

Ganzheitliche Betrachtung der Ökologie und Logistikleistung von KMU

Holistic consideration of ecology and logistics performance of SMEs

Mareile Kriwall
Johannes Richter
Anna Lena Fehlhaber
Björn Hannemann
Jan Langner
Malte Stonis

IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH

Die CO₂-Emission der Logistikbranche und die resultierende Umweltbelastung sind als fortlaufend ansteigend zu konstatieren. Steigende Kosten für Energie und Ressourcen, erhöhte Sensibilität der Kunden, veränderte Gesetzesgrundlagen und der bevorstehende Klimawandel zwingen produzierende Unternehmen zu ökologieorientiertem Umdenken. Die fehlende Kenntnis über Wirkzusammenhänge, quantitative Auswirkungen von Maßnahmen und der Parameterausprägung hindern insbesondere KMU an der Umsetzung. Ein ganzheitliches ökologisch-logistisches Wirkmodell mit softwaretechnischer Umsetzung kann KMU dabei helfen, ihr Potential auszuschöpfen. Anforderungen an das Modell und grundlegende Beziehungen von logistischen Parametern zu ökologischen Zielgrößen werden in dieser Veröffentlichung vorgestellt.

[Ökologie, Logistik, KMU, Wirkmodell]

The CO₂ emissions of the logistics sector and the resulting environmental impact are continuously increasing. Rising costs for energy and resources, increased sensitivity of customers, changed legal bases and the impending climatic change force producing enterprises to ecologically-orientated rethink. The lack of knowledge about interdependencies, quantitative effects of actions and parameter characteristics prevents SMEs from the implementation. A holistic ecological-logistical impact model with software implementation can support SMEs reaching their potential. Requirements for the model and fundamental relationships between logistic parameters and ecological target values are presented in this publication.

[Ecology, logistics, SMEs, impact model]

1 WIRTSCHAFTLICHE RELEVANZ ÖKOLOGISCHER PROZESSE

Durch Kunden und Gesetzgeber wird von der Industrie zunehmend verlangt, Umwelt- und Ökologieaspekte intensiver zu berücksichtigen sowie Nachhaltigkeit bei der Nutzung von Ressourcen zu gewährleisten [Loh10]. Hintergrund hierfür ist die erhöhte Sensibilität vieler Kunden für ökologische und nachhaltige Produkte sowie Produktionsprozesse. 64 % aller Kunden verknüpfen ihre Kaufentscheidung mit der gesellschaftlichen Verantwortung, welche ein Unternehmen trägt [Str14].

In einer Umfrage des *Bundesverbands Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V.* (BME) wurde ermittelt, dass das Unternehmensimage, ein steigendes Umweltbewusstsein der Kunden sowie das Risiko steigender Kosten durch CO₂-Emissionen die Hauptbeweggründe für Umweltschutzaktivitäten in Unternehmen sind [BME09]. Dieser Trend wird auch durch den Gesetzgeber forciert, etwa durch das Emissionsschutzgesetz oder Verpflichtungen zur Angabe der CO₂-Emissionen [Dob15, Hed11]. Dies erhöht auch den Druck auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ihre Prozesse ökologischer zu gestalten. Ökologische Prozesse werden somit zu einem immer bedeutsameren Wettbewerbsfaktor [Hie11].

1.1 POSITION DER LOGISTIK

Die Logistik ist ein Unternehmensbereich von dem ein Großteil der Umweltwirkungen (Emissionen, Flächenversiegelung, Lärm) ausgeht und in dem folglich ein großes ökologisches Optimierungspotential liegt [BME09]. Gleichzeitig sind KMU bestrebt, ihre Logistik wirtschaftlich zu optimieren. Jedoch sind ökologische und logistische Kenngrößen teilweise konträr [Nag11, Sei07]. Beispielsweise führen die abnehmende Fertigungstiefe und die Globalisierung der Lieferbeziehungen zu stark erhöhten Transportaufkommen und stehen damit im Konflikt zu ökologischen Zielen [Arn08].

Interdependenzen (welche Auswirkung hat die Losgröße auf die CO₂-Emissionen) sind, insbesondere für KMU, häufig nicht transparent oder nicht bekannt [Nag11]. Wichtige Zusammenhänge und relevante Stellgrößen bleiben so verborgen. Aufgrund unzureichender Kenntnis über die quantitativen Auswirkungen von Maßnahmen (wie viele CO₂-Emissionen können bei einem Transport auf der Schiene gegenüber dem Transport auf der Straße eingespart werden) werden diese nicht umgesetzt. Gleiches gilt für die fehlende Kenntnis über die optimale Ausprägung der Parameter. Deshalb besteht bei vielen Unternehmen aktuell großes Potenzial für eine integrierte Verbesserung der Logistik und der Ökologie.

1.2 UNTERSTÜTZUNG VON KMU DURCH FORSCHUNGSPROJEKT

Das an der IPH gGmbH durchgeführte Forschungsprojekt „Entwicklung ökologisch-logistischer Wirkmodelle zur gezielten Einflussnahme auf die Ökologie und Logistikleistung von KMU – ÖkoLogWi“ soll dazu beitragen die genannten Hindernisse zu beseitigen. Ziel des Projektes ist die Abbildung der Zusammenhänge zwischen Ökologie und Logistik (Beschaffung, Produktion, Distribution) in ganzheitlichen Wirkmodellen. Auf diese Weise werden Wechselwirkungen aufgezeigt und Maßnahmen zur Verbesserung beider Kriterien können abgeleitet werden. Die primären Zielgruppen der Forschungsergebnisse sind Unternehmen des produzierenden Gewerbes, die einen großen Anteil an logistischen Prozessen haben. Durch die Abdeckung der bedeutendsten Logistikbereiche – Beschaffung, Produktion und Distribution – sind die Ergebnisse zusätzlich für Unternehmen aus sämtlichen Branchen mit einem hohen Logistikanteil geeignet (Einzelhandel, Logistikdienstleister). Das Thema „Grüne Logistik“ befindet sich im Angebot vieler Unternehmensberatungen (z. B. 4Flow, Green Logistics Consultants Group, LOG GmbH). Dies verdeutlicht die Nachfrage nach dieser Thematik [Cla11]. Eine Umsetzung derartiger Projekte durch externe Dienstleister ist jedoch kostenintensiv und deshalb für KMU oftmals finanziell nur schwer tragbar, insbesondere wenn die Verbesserungen hauptsächlich im Bereich Ökologie stattfinden [Eur11]. Die Ergebnisse des Projekts ÖkoLogWi sollen KMU befähigen, ökologisch-logistische Verbesserungen eigenständig durchführen zu können.

1.3 GRUNDLAGEN DER BESTIMMUNG VON CO₂-EMISSIONEN

Schon 2009 wurde aufgezeigt, dass der Stand der wissenschaftlichen Literatur zur Entwicklung von ökologisch-logistischen Wirkmodellen unzureichend ist [Hal09]. Neuere Modelle die die Bereiche

Logistikimmobilien, intralogistische Prozesse sowie Beschaffung und Distribution integrativ behandeln konnten nicht identifiziert werden. Da die Methodik und Rahmung zur Bestimmung der CO₂-Emissionen, sowie deren Kennzahlen und Abweichungen, nicht einheitlich definiert sind gibt es starke Verunsicherung in der praktischen Anwendung [Dob15].

Als Grundlage des angestrebten Modells zur Erfassung und Darstellung von ökologisch-logistischen Wirkzusammenhängen dient die DIN EN 16258. Weiterhin wird die Spezifikation SPEC 91224 genutzt. Sie gibt weitere formale und informelle Handlungsempfehlungen, insbesondere dort, wo die DIN interpretativen Freiraum gewährt [Dob13].

1.4 BETRACHTUNGSRAHMEN

Die VDI 4800 erlaubt eine umfassende Bilanzierung der Ressourceneffizienz auf Basis der Lebenszyklusorientierung. Die sehr detaillierte Betrachtung in der VDI 4800 ist jedoch für KMU häufig, aufgrund des Umfangs der benötigten Daten, nicht möglich. Oft haben KMU nur eingeschränkten Zugriff auf die benötigten Daten, oder erheben diese nicht. Da das im Forschungsprojekt zu entwickelnde Modell Anwendung in KMU finden soll, sind Einschränkungen im Detaillierungsgrad bezüglich des lebenszyklusorientierten ökologischen Fußabdrucks notwendig. Bis die benötigten Daten zu dem lebenszyklusorientierten ökologischen Fußabdruck auch für KMU erfassbar gemacht werden, ist eine Integration der genannten Lebenszyklusorientierung des Produkts nicht sinnvoll. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts wird deshalb die Betrachtung auf die logistischen Prozesse beschränkt. Diese Betrachtung erlaubt sehr präzise darzustellen, welche Menge an CO₂-Emissionen in der Logistik anfallen. In die logistische Betrachtung werden auch die Intralogistik und die Logistikimmobilie einbezogen. Diese machen ca. 25 % der CO₂-Gesamtemissionen der Logistik aus [Gün17]. Deswegen dürfen diese Anteile bei der Erstellung des Wirkmodells nicht vernachlässigt werden. Der andere Teil der CO₂-Gesamtemissionen (ca. 75 %) wird durch den Transport (Beschaffung und Distribution) verursacht [Gün17].

2 ANFORDERUNGEN AN DIE PROJEKTERGEBNISSE

Nach der Erörterung der oben genannten Fragestellungen wurden verschiedene Anforderungen an die Projektergebnisse sowie deren Relevanz abgeleitet. Die Ermittlung der Relevanz erfolgte auf Grundlage von systematischer Recherche einschlägiger Literatur, relevanter Normen und durch Diskussion mit Vertretern der Industrie. Die

Anforderungen an die Projektergebnisse wurden hinsichtlich der verschiedenen Teilbereiche:

- Anforderungen an das Wirkmodell (Bild 1)
- Anforderungen an die ökologische Bewertung (Bild 2)
- Anforderungen an den Softwaredemonstrator (Bild 3)

unterteilt. Die einzelnen Anforderungen werden in den Bildern 1-3 hinsichtlich ihrer Relevanz in absteigender Reihenfolge abgebildet. Die Größe der Kästen verdeutlicht qualitativ die Relevanz der einzelnen Anforderungen. In Bild 1 ist zu erkennen, dass bei den Anforderungen an das Wirkmodell die CO₂-Erfassung eine höhere Relevanz als die anderen Aspekte aufweist. Dabei sind direkte und indirekte CO₂-Emissionen zu berücksichtigen. Der Fokus bei der Erstellung des Wirkmodells liegt deshalb auf der Erfassung von CO₂-Emissionen. Die anderen Aspekte (Zusammenhänge, Entscheidungshilfe und Optimierung) werden auch berücksichtigt, stehen aber nicht im Vordergrund.

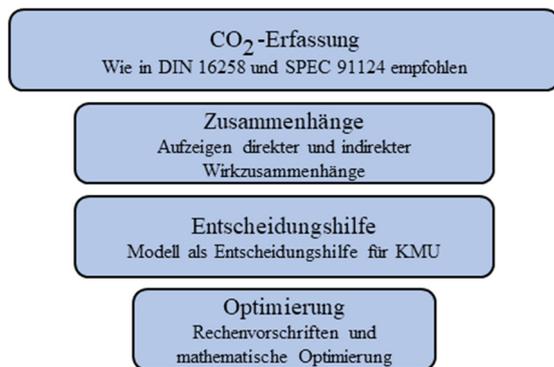


Bild 1: Anforderungen an das Wirkmodell

Direkte Emissionen entstehen durch den Betrieb von Verkehrsträgern (LKW, Flugzeug) oder bei dem Betrieb eigener Feuerungsanlagen zur Produktion oder Erzeugung von Wärme. Die indirekten Emissionen resultieren aus der Bereitstellung von Fernwärme sowie des fremdbezogenen Stroms, etwa zum Betrieb von elektrischen Flurförderfahrzeugen in der Intralogistik. Die Darstellung der Wirkzusammenhänge nimmt neben der Ableitung eines Modells zur Entscheidungshilfe zur Etablierung einer ökologischen Logistikstrategie für KMU ebenfalls einen hohen Stellenwert ein.

Bild 2 zeigt, dass sowohl die Transparenz und die Vollständigkeit als wichtig eingestuft werden. Besonders eine vollständige Erfassung der direkten und indirekten CO₂-Emissionen ist bedeutend und für ein transparentes Wirkmodell erwünscht. Vor allem die Transparenz der Berechnung der zu entwickelnden Methode und die Vollständigkeit der Betrachtung

von Beschaffung, Intralogistik, Logistikimmobilie und Distribution ist wichtig.

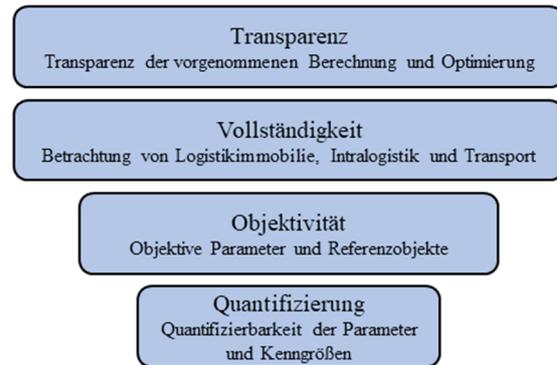


Bild 2: Anforderungen an die ökologische Bewertung

Insgesamt sind die ökologischen Auswirkungen stärker von der Umsetzung bzw. Interpretation des Umwelt Management Systems (UMS) als von der Auswahl des zugrundeliegenden UMS-Standards [EMAS und ISO 14001] abhängig [För12]. Auch deshalb werden die Transparenz und die Vollständigkeit als besonders wichtig erachtet. Die weiteren berücksichtigten Kriterien sind die Objektivität und die Quantifizierbarkeit der Parameter. Die Größe des zu betrachtenden Systems darf nicht zu gering sein, um die Objektivität der Betrachtung zu gewährleisten. Da mit steigender Größe auch die Datenmenge Komplexität und die Anzahl der Komponenten steigt, ist ein zu großes System ebenfalls nicht praktikabel, da nur schwer quantifizierbar.

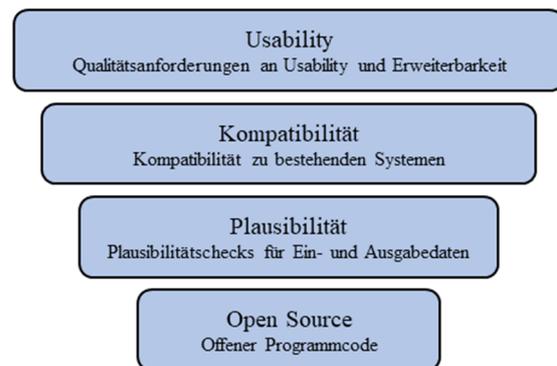


Bild 3: Anforderungen an den Softwaredemonstrator

Die Anforderungen an den Softwaredemonstrator sind in Bild 3 zu erkennen. Für den zu entwickelnden Softwaredemonstrator sind die Usability und die Kompatibilität zu bestehenden Systemen (z. B. Windows) von besonderer Bedeutung. Die Usability steht somit bei der Erstellung des Softwaredemonstrators im Fokus. Weiterhin wird die Plausibilität der Ein- und Ausgabedaten für Unternehmen als wichtig eingeordnet. Eine Programmierung als Open Source

wird insbesondere für KMU als weniger wichtig empfunden, wird jedoch als Grundlage für Weiterentwicklungen über die Projektzeit angestrebt.

3 BETRACHTETE ÖKOLOGISCHE KENNGRÖßEN

Als wesentliche ökologische Kenngrößen wurden neben den CO₂-Emissionen, die Lärmbelastung, der Energieverbrauch (um CO₂-Emissionen bereinigt) sowie die Flächen-inanspruchnahme identifiziert. Die Erfassung der CO₂-Emissionen wird als besonders relevant erachtet. Auch gesetzliche Vorgaben legen besonderen Wert auf diesen Bereich. Im weiteren Projektverlauf liegt der Fokus daher vor allem auf der Betrachtung von direkten und indirekten CO₂-Emissionen sowie CO₂-Äquivalenten (im Folgenden unter dem Sammelbegriff CO₂-Emissionen zusammengefasst).

4 IDENTIFIKATION ENTSCHIEDENDER WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN LOGISTISCHEN UND ÖKOLOGISCHEN ZIELGRÖßEN

Für die Erstellung des ökologisch-logistischen Wirkmodells wurden die Auswirkungen von logistischen Parametern auf logistische und ökologische Zielgrößen gegenübergestellt. Das ökologisch-logistische Wirkmodell beinhaltet die wesentlichen

Einflussfaktoren und Wechselwirkungen zwischen einem Logistiksystem und seiner Ökologiewirkung. Für das qualitative Wirkmodell wurden zunächst die allgemeinen Beziehungen der Parameter zueinander herausgearbeitet. Diese wurden durch Verbindungslinien kenntlich gemacht. Bild 4 zeigt einen Ausschnitt des ökologisch-logistischen Wirkmodells. Nach Ausarbeitung der Beziehungen wurden alle Verbindungslinien mit ihrer entsprechenden mathematischen Rechenvorschrift versehen [Ric18]. Die Rechenvorschriften für die Einflussfaktoren und deren Interdependenzen stammen aus vorhandenen Datenquellen und Formeln in der Literatur und der DIN EN 16258 inklusive erläuternder Spezifikationen [Kral1]. In einem nächsten Schritt sind die Rechenvorschriften dahingehend angepasst worden, dass bei vorhandenen Wechselwirkungsbeziehungen ein Einflussfaktor zu der Berechnung hinzugenommen wird. Dadurch lassen sich Einflüsse der Parameter zueinander in Verbindung setzen. Im qualitativen Wirkmodell wurden daraufhin die Stellglieder identifiziert, welche bei Änderung eines anderen Parameters betroffen sind. So durchläuft das Wirkmodell auf Basis einer eingehenden Entscheidungsfindung eine Abfragefolge, in welcher nur die relevanten Änderungen vorgenommen werden können.

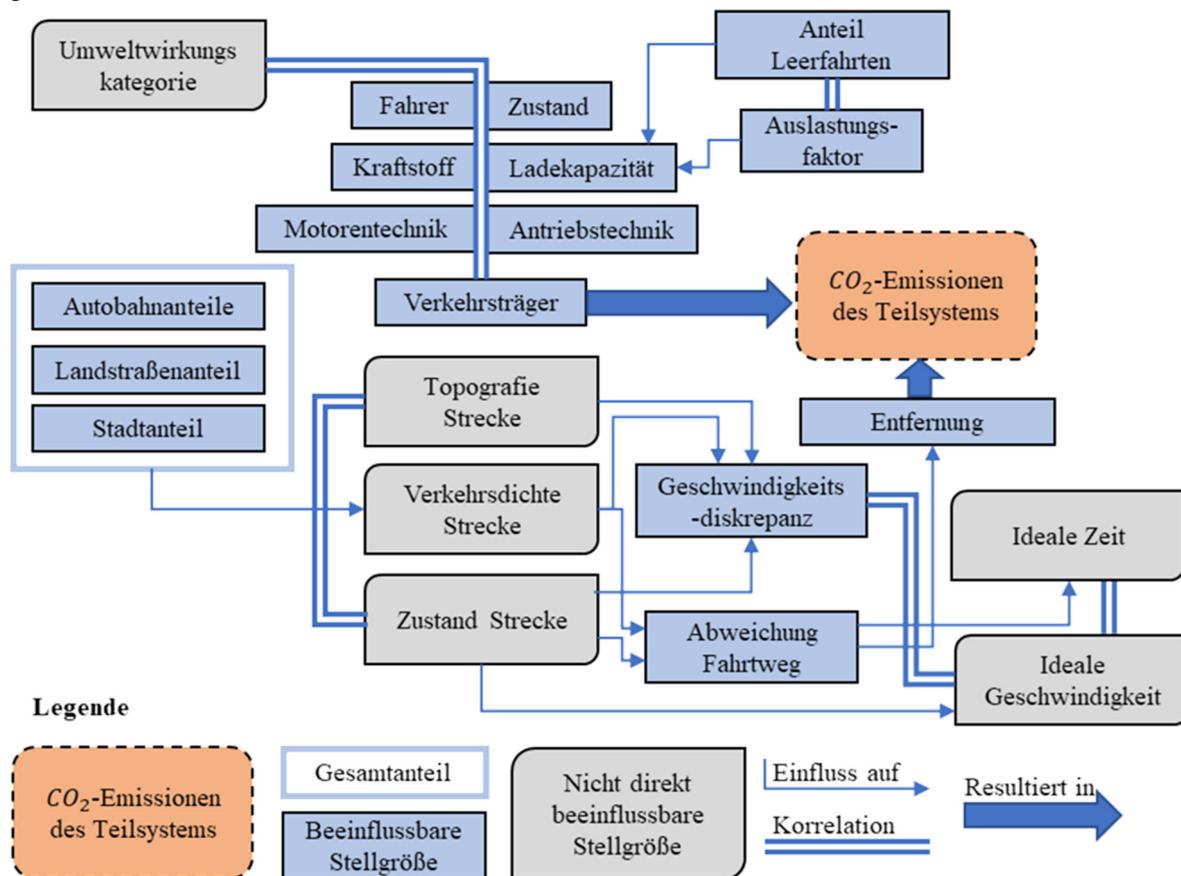


Bild 4: Teilsystem „Transport zur Beschaffung“ des ökologisch-logistischen Wirkmodells mit den resultierenden CO₂-Emissionen

5 BEISPIEL FÜR EIN QUALITATIVES WIRKMODELL EINES TEILSYSTEMS

Anhand eines Entscheidungsbeispiels soll der Ablauf des Wirkmodells und die Arbeitsweise des Softwaredemonstrators verdeutlicht werden. Das Entscheidungsbeispiel ist in Bild 5 dargestellt und wird im Folgenden beschrieben. Die Auswahlmöglichkeiten und relevanten Parameter werden dem Nutzer nur einzeln und passend zum Fall der vorherigen Auswahl angeboten. Faktoren, die einen Einfluss auf die Berechnung haben, werden mit ihren Kennwerten aufgenommen und im Demonstrator zur Berechnung genutzt.

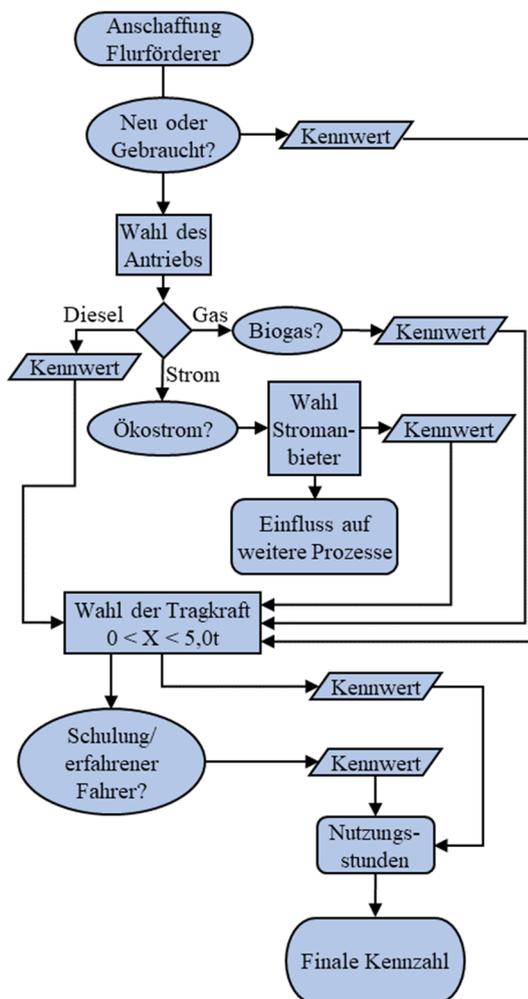


Bild 5: Entscheidungsbeispiel für die Anschaffung eines Flurförderers

Ein Nutzer steht in diesem beispielhaften Entscheidungsszenario vor der Anschaffung eines neuen Flurförderfahrzeugs. Zuerst kann im Modell zwischen einem gebrauchten und einem neuen Fahrzeug gewählt werden. Ein neues Fahrzeug kostet mehr, besitzt aber bessere Emissionswerte. Danach wird die Antriebsart gewählt. Der Nutzer kann sich im Fall des Flurförderfahrzeugs zwischen Diesel, Gas und Strom entscheiden. Bei Gas wird unterschieden

zwischen normalem Gas und Biogas, bei Strom zwischen Anbietern mit und ohne Öko-Siegel. Da der Stromanbieter für mehrere Szenarien von Bedeutung ist, wird abgefragt, ob dieser auch für andere Berechnungen benutzt werden soll.

Im Folgenden wird die benötigte Tragkraft des Fahrzeugs und die Anzahl der relevanten Nutzungsstunden ausgewählt. Sind diese nicht bekannt, werden sie anhand der Literatur geschätzt. Danach kann der Nutzer angeben, wie erfahren der Bediener des Flurförderers ist, bzw. ob Schulungen für umweltbewusste und sparsame Nutzung vorgesehen sind oder durchgeführt wurden. Anhand von gespeicherten Kenngrößen kann der Wert der CO₂-Emission ermittelt werden. Dies ermöglicht eine Abschätzung der Auswirkungen der Entscheidung (in diesem Beispiel die Wahl eines Flurförderfahrzeugs) hinsichtlich ökologischer Aspekte. Verglichen werden diese Ergebnisse mit den bisherigen Kennzahlen der Firma. Diese befinden sich in einer hinterlegten Datenbank, die anfänglich einmalig aufgenommen wird. Der Nutzer hat die Möglichkeit die Auswahl zu übertragen, oder weitere Anpassungen an den Parametern vorzunehmen. Eine Ideallösung durch Operations-Research wird nicht vorgeschlagen. Vorherige Untersuchungen haben ergeben, dass diese Art der Optimierung nur zu einer Nulloptimierung führt. Für KMU ist dies aber in den meisten Fällen nicht durchführbar.

6 UND AUSBLICK AUF WEITEREN PROJEKTVERLAUF UND NUTZEN FÜR KMU

Im weiteren Projektverlauf sollen zusätzlich zu den CO₂-Emissionen auch die Kosten und die Transportdauer von verschiedenen Optionen in den Softwaredemonstrator eingepflegt werden. Um ein Gefühl für Handlungsspielräume zu vermitteln, werden Abweichungen von den gewählten Lösungen mit Kennlinien visualisiert. Bei der Entscheidung für eine Transportlösung (z. B. Transport mit einem bestimmten LKW-Typen) gibt es die Möglichkeit mit Kennlinien darzustellen, wie der Unterschied zu einem Transport mit Schiff, Bahn, verschiedenen LKW-Typen und dem Flugzeug wäre. Dabei werden CO₂-Emissionen, Kosten und Transportdauer visualisiert. Somit können sowohl ökologische als auch logistische Größen in den Entscheidungsprozess einfließen. Insgesamt können die im Forschungsprojekt erarbeiteten Ergebnisse insbesondere KMU unterstützen die Umweltwirkungen der Logistik zu quantifizieren. Der im Forschungsprojekt entwickelte Software-demonstrator stellt die Umweltwirkungen der logistischen Prozesse anschaulich dar, und lässt einen Vergleich zwischen verschiedenen Varianten zu. Somit kann das Projekt als Entscheidungshilfe bei der Wahl zwischen verschiedenen Optionen dienen. Dies erleichtert KMU ihre logistischen Prozesse selbstständig ökologischer zu gestalten.

LITERATUR

- [Arn08] Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.: *Handbuch Logistik*. 3. Aufl. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2008. S. 8f. – ISBN 978-3-540-72929-7
- [BME09] Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME): *BME-Umfrage: Green-Logistics – hohe Bedeutung auch in Krisenzeiten*. 2009. Online verfügbar: <https://www.competence-site.de/bme-umfrage-green-logistics-hohe-bedeutung-auch-in-krisenzeiten/> am 24.09.2018
- [Cla11] Clausen, U.; Schneider, M.; Dobers, M.: *Klimaschutz liefern-Logistikprozesse Klimafreundlich gestalten*. 2^o-Deutsche Unternehmer für Klimaschutz. Kurzstudie Fraunhofer IML 2011. F. 8; 10. Online verfügbar: http://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE%20310/2Grad_Bericht_080611.pdf am 24.09.2018
- DIN EN 16258 *Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen (Güter- und Personenverkehr)*
- [Dob13] Dobers, K. et al.: *Green Logistics: Comparability of the Environmental Effects of Logistics Services*. Berlin 2013. – ISBN 978-3-642-32838-1
- [Dob15] Dobers, K. et al.: *Green Logistics Schlussbericht des Fraunhofer IML* 2015. Online verfügbar: <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-432078.html> am 24.09.2018
- [Eur11] Europäische Kommission: *Eine nachhaltige Industrie für ressourceneffizientes Wachstum und Arbeitsplätze*. Referat „Nachhaltige Industriepolitik“, Brüssel 2011
- [För12] Förstner, U.: *Umweltschutztechnik*. Heidelberg 2012, S. 13
- [Gün17] Günthner, W. A. et al.: *Roadmap für eine nachhaltige Intralogistik*. Technische Universität München, Stand: 29.09.2017
- [Hal09] Halldorsson et al.: *Supply chain management on the crossroad to sustainability: a blessing or a curse?* In *Logistics Research* 1 (2009) 2, S. 89
- [Hed11] Hedegaard, C.: *Transport emissions and infrastructure. Redeprotokoll*. European Parliament Transport Committee meeting Brussels, 10 November 2011. Online verfügbar: http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-11-746_en.htm?locale=en am 24.09.2018
- [Hie11] Hiemer, K.: *Green Logistics: Top-Thema auf allen Ebenen*. In: *Technik und Wirtschaft für die deutsche Industrie*. Verlag Moderne Industrie GmbH 2011
- [Kra11] Kranke, A.; Schmied, M.; Schön, A.D.: *CO₂-Berechnung in der Logistik*. 1. Aufl. Heinrich Vogel Verlag, München 2011. – ISBN-13: 978-3574260957
- [Loh10] Lohre, D.; Herschlein, S.: *Grüne Logistik-Studie zu Begriffsverständnis, Bedeutung und Verbreitung „Grüner Logistik“ in der Speditions- und Logistikbranche*. Studie, Bonn 2010. S. 8, 10
- [Nag11] Nagel, A.: *Logistik im Kontext der Nachhaltigkeit.: Ökologische Nachhaltigkeit als Zielgröße bei der Gestaltung logistischer Netzwerke*. Dissertation TU Berlin. 2011. S. 51; 57ff; 67; 175. – ISBN-13: 978-3798323834
- [Ric18] Richter, J.; Fehlhaber, A. L.; Langner, J.; Stonis, M.: *Grundlagen der Entwicklung eines ökologisch-logistischen Wirkmodells*. In: *ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Carl Hanser Verlag, 113. Jg. (2018), H. 5, S. 312-315. – ISSN 0947-0085

- [Sei07] Seidel, T.; Wolff, S.: *Ökologie & Logistik – umweltgerechte Lösungen. Auf dem Weg zu Green Logistics – Messbarkeit ist der Schlüssel.* In: 24. Deutscher Logistik Kongress Berlin – Kongressband 2007, Hamburg, S. 333-363. – ISBN-13: 978-3798328167
- SPEC 91224 *Unternehmensübergreifende Bilanzierung transportbedingter Emissionen - Erfassung und Übermittlung relevanter Daten*
- [Str14] Strategy First GmbH: *NEUES AUS DER MARKENWELT.* Online verfügbar: <http://www.strategy-first.de/deutsch/newsletter/strategy%2binsights/q1%2b2014.html> am 24.09.2018
- VDI 4800 *Ressourceneffizienz; Methodische Grundlagen, Prinzipien, Strategien*
- [Wor12] worldatwork, Scottsdale 2012: *90% of Companies Use Microsoft® Excel® In Compensation Process.* Online verfügbar: <https://www.worldatwork.org/docs/worldatworkpressreleases/2013/90-percent-of-companies-use-excel.html> am 24.09.2018