegenden Nachhaltigkeitsstrategien fortlaufend ausgeschöpft werden […]."

„Weiterhin verlangt eine nachhaltigkeitsorientierte Optimierung im nächsten Schritt durch mögliche Zielkonflikte natürlich auch eine geeignete Ausbalancierung der verschiedenen Zieldimensionen im Sinne einer integrierten Bewertungsmethodik (zum Beispiel Ausbringung/Produktionszeit, Energiekosten, Energieverbrauch) […]."

Auch *Leiden et al.* stellen fest, dass Methoden zur Abwägung von sozialen und ökonomischen Kriterien erforderlich und noch nicht vorhanden sind („Combined approaches are not available yet." [8]).

3 Stand der Forschung

Wie bereits angesprochen, wird die Notwendigkeit von praktischen Methoden zum Umgang mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten in der Literatur nicht bestritten, sondern im Gegenteil von vielen Autoren angemahnt (zum Beispiel „An einem darüber hinausgehenden Umgang mit Zielkonflikten jedoch mangelt es […]" [1], „Future research should thus provide managers with guidance on how to deal with trade-offs in corporate sustainability." [4].) Zahlreiche Autoren verfolgen demnach auch Ansätze zur Berücksichtigung von Zielkonflikten der Nachhaltigkeit im Unternehmenskontext. Eine detaillierte Untersuchung dazu findet sich in einer unserer früheren Veröffentlichungen [6]. Zwar gibt es viele Ansätze, die sich mit dem Thema befassen, aber keine Methode berücksichtigt alle identifizierten Anforderungen.

In unserer früheren Untersuchung wurden auf Basis einer umfangreichen Recherche mit der PRISMA-Methode 48 Veröffentlichungen mit unterschiedlichem Fokus hinsichtlich der Eignung für den Umgang mit Zielkonflikten und Wechselwirkungen untersucht. **Bild 3** zeigt das Ergebnis dieser Untersuchung. Dabei sind auf der vertikalen Achse die Anforderungen an eine Methode dargestellt.

Die untersuchten Veröffentlichungen wurden kategorisiert und kumuliert bewertet. Die Kategorien sind auf der horizontalen Achse dargestellt. Die Tortendiagramme zeigen die Erfüllungsgrade der unterschiedlichen Anforderungen. Für eine detaillierte Beschreibung der untersuchten Methoden wird auf diese Arbeit verwiesen [6].

Die Wichtungsansätze zeichnen sich dadurch aus, dass die verschiedenen Kriterien in der Regel statisch mit Wichtungsfaktoren multipliziert werden und die so aufgestellte Gleichung maximiert wird. Bei finanzmathematischen und Nutzenansätzen werden die verschiedenen Kriterien monetär bewertet und der Barwert der Kalküle optimiert. Bei der Nutzung systemdynamischer Ansätze wird angestrebt, das Gesamtsystem dynamisch zu modellieren und mit dem so aufgestellten Modell eine Optimierung durchzuführen. Bei der Nutzung grafischer Ansätze werden die KPIs (Key Performance Indicators) grafisch dargestellt und schaffen auf dieser Basis Transparenz für eine Entscheidung. Mit mathematischen Methoden wird angestrebt, die Zusammenhänge innerhalb des Gesamtsystems zu formulieren und nach Möglichkeit eine multikriterielle Optimierung mit unterschiedlichen mathematischen Methoden durchzuführen. Die den Managementsystemen zugeordneten Methoden streben an, bestehende Managementsysteme (wie Lean Management) um Nachhaltigkeitsaspekte

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2025-04-38 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY

zu erweitern. Einzelindex-Ansätze sind mit den finanzmathematischen und Nutzenfunktionsansätzen verwandt, indem sie die Nachhaltigkeit eines Systems auf eine einzige Größe aggregieren. Das untersuchte Zeitvariante-Modell bewertet die prognostizierte Nachhaltigkeit des Systems zu verschiedenen Zeitpunkten in der Zukunft, um daraus ein Optimum abzuleiten.

Es konnte gezeigt werden, dass „…there is currently no method available that fulfills all required properties and features […] for the analysis of and coping with the interactions and interdependencies among different aspects of sustainability. […] Most methods lack an assessment of interactions between the different aspects of sustainability. None of the methods provide a thorough and systematic approach to synergetically resolve conflicts between goals among the aspects of sustainability." [6]

Auch die den Managementsystemen zuzuordnende und von *Figge et al.* vorgestellte „Sustainability Balanced Scorecard" erfüllt die identifizierten Anforderungen nicht, da sie als strategisches Management-Tool keine Entscheidungsunterstützung bietet, sondern vielmehr der strategischen Kontrolle dient [9]. Ähnliches gilt für eine Interdependenz-Matrix, die von *Meißner et al.* beschrieben wird [10]. Auch sie dient lediglich der Identifikation von Interdependenzen, lässt aber den Umgang mit Zielkonflikten und Wechselwirkungen außen vor. Sie fokussiert zudem primär auf das Thema Energie. Auch andere Autoren zielen nur auf eine Bewertung der Nachhaltigkeit ab und vernachlässigen den Umgang mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten, etwa *Huang* und *Badurdeen* [11]. Wie schon in Kapitel 2 gezeigt, belegen auch Rückmeldungen aus der Praxis die Notwendigkeit weiterer Forschung und Konzeption in diesem Bereich.

4 Anforderungen an eine Methode

Bereits in den vorangegangenen Untersuchungen wurden Anforderungen an eine Methode zum Umgang mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten der Nachhaltigkeit entwickelt [6]. Auch andere Autoren beschäftigen sich mit den Herausforderungen des Umgangs mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten der Nachhaltigkeit, zum Teil mit speziellem Fokus auf bestimmte Unternehmenstypen (etwa kleine und mittlere Unternehmen (KMU) [12]). Darin sind Anforderungen an eine Methode dargelegt, die in vier Themenkomplexe gegliedert ist: „Company profile and general data, Status Quo, Goals & Scope as well as Action plan […]." Diese Vorgehensweise kann auch für andere Unternehmensgrößen herangezogen werden und so als Ansatz für eine allgemeine Methode dienen.

Ein Beispiel für einen strategischen Ansatz mit dem Fokus auf eine „Zero Impact Factory" für ein großes Unternehmen der Automobilindustrie findet sich bei *Gebler et al.* [13]. Der Prozess besteht aus fünf Schritten "[...] including (1) the strategy vision, (2) the defined quantified "zero impact" goals, (3) a system model and a prototype of a zero impact factory, (4) the developed "Impact Points" and the "Site Checklist" methods (for evaluating the environmental transformation of a factory) and (5) the definition of processes for strategic management during strategy operationalization." [13] Im Mittelpunkt steht also die Operationalisierung von strategischen Zielen durch strategische Managementprozesse. Diese Punkte sind auch in der Methodenskizze enthalten.

Außerdem stehen die Wechselwirkungen und Zielkonflikte im Fokus, insbesondere der Umgang damit und die Auflösung von Zielkonflikten. Die Identifikation von Wechselwirkungen und Zielkonflikten bei der Entscheidungsfindung berücksichtigen *Gerdes et al.* in [14]. Dabei wird besonderer Wert auf die Definition und Berücksichtigung der Systemgrenzen gelegt - also die Spezifikation, welche Produkte und Prozesse bei der Betrachtung der Wechselwirkungen und Zielkonflikte berücksichtigt werden sollen. Anschließend müssen die Metriken, meist in der Form von KPIs, festgelegt werden, um den Einfluss auf die relevanten Parameter zu identifizieren und die relevanten Daten systematisch erfassen und sammeln zu können. Dazu gehört auch, KPIs bei Bedarf untereinander zu priorisieren oder gegeneinander abzuwägen. Auf Basis dieser Überlegungen können dann Verbesserungspotenziale abgeleitet und Entscheidungen getroffen werden. Vor allem die Definition der Systemgrenze und die Auswahl der KPIs wurden auch in die Methodenskizze übernommen.

Auch *Gerbens-Leenes et al.* betonen die Festlegung der Systemgrenze als notwendigen Prozessschritt für den Umgang mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten der Nachhaltigkeit [15]. Sie ist erforderlich, um den Betrachtungshorizont festzulegen und die relevanten Metriken (das heißt KPIs) zu definieren. Dabei wird auch definiert, welche Eigenschaften die KPIs haben sollten: „(i) indicators provide relevant information about the sustainability of the system; (ii) reliable and accurate measurement is possible; (iii) data are available; (iv) information can change management choices and optimize production". [15]

Im Zusammenhang mit der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in Six-Sigma-Ansätzen verweisen auch *Erdil et al.* [16] darauf, dass der Identifikation von Nachhaltigkeitsanforderungen an das jeweilige Unternehmen und deren Priorisierung elementare Bedeutung zukommen. Als vorgelagerter Schritt ist dringend ein Nachhaltigkeitsassessment angeraten, um diese Fragen zu klären. Diese Schritte sind ebenfalls Teil der Methodenskizze.

Im Zuge eines Nachhaltigkeitsassessments und der Überführung der Nachhaltigkeitsziele in die Unternehmensstrategie sollte auch die Frage erörtert werden, wie der Begriff der Nachhaltigkeit für das Unternehmen ausgelegt wird. Diskutiert werden sollte insbesondere, ob das Konzept der absoluten Nachhaltigkeit herangezogen werden sollte und ob globale Nachhaltigkeitsziele in die Betrachtung einfließen sollten. Nach dem Konzept der absoluten Nachhaltigkeit werden globale Grenzen für menschliche Aktivitäten gesetzt, sodass diese innerhalb der absoluten Tragfähigkeit auf planetare Ebene bleiben (*Weise et al.* [17]).

So schlagen *Ali et al.* [18] einen schrittweisen Ansatz zur Bestimmung von Zielgrößen für ein Produkt am Beispiel von Traktionsbatterien für Automobile vor. Dabei wird Top-Down aus dem Anteil der zulässigen Nutzung natürlicher Ressourcen der maximale Ressourcenverbrauch (Share of Safe Operating Space, SoSOS) für eine funktionelle Einheit bestimmt und parallel, Bottom-Up, die tatsächliche Belastung des natürlichen Potenzials durch das Produkt festgelegt. Analog kann diese Betrachtung auch auf Prozesse angewendet werden.

Ein weiteres Beispiel ist die Untersuchung von *Weise et al.*, unter welchen Bedingungen eine Erhöhung des Kunststoff-Rezyklatanteils von Fahrzeugen die Tragfähigkeit hinsichtlich des Erderwärmungspotenzials einhält. [17] Die untersuchten Größen Rezyklatanteil, Erderwärmungspotenzial pro Masseeinheit Kunststoff und Emissionsfaktor des deutschen Strommixes können als KPIs im Rahmen der vorgeschlagenen Methode herangezogen werden.

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2025-04-38 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY

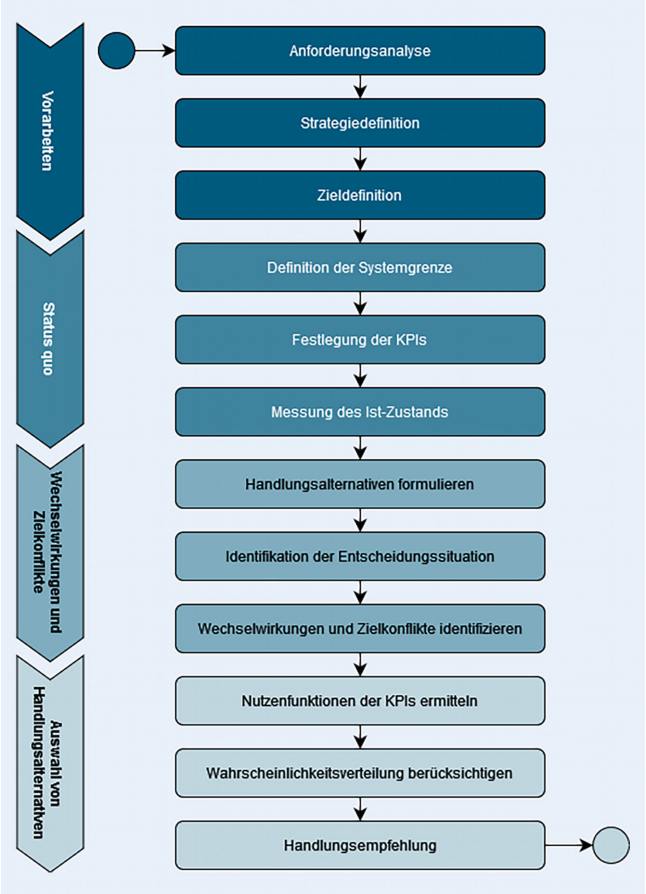

Bild 4. Prozessschritte der Methode. *Grafik: Fraunhofer IPA*

Die skizzierte Methode erlaubt also explizit solche Betrachtungen und die Berücksichtigung des Konzepts der starken Nachhaltigkeit zur Definition der eigenen Strategie und Ableitung der Zielgrößen und Ziele. Allerdings erlaubt die Methode auch eine auf das Einzelunternehmen fokussierte Betrachtung nach anderen Nachhaltigkeitskonzepten.

5 Skizze einer Methode

Aus den vorangegangenen Überlegungen ergibt sich ein Konzept für eine Methode zum Umgang mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten der Nachhaltigkeit.

Die Methodenskizze ist in vier Abschnitte gegliedert: (1) Prozessschritte der Vorarbeiten, (2) Prozessschritte Status quo, (3) Prozessschritte zur Bestimmung von Wechselwirkungen und Zielkonflikten sowie (4) Prozessschritte zur Auswahl von Handlungsempfehlungen. Jeder Abschnitt besteht aus drei Schritten. Der Ablauf der Methode ist in **Bild 4** dargestellt.

Im Folgenden werden die Abschnitte und die einzelnen Prozessschritte vorgestellt und erläutert und sodann das weitere Vorgehen zur Verfeinerung und Validierung der Methode aufgezeigt. Die Validierung ist als Teil laufender Forschungsprojekte bereits eingeplant.

5.1 Prozessschritte in den Vorarbeiten

Die Vorarbeiten setzen sich zusammen aus der Anforderungsanalyse, der Strategiedefinition und der Zieldefinition.

5.1.1 Anforderungsanalyse

Der erste Schritt der Methode dient der grundsätzlichen Anforderungsanalyse des Unternehmens. Dabei geht es sowohl um die Identifikation der Stakeholder (etwa nach dem St.-Galler-Management-Modell, SGMM [19]) als auch um die Nachhaltigkeitsanforderungen an das Unternehmen.

Dabei sind die unterschiedlichen Stakeholder ursächlich für die an das Unternehmen gestellten Nachhaltigkeitsanforderungen, da unterschiedliche Stakeholder implizit oder explizit Anforderungen an das Unternehmen stellen, welche in unterschiedlicher Ausprägung die Nachhaltigkeitsanforderungen definieren. So kann der Staat als Stakeholder durch regulatorische Randbedingungen direkten Einfluss auf die Nachhaltigkeitsanforderungen an ein Unternehmen stellen (etwa Vorschriften über maximale Schadstoffemissionsniveaus in der Produktion). Andere gesellschaftliche Gruppen können eher indirekten Einfluss auf die Nachhaltigkeitsanforderungen des Unternehmens ausüben. Erwartungen bestimmter Gruppen an die Diversitätspolitik des Unternehmens (Teil der sozialen Dimension der Nachhaltigkeit), haben beispielsweise eher mittelbare Auswirkungen auf die Nachhaltigkeitsanforderungen. Insbesondere die Priorisierung solcher Anforderungen auf die im Rahmen der strategischen Ausrichtung ermittelten Ziele liegen im Ermessen der Unternehmensleitung.

5.1.2 Strategiedefinition

Im zweiten Schritt muss (durch die Unternehmensleitung) festgelegt werden, inwiefern die durch die Stakeholder implizit oder explizit formulierten Nachhaltigkeitsanforderungen Eingang in die Unternehmensstrategie finden.

Dabei spielt das Zielbild des Unternehmens, die anzusprechende Kundengruppe und die angestrebten Märkte und das Image sowie gegebenenfalls die persönlichen Prioritäten der Geschäftsleitung eine tragende Rolle. Wichtig ist der Schritt der Strategiefestlegung und der Einbindung der Nachhaltigkeitsziele in die Unternehmensstrategie vor allem, um im nächsten Schritt aus den strategischen Überlegungen konkrete Ziele ableiten zu können, die sich in einen strategischen Gesamtkontext einfügen.

5.1.3 Zieldefinition

Im Anschluss an die Strategiefeststellung muss die Übersetzung beziehungsweise Überführung der strategischen Ziele in konkrete operative Ziele erfolgen. Dabei soll das Erreichen der operativen Ziele auf die strategischen Leitlinien einzahlen. Die operativen Nachhaltigkeitsziele sollten den „SMART“-Regeln (specific, measurable, accepted, realistic, time-bound) folgen und als Zielerreichungsmaßstab herangezogen werden können. Aus dem strategischen Ziel „Klimaneutralität bis 2045“ könnte zum Beispiel das operative Nachhaltigkeitsziel „Reduzierung der Kohlendioxidemissionen in der Produktion um 10 % pro produzierter Einheit“ abgeleitet werden.

Dieer Schritt berücksichtigt auch, dass die Herausforderungen branchen- und unternehmensspezifisch sind. Bei der Anwendung der Methode bei einem OEM der Automobilindustrie könnten beispielsweise Zielkonflikte im Bereich von Emissionsverhalten und Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen im Vordergrund stehen, während bei einem anderen Unternehmen, das die Nachhaltigkeitsauswirkungen einer energieeffizienteren Klimaanlage für

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2025-04-38 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY

seine Büroräume bewerten möchte, der Fokus auf den Zielgrößen CO_2-Fußabdruck und Wohlbefinden der Mitarbeiter liegt.

5.2 Prozessschritte Status quo

Der Abschnitt Status quo wird gebildet aus den drei Schritten Definition der Systemgrenze, Festlegung der KPIs und Messung beziehungsweise Feststellung des aktuellen Ist-Zustands.

5.2.1 Definition der Systemgrenze

Um die konkreten Ziele zu messen, muss die Bilanzhülle beziehungsweise die Systemgrenze festgelegt werden. Es muss also definiert werden, welche Material- und Energieströme und welche Prozessabläufe betrachtet werden sollen. Die Systemgrenze kann sich direkt aus den erarbeiteten Zielen ergeben, wenn diese hinreichend konkret definiert sind und die Systemgrenze bereits in der Zieldefinition enthalten ist. Wenn aber beispielsweise die Ziele für eine übergeordnete Einheit definiert sind, so muss festgelegt werden, an welcher Stelle für die betrachtete Situation die Bilanzhülle definiert wird. Wenn sich das konkret abgeleitete Ziel beispielsweise auf das Gesamtunternehmen bezieht, kann für eine gegebene Handlungsalternative der Standort, ein Gebäude oder ein konkreter Prozess die richtige Systemgrenze sein. Dabei kann die Betrachtungsebene auch in die andere Richtung variiert werden, das heißt die Lieferkette, die Auswirkungen auf die Standortgemeinde oder Ähnliches einbeziehen.

5.2.2 Festlegung der KPIs

Nachdem die Systemgrenze festgelegt ist, müssen konkrete Mess- oder Kenngrößen ausgewählt oder definiert werden, um die Zielerreichung messbar zu machen und die Zielerreichung zu unterstützen. Die Kenngrößen (KPIs) können dabei für den speziellen Fall definiert werden oder aus Standardwerken wie der Global Reporting Initiative (GRI) oder den European Sustainability Reporting Standards (ESRS) entnommen werden. Dies kann besonders dann von Vorteil sein, wenn die Erfüllung eines bestimmten Berichtsstandards auch ein Ziel des Unternehmens ist. Ein Indikator könnte etwa der Product Carbon Footprint (PCF) oder der Krankenstand (als Beispiel für eine Kenngröße aus der sozialen Nachhaltigkeitsdimension) sein.

5.2.3 Messung des Ist-Zustands

Das Ziel der Methode ist der Umgang mit Wechselwirkungen und Zielkonflikten von Handlungsalternativen. Diese werden ermittelt durch den Einfluss beziehungsweise erwarteten Einfluss von Handlungen auf Messgrößen. Daher ist es erforderlich, vor der Abschätzung des Einflusses von Maßnahmen und deren Bewertung einen Überblick über den aktuellen Wert der relevanten Parameter (KPIs) zu bekommen. Eine Erfassung der aktuellen Werte der ausgewählten KPIs ist also als letzter Schritt der Status-quo-Ermittlung erforderlich.

5.3 Prozessschritte zur Bestimmung von Wechselwirkungen und Zielkonflikten

Zur Bestimmung von Wechselwirkungen und Zielkonflikten werden Handlungsalternativen formuliert, die Entscheidungssituation und schließlich die Wechselwirkungen und Zielkonflikte durch geeignete Ansätze identifiziert.

5.3.1 Handlungsalternativen formulieren

Um die Wechselwirkungen zu bewerten und Zielkonflikte abzuwägen und aufzulösen, müssen in diesem Schritt die konkreten Handlungsalternativen formuliert werden. Der Schritt ist wichtig, um Klarheit über die einzelnen Maßnahmen zu bekommen und die Wechselwirkungen und Zielkonflikte in der Folge systematisch zu identifizieren. Dieser Schritt ist auch erforderlich zur Auswahl von möglichen und unmöglichen Maßnahmenbündeln (das heißt sich gegenseitig ausschließenden Maßnahmen). Relevante Maßnahmen in diesem Schritt können zum Beispiel eine Prozessanpassung in der Produktion, der Einbau einer Solaranlage oder die Umstellung von Büros auf eine effizientere Klimatisierung sein.

5.3.2 Identifikation der Entscheidungssituation

Im Anschluss ist es erforderlich, sich Klarheit über die Entscheidungssituation zur verschaffen. Dazu muss geklärt werden, ob es eine oder mehrere Zielgrößen gibt, ob eine oder mehrere Maßnahmen umgesetzt werden sollen und mit welcher Sicherheit (beziehungsweise Unsicherheit) die Einflüsse der Einzelmaßnahmen und Maßnahmenbündel auf die zuvor identifizierten KPIs bekannt sind. Die Wahrscheinlichkeitsverteilungen (siehe Kapitel 5.4.2) sind wichtig, um die Wechselwirkungen und Zielkonflikte korrekt zu bewerten [20].

5.3.3 Wechselwirkungen und Zielkonflikte identifizieren

Um Wechselwirkungen und Zielkonflikte zu identifizieren, muss ermittelt oder abgeschätzt werden, ob Einzelmaßnahmen oder Maßnahmenbündel ungewollte Auswirkungen auf relevante KPIs haben. So könnte eine energieeffizientere Klimaanlage (positiv für die ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit) wegen einer schlechteren Regelbarkeit ungewollte Auswirkungen auf das Wohlbefinden von Mitarbeitern haben (negativ für die soziale Dimension der Nachhaltigkeit).

Zur Identifikation von Zielkonflikten und Wechselwirkungen existieren Ansätze wie das House of Sustainability (HoS) von *Al Aomar* [21] und das Eco-Voice-of-Customer-Konzept von *Yim* und *Herrmann* [22]. Während der HoS-Ansatz von *Al Aomar* eine Erweiterung des bekannten House-of-Quality-Ansatzes (vergleiche Quality Function Deployment (QFD) von *Mizuno* und *Akao* [23, 24]) um Nachhaltigkeitsparameter bei den Kundenanforderungen darstellt, der positive und negative Korrelationen zwischen Designparametern aufzeigt, werden in der Eco-Voice-of-Customer-Matrix von *Yim* und *Herrmann* Relationen zwischen herkömmlichen Anforderungen und Nachhaltigkeitsanforderungen ermittelt.

Im Rahmen dieser Arbeit wird vorgeschlagen, Wechselwirkungen und Zielkonflikte durch Matrizen zu ermitteln, in die ex ante der zu erwartende Einfluss einer zu bewertenden Maßnahme auf relevante Zielgrößen und deren Korrelation eingetragen wird. Damit soll die Richtung des Einflusses einer Maßnahme auf die KPIs identifiziert werden, bevor im nächsten Abschnitt eine quantitative Bewertung und Auswahl von Maßnahmen erfolgt.

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2025-04-38 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY

5.4 Prozessschritte zur Auswahl von Handlungsalternativen

Nach der Identifikation der Wechselwirkungen und Zielkonflikte sollen Handlungsalternativen ausgewählt werden, die im Idealfall Zielkonflikte synergetisch auflösen. Dazu sollen die Nutzen- beziehungsweise Wertefunktionen für die einzelnen KPIs ermittelt, anschließend die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Eintrittsoptionen geeignet berücksichtigt und abschließend eine Handlungsempfehlung basierend auf dem Gesamtnutzen erarbeitet werden.

5.4.1 Nutzenfunktionen der KPIs ermitteln

Zunächst müssen daher die Werte- beziehungsweise Nutzenfunktionen der ausgewählten KPIs ermittelt werden. Dies kann auf unterschiedliche Art und Weise geschehen, zum Beispiel durch eine Expertenbefragung, das Trade-Off-Verfahren oder das Swing-Verfahren [20]. Es ist wichtig, an dieser Stelle herauszustellen, dass die häufig vorgeschlagene Nutzung von reinen Wichtungsansätzen (etwa durch den Analytic Hierarchy Process (AHP) [25–27]) nicht ausreicht, da die Einflüsse nur in engen Grenzen linear gewichtet werden können. Ein Sprung oder ein charakteristischer Verlauf einer Nutzenfunktion eines betrachteten Parameters lässt sich dadurch nicht abbilden. Zum Beispiel kann die Verbesserung des Emissionsverhaltens eines Prozesses nur einen geringen Zusatznutzen bringen und ein Wichtungsansatz ergäbe eine geringe Priorität des Parameters gegenüber einer anderen Kenngröße. Wenn aber eine Verschlechterung des Emissionsverhaltens zum Überschreiten eines gesetzlichen Grenzwertes führte, wäre die Priorisierung gegenüber anderen KPIs erheblich höher einzuschätzen.

In diesem Schritt wird auch operativ festgelegt, ob das Konzept der absoluten Nachhaltigkeit verfolgt wird. In dem Falle würde bei einer Verschlechterung von KPIs die Werte- beziehungsweise Nutzenfunktion jeweils zu einem Gesamtnutzen von Null führen und die entsprechende Handlungsalternative würde ausscheiden.

5.4.2 Wahrscheinlichkeitsverteilung berücksichtigen

Wie bereits angesprochen, muss bei Entscheidungssituationen unter Unsicherheit auch die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Effekte berücksichtigt werden. Dazu muss die Wahrscheinlichkeitsverteilung sinnvoll abgeschätzt werden. In der Regel ist die genaue Verteilung nicht bekannt und muss angenähert werden. Dabei kann auf historische Daten, Expertenschätzungen oder andere Verfahren zurückgegriffen werden. Da es sehr schwierig bis unmöglich sein kann, die Wahrscheinlichkeitsverteilung genau zu ermitteln, ist eine grobe Approximation deshalb akzeptabel, damit die Methode tauglich für den Praxiseinsatz ist.

5.4.3 Handlungsempfehlung

Im Zentrum der Methode steht die Handlungsempfehlung, welche die Wechselwirkungen und Zielkonflikte berücksichtigt und Zielkonflikte nach Möglichkeit synergetisch auflöst. Dabei sind Lösungen zu bevorzugen, bei denen keine der betrachteten KPIs nach Umsetzung der Handlungsempfehlung einen schlechteren Wert hat als vor Umsetzung der Maßnahmen, der Zustand nach Umsetzung der Maßnahmen also den Zustand vor Umsetzung der Maßnahmen bezüglich der betrachteten KPIs dominiert.

Dabei stehen die Ansätze Substitution, Kompensation und Innovation zur Erreichung dieses Ziels zur Verfügung. Substitution bedeutet hierbei, Maßnahmen durch andere zu ersetzen, welche die negativen Effekte nicht aufweisen. Kompensation bedeutet die Einführung zusätzlicher Maßnahmen zur (Über-)Kompensation der negativen Effekte. Innovation bedeutet die innovative Lösung des Problems durch die Entwicklung einer neuen Maßnahme, die alle betroffenen KPIs verbessert (zum Beispiel durch den Einsatz von TRIZ (Theorie des erfinderischen Problemlösens) [28] oder Kombinationen von TRIZ mit anderen Ansätzen [29]). Wenn keine der Ansätze zum Erfolg führt, ist auf Basis der Werte- beziehungsweise Nutzenfunktionen eine Priorisierung von KPIs und, basierend darauf, die Auswahl der umzusetzenden Maßnahmen vorzusehen. Eine Sensitivitätsanalyse sollte abschließend die Stabilität der gefundenen Handlungsempfehlung absichern.

5.5 Zusammenfassung der Methodenskizze

Die vorgestellte Methodenskizze berücksichtigt die erarbeiteten Anforderungen an eine Methode und liefert als Ergebnis eine Entscheidungsgrundlage sowie entsprechende Empfehlungen für die Auswahl von Handlungsoptionen. Dabei werden Wechselwirkungen und Zielkonflikte berücksichtigt und im Rahmen der Methode analysiert und nach Möglichkeit aufgelöst. Dies unterscheidet die vorliegende Methode von vielen anderen Ansätzen, die diesen Schritt auslassen. Indem die Zieldefinition, die Festlegung der Systemgrenze und die zu berücksichtigenden KPIs als Prozessschritte in der Methode explizit enthalten sind und darüber hinaus für jede Zielgröße Werte- beziehungsweise Nutzenfunktionen herangezogen werden, ist die Methode auch mit bestehenden Nachhaltigkeitsstandards kompatibel.

Wenn entsprechende Nachhaltigkeitsstandards herangezogen werden sollen, können deren Vorgaben bei der Zieldefinition und Auswahl der KPIs berücksichtigt werden. Entsprechend können auch die Werte- oder Nutzenfunktionsverläufe so definiert werden, dass das Konzept der absoluten Nachhaltigkeit berücksichtigt werden kann. Allerdings ist das im Sinne der Methode kein notwendiges Vorgehen. Sie erlaubt es Unternehmen auch eigene Priorisierungen unabhängig von bestehenden Normen und Standards vorzunehmen und ist daher universell anwendbar.

Die Anzahl der betrachteten KPIs ist flexibel, ebenso die Anzahl der betrachteten Handlungsalternativen. Auch die Formulierung der Wertefunktionen kann mit variablem Aufwand und mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad erfolgen. Dadurch ist die Methode insbesondere auch für Unternehmen, die nicht über große Abteilungen zur Klärung von Nachhaltigkeitsfragen, zum Beispiel KMU, verfügen, anwendbar.

6 Zusammenfassung und nächste Schritte

Dieser Beitrag beleuchtet den aktuellen Stand der Forschung im Hinblick auf Methoden und Ansätzen zum Umgang mit Zielkonflikten und Wechselwirkungen der Nachhaltigkeit. Aus dem aktuellen Stand der Forschung wurde in Verbindung mit Umfragen unter Praktikern der aktuelle Handlungsbedarf für eine praktikable Methode zum Einsatz in Unternehmen aufgezeigt. Zudem wurde ein Ansatz für eine entsprechende Methode vorgestellt.

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2025-04-38 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY

Die Notwendigkeit besteht auch im Hinblick auf Ressourceneffizienz und Energieeffizienz als bedeutende Aspekte der Nachhaltigkeit, die als Teilaspekte von ökonomischer und ökologischer Nachhaltigkeit und Resilienz von Unternehmen in den letzten Jahren vermehrt an Bedeutung gewonnen haben. Sie müssen sowohl untereinander als auch gegenüber anderen Nachhaltigkeitsaspekten abgewogen werden.

Die Integration der Strategie- und Zieldefinition in die Methode ermöglicht es, sowohl das Konzept der absoluten Nachhaltigkeit als auch andere Konzepte zu berücksichtigen. Die Entscheidung bezüglich einer angemessenen Interpretation des Begriffs der Nachhaltigkeit bleibt explizit dem Anwender überlassen. Die Methode ist insofern flexibel.

Es ist anzumerken, dass die Datenverfügbarkeit und -qualität Einfluss auf die Konfidenz der ermittelten Handlungsempfehlung hat. Die besten Ergebnisse werden bei der Verwendung eigener Messungen und einer qualitativ hochwertigen Datensenke erzielt. Auf Basis eines validierten, strukturierten Datensatzes lassen sich die sichersten Aussagen ermitteln. Robuste Alternativansätze, die auch in Unternehmen mit begrenzten Ressourcen (wie KMU) eingesetzt werden können, sind Stichprobenmessungen, Expertenschätzungen und Approximation von Messwerten durch Herunterbrechen validierter externer Daten auf Prozessebene. Bei Verwendung von Alternativansätzen muss dementsprechend mit einer höheren Ungenauigkeit der Daten beim Ansatz der Wahrscheinlichkeitsverteilung (siehe Kapitel 5.4.2) gerechnet werden.

Folgeforschungen sollten sich mit der Detaillierung und Validierung der Methode befassen. Dabei sollte insbesondere auf die Detaillierung der Formulierung der Nutzenfunktionen und die Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen fokussiert werden. Die Validierung der Methode ist bereits in Unternehmen unterschiedlicher Größe und Branchen (vor allem auch bei KMU) geplant. Teilweise wird diese Forschung im Rahmen eines Projekts vorangetrieben, das vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Baden-Württemberg gefördert wird. Das Projekt fokussiert auf Synergien, Wechselwirkungen und Zielkonflikte der Nachhaltigkeit. Darüber hinaus ist die Validierung im Rahmen eines Projekts geplant, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird.

FÖRDERHINWEIS

Die Inhalte dieses Beitrages sind entstanden im Rahmen eines Projekts zur Weiterentwicklung des Konzepts der Ultraeffizienzfabrik (UEF-DD), das vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert und vom Projektträger Karlsruhe betreut wird: Zuwendungsnummer BWDU 24105. Außerdem finden die Inhalte Eingang in das Projekt EcoFrame, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und ebenfalls vom Projektträger Karlsruhe betreut wird: Förderkennzeichen 02P23Q860.

Literatur

[1] Dusseldorp, M.: Zielkonflikte der Nachhaltigkeit. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2017
[2] Elkington, J.: Cannibals with forks. The triple bottom line of 21st century business. Oxford, U.K.: Capstone 1997
[3] Dusseldorp, M.: Die Krux mit Zielkonflikten. TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 27 (2018) 2, S. 61–67, doi.org/10.14512/tatup.27.2.61
[4] Hahn, T.; Figge, F.; Pinkse, J. et al.: Trade-offs in corporate sustainability: you can't have your cake and eat it. Business Strategy and the Environment 19 (2010) 4, pp. 217–229
[5] Gbededo, M. A.; Liyanage, K.; Garza-Reyes, J. A.: Towards a Life Cycle Sustainability Analysis: A systematic review of approaches to sustainable manufacturing. Journal of Cleaner Production 184 (2018), pp. 1002–1015
[6] Koch, D.; Sauer, A.: Identifying and Dealing with Interdependencies and Conflicts between Goals in Manufacturing Companies' Sustainability Measures. Sustainability 16 (2024). 9, #3817
[7] Herrmann, C.: Ganzheitliches Life Cycle Management. Nachhaltigkeit und Lebenszyklusorientierung in Unternehmen. Heidelberg: Springer 2010
[8] Leiden, A.; Thiede, S.; Herrmann, C.: Synergetic Modelling of Energy and Resource Efficiency as well as Occupational Safety and Health Risks of Plating Process Chains. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology 9 (2022) 3, pp. 795–815
[9] Figge, F.; Hahn, T.; Schaltegger, S. et al.: The Sustainability Balanced Scorecard – linking sustainability management to business strategy. Business Strategy and the Environment 11 (2002) 5, pp. 269–284
[10] Meißner, M.; Myrzik, J.; Wiederkehr, P.: Representation of energy efficiency interdependencies of manufacturing processes on the shop floor level. Procedia CIRP 88 (2020), pp. 252–257
[11] Huang, A.; Badurdeen, F.: Sustainable Manufacturing Performance Evaluation: Integrating Product and Process Metrics for Systems Level Assessment. Procedia Manufacturing 8 (2017), pp. 563–570
[12] Kononova, N.; Juraschek, M.; Kohlgrüber, M. et al.: Advanced Sustainability Action Plan: Supporting manufacturing SMEs on a sustainability pathway. Procedia CIRP 122 (2024), pp. 354–359
[13] Gebler, M.; Warsen, J.; Meininghaus, R. et al.: Implementing Zero Impact Factories in Volkswagen's Global Automotive Manufacturing System: A Discussion of Opportunities and Challenges from Integrating Current Science into Strategic Management. Sustainability 16 (2024) 7, #3011
[14] Gerdes, C.; Maier-Speredelozzi, V.: A Case Study for Sustainable Routing in Manufacturing Enterprises. In: Barker, K.; Berry, D.; Rainwater, C. (Hrsg.): IISE Annual Conference and Expo 2018. Orlando, Florida, USA, 2018, pp. 913–918
[15] Gerbens-Leenes, P.; Moll, H.; Schoot Uiterkamp, A.: Design and development of a measuring method for environmental sustainability in food production systems. Ecological Economics 46 (2003) 2, pp. 231–248
[16] Erdil, N. O.; Aktas, C. B.; Arani, O. M.: Embedding sustainability in lean six sigma efforts. Journal of Cleaner Production 198 (2018), pp. 520–529.
[17] Weise, S.; Ali, A.-R.; Cerdas, F. et al.: Determination of circular economy targets based on absolute sustainability: A case study on plastics. Procedia CIRP 122 (2024), pp. 743–747
[18] Ali, A.-R.; Castillo, M. S.; Cerdas, F. et al.: A stepwise approach for determining absolute environmental sustainability targets for an electric vehicle battery. CIRP Annals 73 (2024) 1, pp. 1–4
[19] Rüegg-Stürm, J.; Grand, S.: Das St. Galler Management-Modell. Management in einer komplexen Welt. Bern: Haupt Verlag 2019
[20] Eisenführ, F.; Weber, M.; Langer, T.: Rationales Entscheiden. Heidelberg: Springer 2010.
[21] Al-Aomar, R.: Sustainability Function Deployment: A system-level design-for-sustainability. In: 2019 IEEE International Systems Conference (SysCon). 2019 IEEE International Systems Conference (SysCon), Orlando, FL, USA, 2019, pp. 1–6
[22] Yim, H.; Herrmann, C.: Eco-voice of consumer (VOC) on QFD. In: 2003 EcoDesign 3rd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing – EcoDesign ,03, Tokyo, Japan, 2003, pp. 618–625

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2025-04-38 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY

[23] Mizuno, S.; Akao, Y.: Quality function deployment: a company-wide quality approach. Tokyo: JUSE Press 1978
[24] Akao, Y. (Hrsg.): Quality function deployment. Integrating customer requirements into product design. Cambridge, Mass.: Productivity Jurík, L.; Horňáková, N.; Šantavá, E. et al.: Application of AHP method for project selection in the context of sustainable development. Wireless Netorks. 28 (2022) 2, pp. 893–902
[25] Pattanaik, L. N.; Baug, T. K.; Koteswarapavan, C.: A hybrid ELECTRE based prioritization of conjoint tools for lean and sustainable manufacturing. Production Engineering 13 (2019) 6, pp. 665–673
[26] Rao, R. V.; Patel, B. K.: Novel method for decision making in the manufacturing environment. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture 225 (2011) 3, pp. 422–434
[27] Koltze, K.; Souchkov, V.: Systematische Innovation. TRIZ-Anwendung in der Produkt- und Prozessentwicklung. München: Cal Hanser Verlag 2017
[28] Stehr, J.; Yang, C. J.; Chen, a. L. et al.: A Cladistic and TRIZ-based Approach for Enhancing Decision Making in Technology and Innovation Management. Proceedings of the 17th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, Hefei, China, 2010, no pages

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. David Koch, M.Sc.
david.koch@ipa.fraunhofer.de
Foto: Fraunhofer IPA

Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer
Foto: Fraunhofer IPA

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung IPA
Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart
www.ipa.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer

Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP)
Universität Stuttgart
Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart
www.eep.uni-stuttgart.de

LIZENZ

Dieser Fachaufsatz steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0)

https://doi.org/10.37544/1436-4980-2025-04-38 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access -