



EffizienzCluster  
LogistikRuhr

Zusammenfassender Schlussbericht zum  
Verbundprojekt Green Logistics  
im Leitthema »Umwelt im Fokus«



Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik  
Kerstin Dobers, David Rüdiger, Achim Klukas, Wolfgang Lammers

in Zusammenarbeit mit den Green Logistics Projektpartnern

Laufzeit: 01. Juni 2010 bis 31. März 2015

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01IC10L06 A-K gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



## Inhaltsverzeichnis

### Teil I

1	Aufgabenstellung .....	3
2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde .....	4
3	Planung und Ablauf des Vorhabens .....	5
3.1	Inhaltliche Projektstruktur von Green Logistics .....	5
3.2	Zeitlicher Ablauf von Green Logistics .....	8
3.3	Projektpartner von Green Logistics.....	9
4	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde .....	10
4.1	Ökologische Bewertung.....	10
4.2	Transport.....	16
4.3	Intralogistik .....	18
4.4	Logistikimmobilien .....	19
5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	20

### Teil 2

1	Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse .....	25
1.1	Bestands- und Anforderungsaufnahme .....	25
1.2	Ökologischer Bewertungsbaukasten .....	32
1.3	Strommessungen .....	34
1.4	Zertifizierungssystem.....	37
1.5	Fallstudie ecoPlan: Ökoeffiziente Tourenplanung und Last Mile Logistik.....	42
1.6	Fallstudie ecoNet: Ökoeffizientes Netzwerkmanagement .....	46
1.7	Fallstudie ecoFleet: Ökoeffizientes Flottenmanagement.....	49
1.8	Fallstudie ecoModal Teil A: CO <sub>2</sub> -Vermessung eines Intermodal-Netzwerks .....	52
1.9	Fallstudie ecoModal Teil B: Intermodalität von morgen.....	54
1.10	Fallstudie ecoBox: Ökoeffizientes Behältermanagement .....	57
1.11	Fallstudie ecoTrack: Schadstoffemissionstracking von Transporten .....	58
1.12	Fallstudie ecoHub: Ressourceneffiziente Logistikimmobilie .....	60
1.13	CO <sub>2</sub> -Rechner Luftfrachttransport .....	65
1.14	Ergebnisintegration Green Logistics .....	67
1.15	Anforderungen und Validierung mittels Stakeholdergroup .....	68

2	Einordnung der Ergebnisse in das Leitthema »Umwelt im Fokus«.....	70
3	Erläuterungen zum zahlenmäßigen Nachweis .....	70
4	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	71
5	Nutzen des Projektes.....	72
6	Fortschritte und Entwicklungen auf dem Gebiet des Projektes bei anderen Stellen	76
7	Veröffentlichungen.....	78
8	Quellenverweis .....	85

## I. Kurze Darstellung

### 1 Aufgabenstellung

Die begrenzte Aufnahmefähigkeit unserer Ökosysteme, die Verknappung der Rohstoffe und der hieraus resultierende Kostendruck sowie veränderte politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen führen zu einer grundlegenden Veränderung unserer Wirtschaftsabläufe. Unternehmen müssen die Ressourceneffizienz ihrer Produkte erhöhen und ihre Systeme und Prozesse nachhaltiger und umweltschonend gestalten, um langfristig am Markt wettbewerbsfähig zu sein.

Die Optimierung logistischer Systeme beschränkte sich lange Zeit i.d.R. lediglich auf die ökonomische Optimierung, ökologische Aspekte spielten, wenn überhaupt, nur eine eher untergeordnete Rolle. Ziel muss jedoch sein, die Ökologie als weitere, und zwar gleichrangige, Zielgröße zu etablieren. Als Grundlage hierzu fehlte eine standardisierte Vorgehensweise für die ökologische Bewertung logistischer Systeme und Prozesse. Zwar gibt es bereits seit den 1990er Jahren Normen zum Umweltmanagement und zur Ökobilanzierung, jedoch sind diese für logistische Systeme und Prozesse aufgrund ihres starken Produktbezuges und der hohen Komplexität logistischer Systeme nur bedingt anwendbar. Auch die während der Projektlaufzeit veröffentlichte europäische Norm DIN EN 16258 fokussiert nur einen Teilbereich der ökologischen Bewertung von Logistik.

Das Ziel des Projektes »Green Logistics« war, die ökologischen Wirkungen logistischer Systeme und Prozesse erstmalig vollumfänglich, verursachungsgerecht und standardisiert zu bestimmen sowie Methoden und Instrumente zur Bewertung von Lagerung, Distribution bis hin zur Reverse Logistics zu entwickeln. Hierbei sollte auf bereits existierenden Grundlagen für die jeweiligen Teilbereiche aufgebaut und vorhandene Lücken sollten geschlossen werden, so dass die integrative Betrachtung der Bereiche Logistikimmobilie, Intralogistik und Transport ermöglicht werden und Verbesserungspotentiale abgeschätzt werden können.

Zusätzlich galt es, standardisierte ökoefiziente Logistiklösungen zu entwickeln und Unternehmen eine Entscheidungsunterstützung bei der Gestaltung ökoefizienter logistischer Systeme und Prozesse zu liefern. Zentrale Zielsetzungen waren:

- Aufbau einer fundierten Wissensbasis über Umweltwirkungen logistischer Systeme und Prozesse; Darstellung von Best Practices ökoefizienter Logistiklösungen
- Definition von Standards zur Bewertung von Umweltwirkungen von Logistik
- Entwicklung eines Demonstrators zur Bewertung der Umweltwirkungen logistischer Systeme, Prozesse und Dienstleistungen auf Basis definierter Services
- Konzeption eines Zertifizierungssystems für Logistikdienstleister
- Entwicklung und praktische Tests (Fallstudien) ökoefizienter Lösungen für logistische Systeme und Prozesse

## 2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Projekt wurde im Rahmen des Spitzenclusterwettbewerbs, 2. Runde, als Teil des EffizienzCluster LogistikRuhr beantragt und durchgeführt. Während der Projektbearbeitung wurden Projekterfahrungen und Ergebnisse im Rahmen von Clustertreffen und Leitthemenworkshops mit anderen Projekten des EffizienzClusters ausgetauscht. Für die Verwertung der Projektergebnisse werden die Einrichtungen, Gremien und Veranstaltungen des EffizienzClusters vorrangig genutzt. Das Clustermanagement der ECM GmbH unterstützt diese Prozesse über die Projektlaufzeit hinaus. Das BMBF fördert die Projekte des EffizienzClusters insgesamt mit bis zu 40 Millionen Euro. Die Partner dieses Projektes wurden mit bis zu 50% der Antragssumme gefördert.

Green Logistics stellte eine wichtige Basis für die Vision des Leitthemas »Umwelt im Fokus«, ressourcenschonende Verfahren, Dienstleistungen und Techniken für eine ökoeffiziente Logistik zu entwickeln und damit »Ökonomie durch Ökologie« zu realisieren (Abbildung 1).

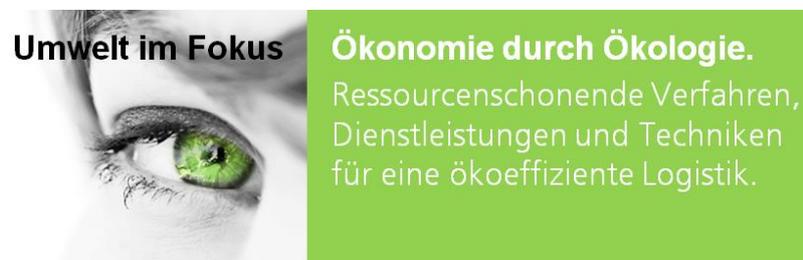


Abbildung 1: Die Vision des Leitthemas »Umwelt im Fokus« (Quelle: Fraunhofer IML)

Um die in der Vision genannte »Ökoeffizienz« von Logistik einheitlich und vergleichbar bewertbar zu machen, sollte im Verbundvorhaben Green Logistics ein standardisierter, zertifizierter Rahmen geschaffen und methodische Grundlagen für die ökologische Bewertung entwickelt werden. Gleichzeitig sollte mittels acht konkreter Fallstudien der Nachweis über die Realisierbarkeit ökoeffizienter Lösungen erbracht werden. Ausgewählte Fallstudien sollten während der Projektlaufzeit in »Grüne Produkte und Dienstleistungen« überführt werden und stellen die vom EffizienzCluster Logistik Ruhr avisierten »Bausteine für eine effiziente Logistik« zur Verfügung. Sie versetzen die Green Logistics Praxispartner in die Lage, ihre Wettbewerbsvorteile in Sachen »ökoeffiziente Logistik« weiter auszubauen.

Es waren in Green Logistics als Logistikdienstleister DB Schenker, Deutsche Post, Fiege Deutschland, Lufthansa Cargo, Schmidt-Gevelsberg und United Parcel Service Deutschland beteiligt. Ferner standen die ARGE Goodman Germany und Arcadis Deutschland sowie Vanderlande Industries für die Bereiche Logistikimmobilie sowie Intralogistik, der TÜV Rheinland für die Zertifizierung. Seitens der Forschung waren das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik sowie das Wuppertal Institut beteiligt. Darüber hinaus wurde in 2011 die Stakeholder Group mit ca. 20 Unternehmen (u.a. Verlager und Logistikdienstleister, siehe Abbildung 4) aufgebaut, welche das Konsortium bis Projektende begleitete.

Jeder dieser Projektpartner wie auch Stakeholder konnte mit seinem umfangreichen Wissen und den branchenbezogenen Erfahrungen sowie individuellen Business-Anforderungen zum Erfolg von Green Logistics beitragen.

### 3 Planung und Ablauf des Vorhabens

#### 3.1 Inhaltliche Projektstruktur von Green Logistics

Vor dem Hintergrund der dargestellten Zielstellungen war das Projekt Green Logistics in fünf inhaltliche Arbeitspakete sowie zwei weitere begleitende Arbeitspakete untergliedert, welche nachfolgend vorgestellt werden (siehe auch Übersicht in Abbildung 2).

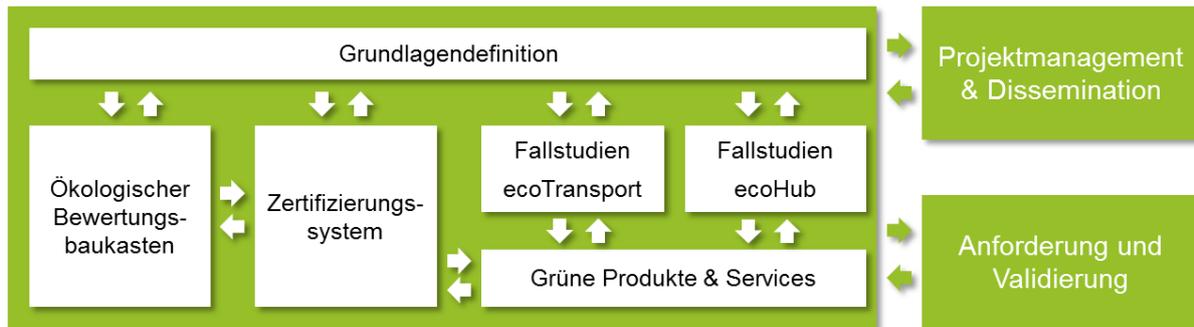


Abbildung 2: Inhaltliche Projektstruktur von Green Logistics

#### Grundlagendefinition (AP 1)

Beginnend mit einer systematischen Aufnahme bestehender Lösungen im Bereich der grünen Logistik sollten alle vorhandenen Ansätze und Konzepte sowie die relevanten Schwachstellen und Lücken identifiziert und dokumentiert werden (AP 1.1). Diese Analyse und Bewertung fokussierte ökologische Bewertungs- und Zertifizierungsverfahren, Softwaresysteme und Datenquellen/-banken ebenso wie ökologische Logistikprodukte und -dienstleistungen.

Mit Fokus auf die zu entwickelnde ökologische Bewertungsmethode und das Zertifizierungssystem für Logistikdienstleister sollten die jeweiligen Anforderungen an die zukünftigen Lösungen aufgenommen und formuliert werden (AP 1.2). Eine Systemdefinition sollte den zukünftigen Bilanzraum und die ökologischen Zielgrößen festlegen (AP 1.3).

#### Ökologischer Bewertungsbaukasten (ÖBBK) (AP 4)

Die Entwicklung des Demonstrators zur Bewertung der Umweltwirkungen logistischer Systeme, Prozesse und Dienstleistungen umfasste zu Beginn die Definition von Anforderungen an die Daten sowie von Ansätzen für deren Erhebung und Validierung (AP 4.1). Auf Basis der formulierten »Systemdefinition« sollte die Methode zur ökologischen Bewertung von Logistikdienstleistungen mit den erforderlichen Berechnungsformeln, Allokationsregeln, Parametern u.a. entwickelt werden. Gleichzeitig sollten die allgemeinen Anforderungen an den Demonstrator erarbeitet sowie die erforderlichen Reports und Auswertungsmöglichkeiten definiert und in einem Anforderungskatalog für die prototypische Realisierung des ÖBBK zusammengeführt werden (AP 4.3). Parallel hierzu sollte eine umfassende Aufnahme relevanter Datensätze erfolgen, um einerseits Fallstudien im späteren Verlauf des Projektes exemplarisch ökologisch bewerten zu können und andererseits die Bewertungsmethode sowie den ÖBBK mit den erforderlichen Parametern, Kennzahlen, Referenzobjekten und Bibliotheken zu vervollständigen (AP 4.2). In einem weiteren Schritt sollte eine serviceorientierte Referenzarchitektur für den ÖBBK entwickelt werden (AP 4.4), welche anschließend in einem Demonstrator überführt werden sollte (AP 4.5). Hierbei sollte zudem das entwickelte System anhand von Testszenarien und Beispielanwendungen validiert werden.

## **Zertifizierungssystem (AP 5)**

Die in AP 1.2 zusammengestellten Anforderungen an das Zertifizierungssystem sollten weiter konkretisiert und die als relevant eingestuften bestehenden Zertifizierungsansätze übernommen und für den Logistikbereich angepasst werden (AP 5.1). Darauf aufbauend sollten die Grundlagen des Zertifizierungssystem entwickelt sowie der Ablauf und der Kriterienkatalog der Zertifizierung von Logistikdienstleistern gestaltet werden (AP 5.2). Das konzipierte Zertifizierungssystem sollte exemplarisch anhand des Logistikdienstleisters Lufthansa Cargo erprobt und validiert werden (AP 5.3). Die hierbei identifizierten Schwachstellen und Verbesserungsoptionen sollten in das Zertifizierungssystem integriert werden.

## **Fallstudien ecoTransport (AP 2)**

In Green Logistics sollten sieben Fallstudien mit dem Ziel der konzeptionellen Gestaltung einer grünen Logistik im Bereich Transport durchgeführt werden. Während vier Fallstudien partnerübergreifend bearbeitet werden sollten (AP 2.2 bis AP 2.5), konzentrierten sich drei Fallstudien auf unternehmensspezifische Ansätze (AP 2.1, AP 2.6, AP 2.7). Einzelne Fallstudien sollten zudem im Realbetrieb untersucht werden (»Grüne Produkte und Services AP 7).

In der **Fallstudie »Ökoeffizientes Netzwerkmanagement«** (»ecoNet« AP 2.2) sollte allgemein die Möglichkeit der Auslastungsoptimierung zur Reduktion von Verkehren und Emissionen untersucht werden. Partnerübergreifend sollten Ansätze wie beispielsweise Aufbau kooperativer Transporte, Nutzung von Volumenboxen oder Einsatz des Euro-Combis in der Stückgut- und Paketlogistik-Branche betrachtet werden.

In der **Fallstudie »Ökoeffizientes Flottenmanagement«** (»ecoFleet« AP 2.3) sollte der Fokus auf die Möglichkeiten, alternative Antriebstechnologien und regenerative Kraftstoffe unter realistischen Alltagsbedingungen einzusetzen, gelegt werden. Neben Best Practices sollten die Anforderungen an die Technologie sowie die Infrastruktur für Nutzfahrzeuge formuliert werden.

In der **Fallstudie »CO<sub>2</sub>-Vermessung Intermodal-Netzwerk«** (»ecoModal A« AP 2.4) sollten die Umweltwirkungen des kombinierten Verkehrs im Vergleich zum reinen Straßenverkehr und Verlagerungsoptionen herausgearbeitet werden. Die hierbei abzuleitende Bewertungsmethodik sollte am Beispiel des Schienentransports auf einem Nord-Süd-Korridor der Deutsche Bahn erfolgen.

In der **Fallstudie »Intermodalität von morgen«** (»ecoModal B« AP 2.5) sollten die in AP 2.4 identifizierten Verlagerungsoptionen näher untersucht werden. Diese partnerübergreifende Analyse sollte Aspekte wie z. B. Gestellungs- und Fahrzeiten, Anforderungen an die Marktteilnehmer und Lieferanten zum Abbau von Hemmnissen beinhalten. Im Ergebnis sollte ein Konzept zur systematischen und automatischen Überprüfung der Einsatzfähigkeit intermodaler Transportketten für bestimmte Transportaufgaben unter definierten Rahmenbedingungen entwickelt werden.

In der **Fallstudie »Ökoeffiziente Tourenplanung«** (»ecoPlan« AP 2.1) sollte am Beispiel United Parcel Service eine Gebietsauslegung unter Beachtung ökologischer Kriterien erfolgen. Die darauf aufbauende ökologische Tourenplanung sollte ferner alternative Distributionsmöglichkeiten (z. B. weiterer Helfereinsatz, Lastenfahrräder) untersuchen. Neben der Reduktion von Umweltwirkungen sollten u.a. Verkehre reduziert und die Zustellquoten in der Privatzustellung verbessert werden.

In der **Fallstudie »Ökoeffizientes Behältermanagement«** (»ecoBox« AP 2.6) sollte am Beispiel Deutsche Post DHL die ortsungebundene Erfassung von Positionsdaten von Wechselbehältern für ein ökologisch optimiertes Konsolidierungsnetzwerk untersucht werden. Mit-

tels der Verknüpfung von Hoflogistik und Routenführung sowie der optimierten Re-Positionierung von Behältern sollten Leerbehältertransporte eingespart, der Behälterbestand reduziert und somit Emissionen eingespart werden.

In der **Fallstudie »Schadstoffemissionstracking von Transporten«** (»ecoTrack« AP 2.7) sollte ein System für die verursachungsgerechte Ermittlung von Emissionen aufgebaut werden. Die Emissionsberechnung sollte zudem in dem unternehmenseigenen IT-System umgesetzt werden. Auf diese Weise sollte u.a. eine höhere Transparenz kundenspezifischer Emissionen und damit eine Verbindlichkeit zwischen Dienstleister und Kunden/Verlader und zur ökologischen Sendungsoptimierung geschaffen werden.

### **Fallstudie ecoHub (AP 3)**

In der Fallstudie »ecoHub« sollte ein typisches logistisches Umschlagzentrum unter Einsatz ökologischer Technologien konzeptionell im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes gestaltet werden. Es sollten Optimierungspotentiale für die Bereiche »Gebäude und Gebäudetechnik inkl. Ressourcengewinnung« (AP 3.1), »Intralogistik« (AP 3.2) sowie »Prozess und Prozesssteuerung« (AP 3.3) und die jeweiligen Wechselwirkungen und Abhängigkeiten (»Synergien« AP 3.4) zusammengestellt und bewertet werden. Hierauf aufbauend sollte ein Baukastensystem für ökoeffiziente Lösungen für unterschiedliche Einsatzzwecke und Rahmenbedingungen entwickelt werden, welches eine ganzheitliche Planung und Realisierung sowohl für die Erstellung als auch den Betrieb eines ökoeffizienten Umschlagzentrums ermöglicht.

### **Grüne Produkte und Services (AP 7)**

In diesem Arbeitspaket sollten die Einzelergebnisse der parallel bearbeiteten Arbeiten (AP 1 bis 6) zusammengeführt werden. Hierzu zählte zum einen, das Konzept für ein Zertifizierungssystem für Logistikdienstleister in ein konkretes **Geschäftsmodell für eine Zertifizierungsgesellschaft** im Ruhrgebiet zu überführen (AP 7.1).

Zum anderen sollten vier ausgewählte Fallstudien exemplarisch im Realbetrieb getestet und deren ökologischer Nutzen untersucht und bewiesen werden. So sollte auf Basis der Fallstudie »ecoTrack« ein Demonstrator (»ecoTracker« AP 7.3) entwickelt und an das vorhandene Speditionssystem angeschlossen werden. Das Konzept **»Prototyp Behältermanagement«** (AP 7.4) sollte anhand eines exemplarischen Bestands an Wechselbrücken bei der Deutschen Post getestet werden. Die alternativen Distributionskonzepte von UPS sollten im Rahmen einer **»Last Mile Logistik für die Modellregion Dortmund«** (AP 7.5) umgesetzt werden. Und schließlich sollten Ansätze eines **»ecoHub«** (AP 7.6) bei der Lufthansa Cargo am Beispiel eines neuen Luftfrachtzentrums am Standort Frankfurt überprüft werden.

Darüber hinaus sollte ein **»CO<sub>2</sub>-Rechner Luftfrachttransport«** (AP 7.2) bei der Lufthansa Cargo entwickelt und online für Kunden bereitgestellt werden. In diesem sollten die in den anderen AP entwickelte Systematik und Berechnungsverfahren für den Anwendungsfall Luftfracht überführt werden.

Abgerundet werden sollte das Arbeitspaket durch die Zusammenführung der systematisierten Ergebnisse der Bestandsaufnahme und Technologierecherchen, der Fallstudien sowie weiterer Best Practices in Form eines morphologischen Kastens, Leitfäden und Default-Werte für den ÖBBK (**»Ergebnisintegration Green Logistics«** AP 7.7).

### **Anforderungen und Validierung (AP 6)**

Dieses Arbeitspaket sollte der Integration externer Expertise durch Stakeholder dienen, wie beispielsweise Verlader unterschiedlicher Branchen und weiterer Logistikdienstleister sowie Technologieanbieter. Hierzu sollte in einem ersten Schritt eine Stakeholder-Group aufgebaut

werden (AP 6.1), welche die möglichst breite Beteiligung aller relevanten Bereiche sowohl national als auch international sicherstellen sollte. Dieser Beraterkreis sollte einerseits dabei unterstützen, Anforderungen hinsichtlich grüner Logistiksysteme und -produkte aus einem erweiterten Blickwinkel heraus zu definieren (AP 6.2). Andererseits sollten die entwickelten Methoden und Konzepte im Rahmen der Anwendungsbereiche der Stakeholder weitergehend validiert und so der Erkenntnistransfer sichergestellt werden (AP 6.3).

### Projektmanagement & Dissemination (AP 0)

Dieses Arbeitspaket sollte die bestmögliche Einbindung aller Projektpartner in das Verbundvorhaben realisieren sowie einen effizienten Ressourceneinsatz und eine zielgerichtete Projektbearbeitung sicherstellen. Ferner sollte in diesem Arbeitspaket eine systematische und einheitliche Dokumentation und Verbreitung der erarbeiteten Ergebnisse, z. B. in Form von Berichten, Leitfäden, Veröffentlichungen, Präsentationen sowie einer Projektinternetseite, erfolgen.

### 3.2 Zeitlicher Ablauf von Green Logistics

Das Projekt Green Logistics war grob in drei inhaltliche Phasen untergliedert: Die Grundlagenphase (Q3 2010 bis Q4 2011) realisierte die Erarbeitung der Vorarbeiten & Anforderungen, welche Eingang in die Arbeitspakete zu Fallstudien, Zertifizierungssystem und Ökologischen Bewertungsbaukasten finden sollte. Diese wurden in der zweiten, konzeptionellen Phase (Q3 2011 bis Q4 2013) bearbeitet. Abgeschlossen wurde das Projekt mit einer Realisierungsphase (Q2 2012 bis Q1 2015), in welcher die grünen Produkte und Services umgesetzt und unter Realbedingungen getestet wurden.



Abbildung 3: Projektverlauf nach Arbeitspaketen (AP) und Meilensteinen (◇)

Die gesamte Projektlaufzeit erfolgte kontinuierlich das Projektmanagement, die Dokumentation der Arbeiten sowie der Wissenstransfer über das Verbundvorhaben hinaus.

### 3.3 Projektpartner von Green Logistics

Im Green Logistics Konsortium waren elf Partner beteiligt, die die Bereiche Logistikimmobilie, Intralogistik und Transport abdeckten sowie ihre Kompetenzen insbesondere für die Verkehrsträger Schiene, Luft und Straße sowie die Branchen Kontraktlogistik, Stückgutlogistik sowie Paketlogistik einbrachten. Ferner war fachliche Expertise bezüglich der ökologischen Bewertung sowie Zertifizierungssysteme erforderlich.

Nachfolgende Übersicht verdeutlicht die inhaltliche Abgrenzung der Aufgabenbereiche der jeweiligen Projektpartner im Konsortium Green Logistics.

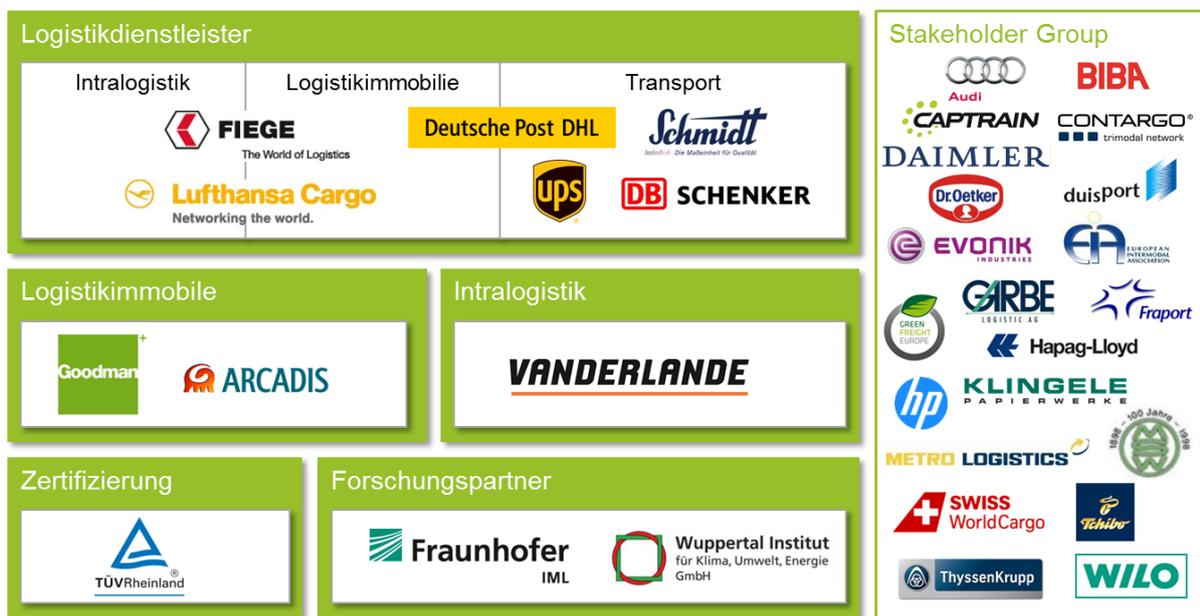


Abbildung 4: Abgrenzung der Aufgabenbereiche im Green Logistics Konsortium sowie beteiligte Unternehmen in der Stakeholder Group

Aufbauend auf diese generelle Abgrenzung der Aufgabenbereiche im Green Logistics Konsortium brachten die beteiligten Projektpartner maßgeblich die nachfolgend aufgelisteten inhaltlichen Schwerpunkten in Green Logistics ein (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Arbeitsteilung im Konsortium nach Arbeitspaketen

Projektpartner / Arbeitsgruppe (ARGE)	Kompetenzen in Green Logistics
DB Mobility Logistics AG	Verkehrsträger Schiene; Intermodalität und Kombiniertes Verkehr; Umweltwirkungen von Verkehr
Deutsche Post AG	Brief-/ Paketlogistik; Verkehrsträger Straße; Intermodalität und Kombiniertes Verkehr; alternative Antriebstechnologien und Treibstoffe; Logistikimmobilie; Konsolidierungsnetzwerke
Fiege Deutschland Stiftung & Co. KG	Kontraktlogistik; manuelle fördertechnische Systeme; Logistikimmobilie
ARGE Goodman Germany GmbH & Arcadis Deutschland GmbH	Logistikimmobilie; Gebäudehülle und Ressourcengewinnung; Zertifizierung im Bereich Logistikimmobilien; Lebenszyklusbetrachtung

<b>Projektpartner / Arbeitsgruppe (ARGE)</b>	<b>Kompetenzen in Green Logistics</b>
Lufthansa Cargo AG	Verkehrsträger Luft; manuelle fördertechnische Systeme im Schwerlastbereich; Logistikimmobilie; Zertifizierung und Emissionshandel, CO <sub>2</sub> -Bewertung
Schmidt-Gevelsberg GmbH	Stückgutlogistik; Verkehrsträger Straße; Intermodalität und Kombiniertes Verkehr; alternative Antriebstechnologien und Treibstoffe; CO <sub>2</sub> -Tracking
TÜV Rheinland Cert GmbH	Zertifizierungssysteme (Produkte und Managementsysteme)
United Parcel Service Deutschland Inc & Co. OHG	Paketlogistik; Verkehrsträger Straße; Intermodalität und Kombiniertes Verkehr; alternative Antriebstechnologien und Treibstoffe, Lang-Lkw
Vanderlande Industries GmbH	Automatisierte fördertechnische Systeme; Strommessungen
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH	Emissionshandel; alternative Antriebstechnologien und Treibstoffe
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik / Projektleitung	Ökologische Bewertung; Verkehrsträger Straße, Schiene, Wasser, Luft; Intralogistik; alternative Antriebstechnologien und Treibstoffe; Softwaresysteme inkl. Datenbanken für Logistikprozesse und ökologische Bewertung; Anwendungsentwicklung

#### **4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Das Verbundprojekt Green Logistics hatte zwei wesentliche Schwerpunkte. Auf der einen Seite die standardisierte ökologische Bewertung logistischer Systeme und Prozesse und auf der anderen Seite die Systematisierung ökologischer Gestaltungsalternativen und die Identifizierung von ökologischen Standards für die Bereiche Transport, Logistikimmobilie und Intralogistik. Für die genannten Bereiche wird nachfolgend der Stand der Wissenschaft und Technik, an welchen die Arbeiten von Green Logistics anknüpften, dargestellt.

##### **4.1 Ökologische Bewertung**

Im Vorfeld von Green Logistics wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Instrumente zur Ermittlung und Verbesserung der Umweltperformance von Unternehmen entwickelt, die bereits vorliegende wirtschaftswissenschaftliche Instrumente um umweltpolitische Aspekte ergänzen.

Hinsichtlich des mit dem Projektziel verfolgten Ansatzes der standardisierten, ökologischen Bewertung logistischer Systeme und Prozesse waren diese Instrumente jedoch kaum oder nur eingeschränkt nutzbar. Nachfolgend werden ausgewählte Instrumente vorgestellt und ihr Bezug wie auch eine Abgrenzung zu den Arbeiten des Verbundprojekts erläutert. Grundsätzlich lassen sich die Vorarbeiten bzw. bestehenden Instrumente in folgende Kategorien einteilen:

- Methoden und Instrumente zur Ermittlung und Bewertung von Umweltwirkungen
- Ökolabel und Zertifizierungssysteme

##### **Methoden und Instrumente zur Ermittlung und Bewertung von Umweltwirkungen**

Die Ökobilanz (»Life Cycle Assessment«) ist eine Methode zur systematischen Erfassung, Analyse und Bewertung der Umweltauswirkungen von Produktions- und Dienstleistungssystemen. Die Methodik, mit der die mit dem Lebensweg eines Produktes oder einer Dienstleis-

tung verbundenen Umweltwirkungen abgeschätzt wird, ist in z. B. den Normen DIN EN ISO 14040 sowie 14044 formuliert. Für die ökologische Beurteilung komplexer Logistiksysteme ist die Methodik der Ökobilanzierung aufgrund folgender Punkte nicht geeignet:

- Eine Ökobilanz hat stets einen relativen Charakter, d. h. es werden mehrere Produkte oder Dienstleistungen, die den gleichen Nutzen erfüllen, hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen verglichen. Demgegenüber beabsichtigt das Verbundprojekt, auch einzelne Logistikketten oder ganze Netzwerke losgelöst von anderen Netzwerken oder Systemen bewertbar zu machen.
- Bei der Erstellung einer Ökobilanz werden stets statische Referenzprozesse zugrunde gelegt, die ein Produkt bzw. eine Dienstleistung im Zuge seines bzw. ihres Lebensweges durchläuft. Prozesse in komplexen Logistiksystemen sind hingegen dynamisch und unterliegen stochastischen Einflussgrößen, die in einer Ökobilanz nicht abgebildet werden können.
- Die Erstellung einer Ökobilanz bedarf bereits für relativ simple Systeme einen erheblichen Datenbedarf und damit Erfassungsaufwand. Um diesen Aufwand bei der ökologischen Bewertung komplexer Logistiksysteme möglichst gering zu halten, müssen die Systeme so stark vereinfacht bzw. der Untersuchungsrahmen so weit eingeschränkt werden, dass eine ganzheitliche und realitätsgetreue Abbildung und Bewertung nicht möglich ist.

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Diskussionen über den Klimawandel wird heute die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen mittels eines sogenannten Carbon Footprints fokussiert. Der Ansatz, den Carbon Footprint eines Produkts bzw. einer Dienstleistung zu bestimmen, stellt mit der reinen Betrachtung der Wirkungsänderung Klimaänderung einen Ausschnitt aus einer Ökobilanz dar.

1998 begann die Greenhouse Gas Protocol Initiative, einen Standard für die Erstellung und Veröffentlichung von Treibhausgasemissionen von Unternehmen zu erarbeiten. Dieser wurde 2001 mit dem Corporate Accounting and Reporting Standard, dem so genannten Greenhouse Gas Protocol<sup>1</sup>, veröffentlicht. Erweitert wurde dieser u. a. mit den in 2011 veröffentlichten Methoden zur produktspezifischen Treibhausgasbilanz entlang des Produktlebenszyklus<sup>2</sup> (Product Life Cycle Standard) sowie zur Abschätzung der THG-Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Corporate Value Chain (Scope 3) Standard)<sup>3</sup>.

Diesen Standards gemein sind die Anleitung zur Abgrenzung des zu bilanzierenden Systems (z. B. des Kernunternehmens), zur Datenbeschaffung und Sicherung der Datenqualität, zur Allokation der Emissionen und Unsicherheiten sowie zur Veröffentlichung der Ergebnisse. Den Rahmen bildet die Unterteilung eines Unternehmens in so genannte Scopes, in Abhängigkeit derer die sechs Kyoto-Treibhausgasemissionen (d. h. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC's, PFC's, SF<sub>6</sub>)<sup>4</sup> berechnet und für das Unternehmen als direkte und indirekte Emissionen ausgewiesen werden sollen.

Scope 1 umfasst dabei die direkten Emissionen eines Unternehmens: Das Unternehmen besitzt bzw. verantwortet und steuert die Prozesse, welche die Scope 1-Emissionen verursachen, also z. B. eigene Verbrennungskessel, Fahrzeuge, Prozesstechnik für chemische Produktionsprozesse. Scope 2-Emissionen sind diejenigen indirekten Emissionen, welche durch

---

<sup>1</sup> vgl. WRI, WBCSD 2005

<sup>2</sup> vgl. WRI, WBCSD 2011a

<sup>3</sup> vgl. WRI, WBCSD 2011b

<sup>4</sup> vgl. Vereinte Nationen 1998

die von dem Unternehmen verbrauchte, aber extern bezogene Energie (d. h. i. w. S. Strom, Wärme, Kälte und Prozessdampf) verursacht werden. Alle weiteren indirekten Emissionen werden Scope 3 zugeordnet. Sie stellen diejenigen Emissionen dar, welche das Unternehmen durch den Bezug von Rohstoffen, Produkten oder Dienstleistungen (upstream) sowie die Distribution und Weiterverarbeitung von Produkten (downstream) verursacht.

Diese GHG Protocol Standards haben zum Ziel, einen allgemeingültigen Rahmen für die Bilanzierung von Treibhausgasemissionen zu setzen. Die Entwicklung von konkreten branchenspezifischen Bilanzierungsstandards (z. B. für die Logistikbranche), mit den jeweilig zu definierenden Prozessen, Berechnungsvorschriften etc., wird darin explizit gefordert.<sup>53</sup>

Das GHG Protocol wurde 2005 von der internationalen Standardisierungsorganisation ISO (International Organization for Standardization) aufgegriffen und 2006 bzw. 2007 wurde eine allgemeine Bilanzierung von Treibhausgasemissionen in den internationalen Standards ISO 14064<sup>6</sup> und 14065<sup>7</sup> veröffentlicht. Dieser Teil der ISO 14000er Familie soll Akteuren, d. h. Unternehmen und Regierungen, einen Rahmen geben, um die Reduzierung von Treibhausgasemissionen quantifizieren, darstellen und beobachten zu können. Eine konkrete Vorgehensweise wird in diesen Normen jedoch wiederum nicht vorgeschlagen.

Ende 2008 wurde der europäische Normenausschuss CEN TC 320/WG 10 eingerichtet, um eine Norm zu Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit Transportdienstleistungen (Güter- und Personenverkehr) zu entwickeln. Der Entwurf bzw. die Veröffentlichung der Norm erfolgte während der Bearbeitungszeit von Green Logistics, anderen Konsultationsprozess das Konsortium teilnahm.

Auf Basis der vorgestellten Normen und Standards sind weitere Methoden, Leitfäden und Studien<sup>8</sup> veröffentlicht worden, welche einen allgemeinen oder branchenspezifischen Rahmen für die Bewertung von Logistikprozessen und -systemen schaffen. Diese waren analog zu vorher genanntem um sämtliche relevanten Prozesse und Verbräuche für die ganzheitliche ökologische Bewertung von Logistikdienstleistungen im Rahmen von Green Logistics zu erweitern.

Zur informationstechnischen Unterstützung bei der Ökobilanzierung wurden vor Projektstart bereits verschiedene Softwaresysteme angeboten, die auf Datenbanken mit Referenzprozessen und Informationen über verwendbare Materialien zurückgreifen. Nachfolgend sind die relevanten, zu Projektstart am Markt befindlichen Softwaresysteme und Datenbanken inkl. ihrer Defizite hinsichtlich der angestrebten Projektergebnisse dargestellt.

---

<sup>5</sup> vgl. WRI, WBCSD 2011b, S. 9

<sup>6</sup> vgl. ISO 14064-1, ISO 14064-2, ISO 14064-3

<sup>7</sup> vgl. DIN EN ISO 14065

<sup>8</sup> z. B. Benz 1999; Choudhury 2006; Fläming et al. 2009; Mc Kinnon, Piecyk (o.J.); Spielmann et al. 2007; VCI 2010

Software		Verschiedene »Allroundtools«
Anbieter	GaBi: PE INTERNATIONAL ( <a href="http://www.gabi-software.com">www.gabi-software.com</a> ); Umberto: ifu Hamburg GmbH ( <a href="http://www.umberto.de">www.umberto.de</a> ); SimaPro: PRé Consultants / GreenDeltaTC GmbH ( <a href="http://www.simapro.de">www.simapro.de</a> ); TEAM: PricewaterhouseCoopers / Ecobilan ( <a href="http://www.ecobilan.com">www.ecobilan.com</a> )	
Allgemein	Prozessmodellierung erfolgt mittels Referenzprozessen, für die bereits Input- und Outputströme hinterlegt sind.	
Defizite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logistikprozesse sind lediglich in Form von außerbetrieblichen Transportprozessen (Lkw, Bahn, Schiff, Fahrzeug) berücksichtigt; keine Betrachtung von Lager-, Umschlag- und innerbetrieblichen Transportprozessen</li> <li>• Abbildung realer multimodaler Ketten nicht möglich</li> <li>• z. T. veraltete und unzureichende Datenbasis (Verwendung externer Datenbanken zwar möglich, jedoch unzureichende Logistikdaten)</li> <li>• Keine differenzierte Betrachtung z. B. hinsichtlich Auslastung, verwendeter Euro-Klassen, Streckenprofilen, Transportmittelaufbauten etc.</li> <li>• Bezugsgröße lediglich Frachtgewicht (tkm), keine Betrachtung des Volumenausnutzungsgrades des Frachtraums</li> <li>• Zuordnung der Emissionen auf die funktionelle Einheit nicht möglich (z. B. Fahrzeugtouren)</li> <li>• Keine Berücksichtigung stochastischer Größen bei der Prozessabfolge</li> </ul>	

Software		EcoTransIT (Ecological Transport Information Tool)
Anbieter	Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu), Rail Management Consultants GmbH (RMCon) ( <a href="http://www.ecotransit.org">www.ecotransit.org</a> )	
Allgemein	Einfaches Tool zum Vergleich von Energieverbrauch und CO <sub>2</sub> - und Schadstoffausstoß von Transporten mittels verschiedener Transportträger bzw. Transportketten	
Defizite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intralogistik sowie Logistikimmobilien werden nicht betrachtet</li> <li>• Abbildung multimodaler Ketten möglich, jedoch Umweltauswirkungen von Umschlagimmobilien nicht zu ermitteln</li> <li>• Keine Abbildung von Touren möglich (nur Einzelfahrten)</li> <li>• Keine Berücksichtigung des Frachtvolumens (nur Frachtgewicht)</li> <li>• Lediglich 4 Fahrzeug- und 3 Produktklassen integriert</li> <li>• Zur Bewertung von Transporte zu ungenau, da stark vereinfacht</li> </ul>	

Software		4flow vista
Anbieter	4flow AG ( <a href="http://www.4flow.de">www.4flow.de</a> )	
Allgemein	In erster Linie ein Tool zur strategischen und taktischen Planung von Logistiknetzwerken, mit Einsatzgebieten wie Lieferantenmanagement, Prozess- und Ressourcenplanung sowie Planung des Transportnetzes mit oberstem Ziel der Prozesskostenminimierung	
Defizite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lediglich Umweltkennzahlen bezüglich der simulierten und realen Transporte (z. B. Emissionsmenge CO<sub>2</sub> oder Treibstoffverbrauch), die allein auf den gefahrenen Kilometern und den hinterlegten Fahrzeugdaten basieren</li> <li>• Umrechnung der Umweltkennzahlen auf einzelne Transporteinheiten (z. B. Paletten) nicht geeignet, da zu geringer Detaillierungsgrad</li> </ul>	

Die am Markt verfügbaren Datenbanken zur ökologischen Bewertung wiesen aufgrund der Dokumentation der Ermittlungsverfahren für die Daten zwar die erforderliche Transparenz auf. Allerdings bestanden auch hier – wie bei den vorgestellten Softwaresystemen – hinsicht-

lich der angestrebten Projektergebnisse Defizite. Für die relevanten Datenbanken werden die Defizite nachfolgend kurz erläutert. Dennoch wurden diese Datenquellen im Projekt auf ihrer grundsätzliche Eignung untersucht und zu einem ganzheitlichen System zusammengeführt.

Datenbank ecoinvent data v2.1	
Anbieter	ecoinvent Centre / ifu Hamburg GmbH ( <a href="http://www.ecoinvent.ch">www.ecoinvent.ch</a> )
Defizite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lediglich Daten für außerbetriebliche Transportprozesse (Straße, Schiene, Wasser, Luft) integriert; keine Daten für innerbetriebliche Logistik- und Lagerprozesse (z. B. Gabelstapler, automatisierte Fördersysteme)</li> <li>• Lediglich Betrachtung von Prozessen, Elementarflüssen und Methoden der Wirkungsabschätzung möglich; Input- und Outputströme von Logistikimmobilien und Lager- und Fördersystemen nicht enthalten</li> <li>• Lediglich Auswahl von Fahrzeugklassen möglich; Ausführungsformen (z. B. Aufbauten, Nutzlasten, Auslastung ) nicht integriert</li> <li>• Bezugsgröße lediglich Frachtgewicht (tkm), keine Betrachtung des Volumenausnutzungsgrades des Frachtraums</li> </ul>

Datenbank ProBas (Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente)	
Anbieter	Umweltbundesamt (UBA), Öko-Institut Institut für angewandte Ökologie ( <a href="http://www.probas.umweltbundesamt.de">www.probas.umweltbundesamt.de</a> )
Defizite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lediglich Daten für außerbetriebliche Transportprozesse (Straße, Schiene, Wasser, Luft) integriert; keine Daten für innerbetriebliche Logistik-/Lagerprozesse (z. B. Gabelstapler, automatisierter Fördersysteme)</li> <li>• Keine Daten zur ökologischen Bewertung von Logistikimmobilien</li> <li>• Bezugsgröße lediglich Frachtgewicht (tkm), keine Betrachtung des Volumenausnutzungsgrades des Frachtraums</li> <li>• Nur Fahrzeugklassen ohne Wahl des Ausnutzungsgrades wählbar</li> </ul>

Datenbank GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme)	
Anbieter	Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.)
Defizite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Daten bezüglich Intralogistik und Logistikimmobilien enthalten</li> <li>• Bezugsgröße lediglich Frachtgewicht (tkm), keine Betrachtung des Volumenausnutzungsgrades des Frachtraums</li> <li>• Keine Angaben zur Auslastung der Fahrzeuge möglich, lediglich grobe Auswahl von Fahrzeugklassen</li> </ul>

Datenbank HBEFA Version 2.1 (Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs für die Schweiz, Österreich und Deutschland)	
Anbieter	INFRAS, Bern ( <a href="http://www.hbefa.net">www.hbefa.net</a> )
Defizite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Daten bezüglich Intralogistik und Logistikimmobilien enthalten</li> <li>• Bezugsgröße lediglich Frachtgewicht (tkm)</li> <li>• Es können keine Aufbauten abgebildet werden</li> </ul>

Einige Anbieter von Tourenplanungssoftware boten Tools zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem gewerblichen Transport an. Diese waren entweder in die Softwarelösungen der Anbieter integriert oder als eigenständige Lösungen erhältlich<sup>9</sup>. Hinzu kamen verschiedene Werkzeuge zur Berechnung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im privaten Bereich, die im Internet frei zur Verfügung stehen.<sup>10</sup> Diese Lösungen waren für das geplante Forschungsvorhaben ebenfalls ungeeignet, da ihr Detaillierungsgrad unzureichend (u.a. keine umfassende Auswahl an Fahrzeugklassen, keine Streckenprofile) und die Datenherkunft nicht transparent war.

Fazit: Zu Projektbeginn lag kein geeignetes Werkzeug für die ganzheitliche, ökologische Bewertung von Logistikprozessen und -systemen vor.

### **Ökolabel und Zertifizierungssysteme**

Neben den Zertifizierungssystemen für die Umweltperformance von Unternehmen haben sich am Markt ebenfalls Ökolabel bzw. Umweltzeichen etabliert. Im Gegensatz zu »grünen« Symbolen oder Umweltaussagen von Unternehmen werden die Ökolabel durch unabhängige Institutionen, Verbände oder Prüfinstitute vergeben. Das bekannteste Umweltzeichen in Deutschland ist der »Blaue Engel«, der seit 1977 als weltweit erstes Umweltzeichen vergeben wird. Darüber hinaus bestehen weitere nationale und internationale Ökolabel<sup>11</sup> z. B. in der Biobranche, Textilindustrie oder für Bauprodukte.

Zu Projektstart existierten keine Umweltzeichen, die explizit und ausschließlich logistische Leistungen (Systeme und Prozesse) berücksichtigen. Ökolabel waren in der Regel produktbezogen, wobei die Logistik bei der Bewertung für die Kennzeichnung nur einen untergeordneten Teil ausmachte. Beispielsweise wird beim Österreichischen Umweltzeichen UZ 26 »Mehrweggebinde und Mehrwegbechersysteme« die Logistik lediglich hinsichtlich der ökologischen Optimierung von Transportwegen und von Transportfahrzeugen betrachtet.

In den 1990er Jahren sind mit dem Umweltmanagementsystem (DIN EN ISO 14001) und dem »Eco Management and Audit Scheme EMAS«<sup>12</sup> zwei Zertifizierungssysteme zum Umweltmanagement in Unternehmen etabliert worden. Beide Arten von Umweltmanagementsystemen zielen auf eine stetige Verbesserung von Umwelleistungen ab und sind auf jegliche Organisationsarten anzuwenden. Der Hauptunterschied der beiden Umweltmanagementsysteme besteht aus unternehmensstrategischer Sicht darin, dass die ISO-Normenreihe 14000 weltweit gilt, wohingegen EMAS nur in Europa gültig ist.

Eine Möglichkeit zur Vorbereitung auf die Validierung nach EMAS bzw. die Zertifizierung nach der DIN EN ISO 14001 ist das ÖKOPROFIT-Konzept, welches ein umfassendes Umweltvorsorge- und Wirtschaftsförderungsprogramm darstellt. Dieses Konzept wurde in der österreichischen Landeshauptstadt Graz zunächst als ein Abfall- und Emissionsvermeidungsprojekt entwickelt und in 1998/1999 durch die bayerische Landeshauptstadt München auf deutsche Verhältnisse übertragen.

Für Immobilien gab es zu Projektbeginn verschiedene internationale, freiwillige Bewertungssysteme zur Zertifizierung der Nachhaltigkeit von Immobilien. Hierzu zählen u.a. das briti-

---

<sup>9</sup> z. B. PTV AG: map&guide professional 2009; LOCOM Software GmbH: XCargo

<sup>10</sup> z. B. Deutsche Post DHL: GoGreen CO<sub>2</sub>-Kalkulator, Umweltbundesamt: CO<sub>2</sub>-Rechner, Schweizer Non-Profit-Stiftung myclimate: myclimate Emissionsrechner

<sup>11</sup> Internationale Ökolabel sind beispielsweise: EU Umweltblume, Nordischer Schwan, Greenguard für emissionsarme Produkte

<sup>12</sup> vgl. EMAS-Verordnung 2009

sche BREEAM-Zertifikat<sup>13</sup>, das bereits seit zwanzig Jahren auf dem Markt ist, sowie das LEED-Zertifikat<sup>14</sup> des US Green Building Councils, welches 1998 eingeführt wurde. Die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB)<sup>15</sup> hat gemeinsam mit dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) 2008 ein deutsches Zertifizierungssystem entwickelt. Diese verschiedenen Systeme sind grundsätzlich auch auf Logistikimmobilien anwendbar, jedoch nutzen sie unterschiedliche Informationsquellen, Systematiken und Bewertungskriterien. Dadurch resultieren Bewertungsergebnisse in Abhängigkeit von dem gewählten System, die stark voneinander abweichen können. Entsprechend ihrer Definition fokussieren diese Ansätze den Immobilienbereich und lassen daher keine ganzheitliche Bewertung logistischer Systeme und Prozesse zu. Mit Blick auf die Ziele des Verbundprojekts bildeten sie jedoch die wesentliche Grundlage für den Bereich der Logistikimmobilien.

Das Verbundprojekt »Green Logistics« sollte einen wesentlichen Beitrag zur Fortentwicklung der genannten Umweltmanagementsysteme speziell für die ökologische Zertifizierung von Logistikdienstleistern leisten. Hinsichtlich dieses Anwendungsbereiches waren die beschriebenen Umweltmanagementsysteme als zu umfangreich bzw. als nicht geeignet zu bewerten. Dies liegt daran, dass die Zielsetzung solcher Systeme sehr weitreichend ist. Neben der Erfassung und Kontrolle der Umweltauswirkungen werden Verantwortlichkeiten, umweltgerechte Verhaltens- und Verfahrensweisen sowie Maßnahmen zur stetigen Verbesserung der Umweltleistung des Unternehmens betrachtet. Umweltmanagementsysteme weisen einen langfristigen Charakter auf, während die zu entwickelnde Methodik das Logistiknetzwerk über einen begrenzten Zeitraum ökologisch bewertbar machen sollte. Zudem sind die Managementsysteme auf die Rationalisierung der Umweltparameter innerhalb einer einzelnen Organisation ausgelegt und betrachten somit keine vernetzten Systeme, wie sie in den für das Verbundprojekt relevanten Einsatzbereichen der Logistikbranche anzutreffen sind.

## 4.2 Transport

Die Logistik war nach dem Handel und der Automobilindustrie mit 2,6 Millionen direkt Beschäftigten und einem Jahresumsatz von rund 200 Milliarden Euro zu Projektstart der drittgrößte Wirtschaftszweig des Landes.<sup>16</sup> Der Hauptteil des Energieverbrauches und der Emissionen in der Logistik entfiel auf den Transport von Gütern. Der Güterverkehr spielte im Rahmen der wirtschaftlichen Globalisierung eine wichtige Rolle und wurde u.a. vom internationalen Handel erheblich intensiviert<sup>17</sup>. In Deutschland waren werktäglich mehr als zwei Millionen Fahrzeuge für Transportzwecke unterwegs. Die Daten des Statistischen Bundesamtes zeigten, dass die Transportleistung stärker wuchs als das Bruttoinlandsprodukt.<sup>18</sup> Die bedeutendsten Verkehrsträger im Güterverkehr waren Straße, Schiene und Wasser: 72% der transportierten Güter bewegten sich über die Straße, 18% bewältigte die Schiene, gut ein Zehntel transportierte die Binnenschifffahrt. Auch der Gütertransport über das Meer hatte sich seit 1991 bis dato verdoppelt, der Containerumschlag in den deutschen Seehäfen nahezu vervierfacht.<sup>19</sup>

---

<sup>13</sup> vgl. BREEAM 2008

<sup>14</sup> vgl. LEED 2009

<sup>15</sup> vgl. DGNB 2008

<sup>16</sup> vgl. airliners.de 2009

<sup>17</sup> vgl. OECD 2010

<sup>18</sup> vgl. BVU 2007

<sup>19</sup> vgl. BAG 2007

Insgesamt hatte sich zwar bis dato die Menge der zu transportierenden Güter nicht vermehrt, jedoch hatten die Konzepte der Just-in-time Logistik mit verminderter Lagerhaltung vielfach zu kleineren und zeitsensibleren Sendungsgrößen geführt, die vielfach nur auf der Straße oder per Luftfracht möglich waren. Auch der Trend zum Internet-gestützten Direktvertrieb zum Endkunden mit kleineren und voluminöseren Sendungen zog eine Zunahme des Straßenverkehrs nach sich. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) erwartete, dass das Güterverkehrsaufkommen 2050 gegenüber 2010 um knapp die Hälfte zunehmen (von gut 3,7 Milliarden Tonnen auf dann fast 5,5 Milliarden Tonnen) und die Güterverkehrsleistung sich mehr als verdoppeln wird (von etwas weniger als 600 Milliarden Tonnenkilometer auf dann mehr als 1.200 Milliarden Tonnenkilometer).<sup>20</sup> Beim Verkehr wies die vorhandene Infrastruktur allerdings bereits Grenzen des Wachstums auf.

Die Umweltbelastungen bzw. der Energieverbrauch des Güterverkehrs hängt vom Zusammenspiel der Faktoren Transportvolumen (Güterbeförderungsleistung), Anteil der Verkehrsträger am gesamten Transportvolumen (Verkehrsträgerstruktur, »Modal Split«) und der Umwelt- bzw. Energieeffizienz der einzelnen Verkehrsträger ab. Während die Gesamtemissionen von Treibhausgasen in Deutschland in den letzten Jahren um ca. 16% reduziert werden konnten, blieben die Verkehrsemissionen konstant, womit deren relativer Anteil zugenommen hatte<sup>21</sup>. Hierbei spielte der Gütertransport eine wachsende Rolle. Seit 1998 verzeichnete der Güterverkehr mit 42% ein gegenüber dem Personenverkehr überproportionales Wachstum. Die größte Zunahme des bodengebundenen Güterverkehrs hatte dabei mit 48% der Straßengüterverkehr erfahren. Dies bedeutete, dass die Emissionen nicht allein mengenbedingt zunahmten, sondern auch durch die stattfindende Verlagerung auf den emissionsintensiveren Straßengüterverkehr.

Jeder Verkehrsträger hat prinzipiell charakteristische Stärken und ist unverzichtbar. Dabei ist unter energetischen Aspekten entscheidend, wie die Verkehrsträger in Abhängigkeit von ihrer Leistungsfähigkeit sowie Wirtschaftlichkeit, Transportsicherheit und Umweltverträglichkeit in Transportketten und -netzen miteinander kombiniert werden. Zu den Handlungsfeldern einer nachhaltigen Planung von Logistikprozessen gehören unter anderem die Verwendung von Managementsystemen, die Schulung der Mitarbeiter und die Schaffung von Anreizsystemen, ebenso wie die Planung von Mengenbündelungsstrategien durch Dispositions- und Transportplanung, die Nutzung von Frachtbörsen, der Einsatz der intermodalen Logistik, standortorientierte Maßnahmen sowie der Einsatz alternativer Antriebe sowie Kraftstoffe, die Verbesserung der Wirkungsgrade von Antriebsmotoren und die Leichtbauweise.

Dies spiegelte auch die vom Institut für Nachhaltigkeit in Verkehr und Logistik (INVL) durchgeführte Studie zu Begriffsverständnis, Bedeutung und Verbreitung »Grüner Logistik« in der Speditions- und Logistikbranche wider<sup>22</sup>. Knapp 90% der befragten Speditions- und Logistikunternehmen sehen ein großes bis sehr großes Potential für »Grüne Logistik« in der Modernisierung des Fuhrparks. In der Bündelung von Verkehren sehen ca. 80% großes bis sehr großes Potential. Die Durchführung von Fahrpersonalschulungen ist für 73% der Unternehmen mit einem großen bis sehr großen Potential verbunden. Bei der IT-basierten Tourenplanung schätzen 58% das Potential als groß bis sehr groß ein. In den Bereichen mit großem Umweltschutzpotential haben die befragten Unternehmen dementsprechend auch Maßnahmen ergriffen, so haben 80% der Unternehmen ihren Fuhrpark modernisiert, 90% verfolgen Konzepte zur Bündelung von Verkehren und Fahrpersonalschulungen werden bereits bei 70% der Unternehmen durchgeführt.

---

<sup>20</sup> vgl. BMVBS 2007

<sup>21</sup> vgl. UBA 2007

<sup>22</sup> vgl. INVL 2010

Daher wurde zu Projektbeginn erwartet, dass zukünftig die Anforderungen an den Güterverkehr zunehmend einen Beitrag zur Minderung von Energieverbrauch und Emissionen leisten werden. Dies könnte etwa durch die Integration des Verkehrssektors in das bestehende europäische System des Emissionshandels oder die Zulassung des Verkehrs zu JI-Projekten (Joint Implementation) erfolgen. Überdies können Anforderungen zur Dokumentation und zur Minderung von Emissionen auch seitens der Verlager und Endkunden (Carbon Footprint) an Bedeutung gewinnen. Es bestand daher bei den Unternehmen ein beträchtlicher Bedarf, Emissionen des Güterverkehrs für unterschiedliche Zwecke der Dokumentation (Umweltberichte, Kundenanforderungen, Emissionshandel) und zwecks systematischer Auswertung zur Ableitung von Minderungspotentialen zu erfassen. Sofern dies nicht nur für eigene interne Zwecke erfolgt, war eine methodische Angleichung erforderlich, damit entsprechende Daten vergleichbar und miteinander verrechenbar sind.

### 4.3 Intralogistik

Der Energieverbrauch ist die entscheidende Stellgröße in der ökologischen Bewertung und Optimierung logistischer Prozesse. Unter Berücksichtigung einer gewissen Unschärfe durch die Verallgemeinerung von logistischen Prozessen verteilt sich der Gesamtenergieverbrauch zu 75% auf den Transportbereich und zu 25% auf die Intralogistik<sup>23</sup>. Wiederum unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs als der entscheidenden Kenngröße zur Bewertung der Intralogistik beziffert Prof. Günthner<sup>23</sup> den Verbrauch für Förder-, Lager- und Kommissioniertechnik mit nahezu 50%, den Bereich Heizungs- und Klimatechnik mit 35% und ca. 15% für Beleuchtung. Diese Kennzahlen können sich je nach Art der Logistikimmobilie anteilig verschieben. So hat z. B. ein zentrales Umschlaglager mit einem hohen Anteil manueller Transportprozesse und einem hohen Kommissionieranteil und damit verbundenen kleinvolumigen, innerbetrieblichen Transportvorgängen einen sehr viel höheren anteiligen Energieverbrauch im Bereich Förder- und Lagertechnik als ein Hochregallager, welches z. B. den Nachschub für eine Produktionsstätte zu gewährleisten hat bzw. als Fertigwarenlager für die Produktion dient. Auf der anderen Seite steht bei einem temperaturgeführten Lager z. B. in der Pharmaproduktion oder im Lebensmittelfrischbereich die Klimatisierung als Hauptenergieverbraucher im Fokus. In der bisherigen Betrachtung der ökologischen bzw. nachhaltigen Logistik war die Logistikimmobilie (Gebäudetechnik) sowohl auf normativer als auch technologischer Ebene i.d.R. von den intralogistischen Prozessen (Förder-, Lager- und Kommissioniertechnik) entkoppelt. Es fanden sich in der Literatur und auch in der Darstellung realisierter Anwendungen bis dato keine Beispiele für eine integrative Behandlung.

Die Debatte um Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz hatte seit einigen Jahren auch den Bereich der intralogistischen Prozesse erreicht. In verschiedenen Studien<sup>24</sup> wurde ein Einsparpotential von bis zu 30% durch den Einsatz konsequenter Energiespartetechnologie im Bereich der Förder- und Umschlagtechnik vorhergesagt. Analog der Vielfalt der logistischen Prozesse stellten sich auch die technischen Lösungsansätze unterschiedlich dar:

- Energierückgewinnung und Einspeisung bei Abbremsvorgängen von Regalbediengeräten. Hier boten Hersteller wie z. B. die Fa. Dematic oder die Fa. PSB Intralogistics Energierückspeisemodule an.
- Das Dematic Multi Shuttle System als Alternative zu einem klassischen Regalbediengerät (RBG) in einem automatischen Kleinteilelager benötigte aufgrund seines extrem guten Leistungsgewichts von 2:1 (Fahrzeuggewicht zu Lastgewicht) im Vergleich zu

---

<sup>23</sup> vgl. Günthner 2009

<sup>24</sup> vgl. Lange 2008 und Copper VRA 2004

einem »klassischen« RBG mit einem Leistungsgewicht von 20:1 ein Zehntel der Antriebsenergie aufgrund der geringeren zu beschleunigenden Massen.

- Die Forbo Siegling GmbH, Hannover, hatte ein neues Transportband mit dem Namen Amp Miser™ auf den Markt gebracht, das den Energieverbrauch um bis zu 37% senkte. Eine spezielle Gleitschicht an der Unterseite der Transportbänder, die wie ein »trockenes Schmiermittel« wirkt, senkte die Reibung und damit den Energiebedarf. Somit konnten bei den Anlagen kleinere Antriebsmotoren eingesetzt werden.
- In Stetigförderanlagen konnten durch »run on demand«, den Einsatz regelbarer Antriebe und den Verzicht auf pneumatische Pusher erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden.
- Für die Unstetigförderer (Stapler, Elektrogabelhubwagen,...) ergaben sich die größten Einsparpotentiale durch die Vermeidung der Fahrten (nach Untersuchungen der PSI Logistik waren bis zu 30% der Fahrten vermeidbar) bzw. Reduzierung der Leerfahrten (nach Angaben der Locanis AG waren 75% aller Staplerfahrten ohne Last). Dies wurde durch systemgestützte Staplerleitsysteme ermöglicht.
- Mittelfristig war eine Steigerung der Energieeffizienz um 25% durch technische Maßnahmen möglich. Technische Maßnahmen waren: Hybridantriebe, reibungsarme Kraftübertragung in Getriebe und Hubgerüst, Reduzierung des Rollwiderstands der Reifen, Einsatz von Direktantrieben, Einsatz von Lithium-Ionen Batterien<sup>25</sup>

Während schon zu Projektstart von Green Logistics ein Teil dieser technischen Ansätze schon im Regelbetrieb eingesetzt wurden (Energierückgewinnung, Staplerleitsysteme, Multi Shuttle-System) befanden sich andere Systeme noch in der technischen Entwicklung und Erprobung. Eine integrative Anwendung dieser Lösungsansätze im Sinne einer ganzheitlichen Umsetzung ökoeffizienter Technologien war bis dato nicht bekannt. Ein weiteres erhebliches Effizienzpotential wurde in der systemischen Unterstützung der Prozesse gesehen. Der Einsatz moderner Warehouse-Managementsysteme berechnet optimale Wegstrecken zur Reduzierung von Leerfahrten z. B. eines Regalbediengerätes oder eines systemgeführten Staplers. Ebenso reduziert die regelmäßige bedarfsgerechte Klassifizierung (ABC-Klassen) der Artikelstandorte in einem Lager die Transportwege bei Ein- und Auslagerprozessen. Die softwareseitige Unterstützung bei Kommissionier- und Packprozessen kann ganz erheblich Leervolumen in Packstücken, Lade- und Transporteinheiten reduzieren. In Verbindung mit Tourenplanungsinstrumenten ist eine durchgängige Optimierung der Lieferkette möglich.<sup>26</sup>

#### 4.4 Logistikkimmobilien

Zu Projektstart schätzen Experten den Anteil der durch Logistikkimmobilien verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen auf 332 Mio. t jährlich<sup>27</sup>. Dies entsprach einem Anteil von ca. 11% an den Gesamtemissionen der Logistik.<sup>28</sup> Nachfolgend werden die zu Projektbeginn bekannten technischen und organisatorischen Ansätze zur Ressourceneinsparung im Bereich von Logistikkimmobilien dargestellt.

---

<sup>25</sup> vgl. Bruns 2009

<sup>26</sup> vgl. Clausen, Deymann 2009

<sup>27</sup> vgl. Simchi-Levi 2008

<sup>28</sup> vgl. EIA 2009

Für das Thema Gebäude und Gebäudetechnik bestand ein hoher technologischer Entwicklungsgrad für den Einsatz energieeffizienter Heizungs- und Lüftungstechnik, Einsatz von Wärmedämmung, Nutzung von Tageslicht, Einsatz regenerativer Energie, Verwendung nachwachsender und recyclingfähiger Baustoffe. Dieser wurde bei der Errichtung und dem Betrieb von Logistikimmobilien wenn überhaupt nur in Ansätzen genutzt.

Aufgrund des sehr hohen Luftvolumens in Logistikimmobilien standen Heizkosteneinsparungen sowie die Verringerung der Wärmeverluste durch die riesigen Fassaden- und Dachflächen bei der Wahl der richtigen Systeme und Materialien im Vordergrund. Standardmäßig wurden direktbefeuerte Gasdunkelstrahler (Strahlungsheizung) und Deckenluftheritzer verwendet. Aufgrund der günstigeren Verbrauchszahlen kamen immer häufiger Fußbodenheizung und Deckenstrahlplatten in Kombination mit Wärmepumpe, Geothermie, Solarzellen oder Biomassekraftwerken zum Einsatz. Sollte zudem eine Lüftungsanlage erforderlich sein, konnten diese mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet werden. Für die Kühlung oder spezielle Temperaturführungen konnten Systeme mit Energierückgewinnung und/oder Wärmepumpen den Energieverbrauch reduzieren. So boten sich die Dachflächen für den Aufbau einer Photovoltaikanlage an, waren jedoch oftmals auch beim Bau neuer Hallen nicht mit den erforderlichen statischen Reserven bestimmt. Bei einer geeigneten Ausrichtung der Fassadenflächen konnten durch integrierte Lüftungsleitungen die Einstrahlenergie der Sonne zur Wärmerückgewinnung der durch diese Röhren strömenden Luft genutzt werden.

Die Optimierung der Lagerbeleuchtung konnte durch Dämmerungsschalter, Bewegungsmelder, Zeitschaltuhren, gezielter Einsatz von Lichtkuppeln in personenintensiven Bereichen, energieeffiziente Beleuchtungssysteme (T5 und T8 Energiesparlampen) erreicht werden.

Der Wasserverbrauch konnte durch getrennte Wasserkreisläufe (Frischwasser und Brauchwasser) und eine Auffang- und Sammelvorrichtung für das Dachflächenwasser erheblich reduziert werden. Ebenso boten die Integration von Büroflächen in das Logistikgebäude Potentiale zur synergetischen Nutzung der Wärme- und Energiekreisläufe des Gesamtkomplexes.

Umsetzungsbeispiele dieser technologischen Lösungsansätze zeigten, dass sich hierüber auch Reduzierungen der Betriebskosten von  $> 1 \text{ €/m}^2 \text{ p.a.}^{29}$  erzielen ließen.

Die planerische Herausforderung und vielleicht einer der Hauptgründe für den bis dato relativ geringen Einsatz dieser Technologien bestand in der Komplexität und den Wechselwirkungen der verschiedenen Maßnahmen untereinander und der Berücksichtigung wechselnder Nutzungen der Logistikimmobilie über ihren gesamten Lebenszyklus.

## 5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

### Projektübergreifende Zusammenarbeit im EffizienzCluster Logistik Ruhr

Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik vertrat in seiner Funktion als Projektkoordinator das Konsortium Green Logistics bei der Entwicklung des Leitthemas »Umwelt im Fokus« des EffizienzClusters LogistikRuhr. Hierbei sowie darüber hinaus tauschte sich das Fraunhofer IML kontinuierlich mit anderen **EffizienzCluster-Projekten** aus: »Tray Cycling, Logistics for Urban Mining« (TraCy), »Resource-Efficient Maintenance Logistics« (ResIH), »Sustainable Sourcing Excellence« (SSE), »Multimodal Promotion« sowie »Urban Retail Logistics«. Der Fokus des Austauschs und der Diskussion lag insbesondere bei methodischen Ansätzen rund um die ökologische Bewertung von Logistiksystemen und -prozessen sowie in den inhaltlichen und organisatorischen Schnittstellen der Projekte (z. B. Best Prac-

---

<sup>29</sup> vgl. Brexel 2010

tices, Kennzahlen, Kommunikation). Die Beteiligten erhielten Einblick in bereits erarbeitete Inhalte und konnten diese – sofern sinnvoll – in ihre eigenen Arbeiten integrieren.

Im Falle des Projektes »Multimodal Promotion« erfolgte ferner ein Austausch bzgl. der ökonomischen Bewertung intermodaler Verkehre. Die in »Multimodal Promotion« entwickelte Systematik wurde in »Green Logistics« (Fallstudie ecoModal B) übernommen.

### **Fokus Methodenentwicklung zur ökologischen Bewertung**

Darüber hinaus haben sich die Projektpartner mit nachfolgenden Projekten bzw. Institutionen hinsichtlich der Entwicklung einer ganzheitlichen ökologischen Bewertungsmethode für Logistikdienstleistungen ausgetauscht bzw. haben in den genannten Gremien/Arbeitsgruppen teilgenommen:

- AiF-Forschungsprojekt »Das CO<sub>2</sub>-neutrale Logistikzentrum« (TU München)<sup>30</sup> und Firma Jungheinrich:  
Im Rahmen der Systemdefinition wurden Untersuchungsergebnisse zur ökologischen Bewertung von Logistikstandorten mit Fokus auf Intralogistik ausgetauscht. Hierbei wurden insbesondere die Vorkettenbetrachtung von Intralogistikelemente diskutiert und die Ergebnisse der jeweils betrachteten Elemente ausgetauscht.
- Schmidt-Gevelsberg hat als Partner der Stückgutkooperation CargoLine in den Jahren 2012 bis 2014 einen CargoLine Arbeitskreis mit initiiert und methodische Fragestellungen in die jeweiligen Diskussionsrunden einbringen und abgleichen können.
- EU-Forschungsprojekt »COFRET« (Dt. Forschungszentrum Luft- und Raumfahrt DLR; TU Dortmund, Institut für Transportlogistik, u.a.)<sup>31</sup>:  
Es wurden mehrmals die Zwischenergebnisse der Projekte mit Fokus Methodenentwicklung in bilateraler Runde (TU Dortmund, Fraunhofer IML) ausgetauscht. Ferner nahm das Fraunhofer IML an einer abschließenden »Befragung zu Ergebnissen des EU-Projektes COFRET« sowie an zwei Veranstaltungen des COFRET-Projektkonsortiums teil. Aus diesem Austausch ergab sich die weitere Zusammenarbeit bzgl. Global Logistics Emission Council sowie IWA 16 (siehe unten).
- EU-Forschungsprojekt »Green Efforts« (Fraunhofer CML; Jacobs Universität, u.a.)<sup>32</sup>:  
Es wurden die Zwischenergebnisse der Projekte mit Fokus der ökologischen Bewertung von Logistikstandorten (insb. Häfen) ausgetauscht. Diese Gespräche werden aktuell im Rahmen des Global Logistics Emission Council weitergeführt.
- Clean Cargo Working Group (CCWG)<sup>33</sup>:  
Es fanden Gespräche zur ökologischen Bewertung von Seefrachttransporten (Fokus Container) statt. Hierbei wurde insbesondere geprüft, inwiefern die im Rahmen von CCWG erarbeiteten Inhalte in der Green Logistics Methode (kennzahlenbasierter Berechnungsansatz) integriert werden können. Im Ergebnis wurden die Kennzahlen zu relationsbezogenen Containertransport in die Green Logistics Methode aufgenommen.
- GreenFreight Europe (GFE)<sup>34</sup>:  
Einige Green Logistics Partner sind Mitgliedsunternehmen der Initiative. Das Fraun-

<sup>30</sup> [http://www.fml.mw.tum.de/fml/index.php?Set\\_ID=901](http://www.fml.mw.tum.de/fml/index.php?Set_ID=901)

<sup>31</sup> <http://www.cofret-project.eu/>

<sup>32</sup> »Green and Effective Operations at Terminals and in Ports«, <http://www.green-efforts.eu/>

<sup>33</sup> <http://www.bsr.org/en/collaboration/groups/clean-cargo-working-group>

<sup>34</sup> <http://www.greenfreighteurope.eu/>

hofer IML beteiligt sich seit der Startphase der Initiative an den Diskussionsrunden zum Themenfeld »Ecolabel« und ist Mitglied im Scientific Board.

- Global Logistics Emission Council (GLEC)<sup>35</sup>:  
Das Fraunhofer wurde als wissenschaftlicher Partner bereits in der Gründungsphase (Dezember 2013) zu den Diskussionsrunden eingeladen. Das Institut beteiligt sich aktuell an der GLEC-Arbeitsgruppe zu Logistikstandorten, in welcher die Green Logistics Ergebnisse Eingang finden.
- Arbeitsausschuss zum Norm-Entwurf DIN EN 16258<sup>36</sup>:  
Einige Green Logistics Partner brachten sich in die Diskussionen zum Normentwurf ein.
- International Workshop Agreement (IWA) 16<sup>37</sup>:  
Im Frühjahr 2014 wurde der IWA-Prozess zu »International harmonized method(s) for a coherent quantification of CO2e emissions of freight transport« gestartet. Einige der Partnerunternehmen beteiligten sich an den im Rahmen des IWA-Prozesses vorgesehenen drei Arbeitstreffen (August bis November 2014 in Berlin) und den damit einhergehenden Feedbackrunden zu Arbeitsdokumenten. Die Green Logistics Methode wurde mit Fokus Logistikstandorte als einer von drei sogenannten Startpunkten in die Lückenanalyse aufgenommen und wird in dem durch die Internationale Standardisierungsorganisation ISO veröffentlichten Dokumentation zu IWA 16 referenziert.
- Greenhouse Gas Protocol<sup>38</sup>:  
Die Green Logistics Methode zur ökologischen Bewertung von Logistikdienstleistungen wurde in Anlehnung an das international anerkannte Greenhouse Gas Protocol entwickelt. Bereits 2013 wurden Diskussionen zur branchenspezifischen Interpretation des THG-Protokolls und dessen Übertragung in die Green Logistics Methode initiiert. Diese Abstimmung wird aktuell zwischen dem Fraunhofer IML und dem World Resources Institute fortgesetzt.

Darüber hinaus wurden die Experten der partnerspezifischen Fachabteilungen und deren Expertennetzwerk in die Diskussionen eingebunden, wie z. B. der Konzernbereich »DB Umwelt« (ehemals DB Umweltzentrum) und deren Schnittstelle zu den Fachinstituten IFEU-Institut und Öko-Institut.

### **Fokus Ist-Aufnahme von Systemen zur ökologische Bewertung**

Für die Erstellung der aktuellen Informations- und Datenbasis über die am Markt befindlichen Datenquellen/ -banken sowie Softwaresysteme (nachfolgend »Systeme«) für die Anwendungsbereiche Transport, Intralogistik und Logistikimmobilie wurden Steckbriefe zu den jeweiligen Systemen erarbeitet (siehe auch Kapitel 0 in Teil II) und mit den jeweiligen Anbietern/Entwicklern diskutiert und von ihnen freigegeben. Die Ergebnisse wurden in einer Dokumentation »Softwaretools und Datenbanken der ökologischen Bewertung. Marktübersicht, Systematisierung und Vergleich«<sup>39</sup> veröffentlicht.

In diesem Zusammenhang wurde unter Federführung des Fraunhofer IML eine Vergleichsrechnung »Straßentransport« unter Verwendung ausgewählter Bewertungstools durchge-

---

<sup>35</sup> <http://www.theglec.org/>

<sup>36</sup> vgl. DIN EN 16258

<sup>37</sup> vgl. IWA 16:2015

<sup>38</sup> <http://www.ghgprotocol.org/>

<sup>39</sup> vgl. Rüdiger 2011a

führt (siehe auch Kapitel 0 in Teil II). Die Berechnungsergebnisse zum Bewertungstool ecoTransIT wurden mit dessen Entwicklungsteam intensiv diskutiert und unerwartete Detailkenntnisse weitergehend analysiert. Dieses resultierte in der Identifikation einer Ungenauigkeit in der Routenführung in der bis dato vorliegenden Version von EcoTransIT. Diese Ungenauigkeit wurde mittlerweile durch die Entwickler behoben.<sup>40</sup>

### **Fokus Strommessungen**

Das Fraunhofer IML hat Strommessungen an logistischen Anlagen (AP 4) bei folgenden externen Partnern durchführen können: Contargo, Lödige, Werner & Mertz. Auch fand eine Zusammenarbeit mit der TU Dortmund (Institut für Transportlogistik)<sup>41</sup> bzgl. der Vermessung von Portalkränen an weiteren Standorten externer Partner statt. Die Ergebnisse fanden Eingang in die Erkenntnisse zur verbrauchsspezifischen Aufteilung des Stromverbrauchs an Logistikstandorten (siehe Kapitel 1.3 in Teil II) sowie in die Arbeiten der Fallstudie ecoHub (siehe Kapitel 1.12 in Teil II).

### **Fokus Fallstudie »ecoFleet«**

Im Rahmen der Fallstudie **ecoFleet** hat das Fraunhofer IML federführend eine »Studie zu alternativen Antriebsformen im Straßengüterverkehr - Status Quo und Entwicklungsperspektiven«<sup>42</sup> durchgeführt (siehe Kapitel 0 in Teil II). In dieser sind neben einer Umfrage zu den Leitfragen

- Wie stehen Sie bzw. Ihr Unternehmen zum Thema alternative Antriebe und Kraftstoffe im Straßengüterverkehr?
- Gibt es aus Ihrer Sicht schon marktfähige Alternativen zum reinen Diesel-Antrieb?

auch Praxisbeispiele von Unternehmen enthalten. In diesem Zusammenhang wurden 40 ausgewählte Unternehmen befragt und in Summe 15 Experteneinschätzungen in die Auswertung aufgenommen.

### **Fokus Fallstudie »ecoTrack«**

Für das Arbeitspaket 2.7 wurde ein kontinuierliches Tracking der Emissionen einer Sendung im Stückgut-Logistiknetz gefordert. Auch im Arbeitskreis der CargoLine wurde intensiv über sinnvolle Berechnungsstrategien von Treibhausgasemissionen diskutiert, wobei letztlich für eine jährliche Verbrauchserhebung gestimmt wurde. Diese unterschiedlichen Ansätze hat Schmidt-Gevelsberg bei seinen Untersuchungen von »ecoTrack« einander gegenüberstellen können (siehe hierzu auch Teilbericht des Projektpartners Schmidt-Gevelsberg).

### **Fokus Fallstudie »ecoPlan«**

Im Rahmen der Fallstudie ökoeffiziente Tourenplanung arbeitete UPS projektübergreifend mit dem Unternehmen Olaf Lange Dreiradbau und seinen Projektpartnern zusammen, wobei die Entwicklung eines neuen E-Lastenfahrrads für die Paketlogistik im Fokus stand. Darüber hinaus fand eine sehr enge Kooperation mit Kommunen statt, um die Umsetzung der Fallstudien durchführen zu können. Exemplarisch seien hier die entsprechenden Stellen der Stadt Dortmund und Hamburg genannt.

---

<sup>40</sup> persönliche Info EcoTransIT an Fraunhofer IML

<sup>41</sup> AiF-Forschungsprojekt »CO<sub>2</sub>-Methodenbaukasten« Teil 1 & 2

<sup>42</sup> vgl. Clausen und Rüdiger 2014

## **Fokus Fallstudie »ecoHub«**

Während der Bearbeitung der Fallstudie »ecoHub« wurden verschiedene Markt- und Technologierecherchen durchgeführt sowie aktuelle Trends mit Entwicklern und Anbietern ressourceneffizienter Technologien und Produkte diskutiert. Dabei wurden u.a. nachfolgende Unternehmen aus dem Netzwerk der GreenLogistics Partner eingebunden:

- Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB)
- BREMER, Goldbeck, Köster und andere GU's aus dem Bauhauptgewerbe nebst Nachunternehmer im Rahmen der Bewertung des ökologischen Baukasten
- Veko Lightsystems, Trilux und andere Hersteller und Planer von LED Beleuchtung im Rahmen der Technologiestudie zur Beleuchtung von Logistikimmobilien
- Firma Jungheinrich, Linde und Still: Austausch und Diskussion von jeweiligen Ergebnissen zur ökologischen Bewertung von Flurförderzeugen und Batterieladesystemen
- SAG, Tauber Solar und weitere Anbieter/Hersteller von PV-Anlagen im Zuge der Untersuchungen und umgesetzten Projekte innerhalb der FIEGE Gruppe
- H-TEC SYSTEMS GmbH, Siemens AG und Mercedes-Benz Cars R&D im Rahmen der Erstellung eines Master-Konzeptes einer nachhaltigen Plus-Energie Immobilie wurde die Umwandlung elektrischer (Solar) Energie über einen Elektrolyseur in Wasserstoff

## II. Eingehende Darstellung

### 1 Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse

Nachfolgend werden die Einzelergebnisse des Verbundvorhabens Green Logistics vor dem Hintergrund des beantragten Arbeitsplans zusammenfassend dargestellt. Dies erfolgt aus Sicht des Gesamtprojektes und verfolgt somit eine übergeordnete Ausführung, welche sich an der Arbeitspaketstruktur orientiert. Wo inhaltlich sinnvoll, wurden Arbeitspakete zusammengefasst. Für detailliertere Ergebnisdarstellungen wird zudem auf die jeweiligen Schlussberichte der Partner oder andere Teilberichte, welche im Rahmen von Green Logistics erarbeitet wurden, verwiesen. Die jeweilige Arbeitsteilung im Konsortium in den Arbeitspaketen ist zur besseren Orientierung in den jeweiligen Abschnitten vorangestellt.

#### 1.1 Bestands- und Anforderungsaufnahme

Die geplanten Arbeiten zu den Fallstudien (AP 2 & 3), der ökologischen Bewertungsmethode und dem ökologischen Bewertungsbaukasten (AP 4) sowie dem Zertifizierungssystem (AP 5) erforderten eine einführende umfassende Analyse vorhandener Arbeiten sowie methodischer und technischer Ansätze in diesem Bereich. Ziel des Arbeitspakets AP 1 war daher, sowohl den aktuellen Bestand aufzunehmen als auch Anforderungen von Seiten der geplanten Projektziele zu definieren, so dass - im Abgleich beider - vorhandene Lücken und Schwachstellen identifiziert werden konnten.

Tabelle 2: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 1

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
DB Mobility Logistics, Deutsche Post, Fiege Deutschland, Goodman/Arcadis, Lufthansa Cargo, Schmidt-Gevelsberg, TÜV Rheinland, UPS, Vanderlande Industries	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherchen &amp; Bereitstellung von Informationen für Fallstudien, ökologische Bewertung &amp; Zertifizierung (mit partnerspezifischen Schwerpunkten)</li> <li>• Definition der Anforderungen an die ökologische Bewertung und IT-Unterstützung</li> <li>• Identifizierung relevanter Parameter für die Bewertungsmethode</li> </ul>
Wuppertal Institut, Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherchen &amp; wissenschaftliche Begleitung</li> <li>• Systematisierung der relevanten Ansätze</li> <li>• Grundlage zur Erfassung relevanter Parameter (AP 4.2, 4.3)</li> </ul>

#### Morphologischer Kasten für ökologische Lösungen

Bereits vorhandene ökologische Lösungen für Logistikprodukte und -dienstleistungen wurden für die Anwendungsbereiche

- Transport und Umschlag (Straße, Schiene, Luft, Wasser),
- Logistikimmobilie (Konstruktion, Gebäudehülle, Haus-, Sicherheitstechnik, Energieerzeugung, -speicherung) sowie
- Intralogistik (Lager-, Förder-, Sortiertechnik)

recherchiert, bewertet und in Form eines morphologischen Kastens systematisiert. Abbildung 5 zeigt eine exemplarische Darstellung des morphologischen Kastens für den Bereich Intra-

logistik. Der morphologische Kasten fand Eingang in die Referenzstruktur für den zu entwickelnden ökologischen Bewertungsbaukasten (AP 4).

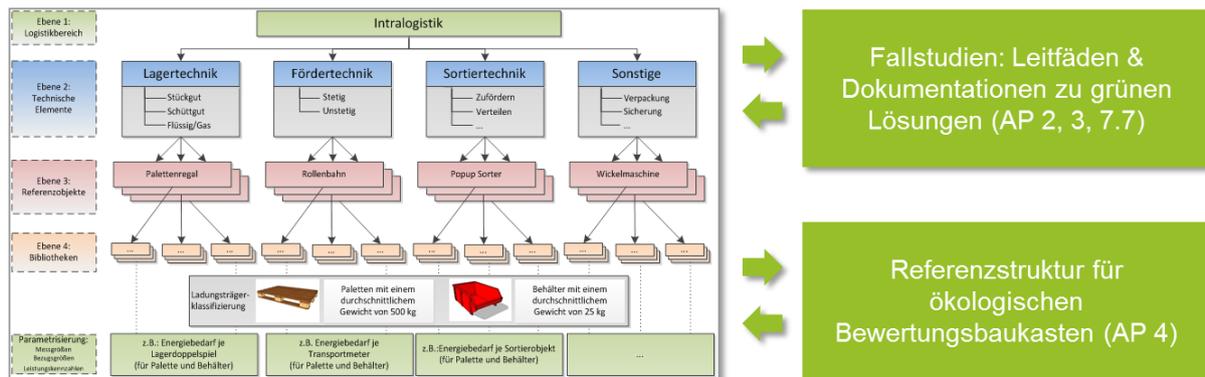


Abbildung 5: Entwicklung eines morphologischen Kastens für Transport, Umschlag und Logistikstandorte (Quelle: Green Logistics)

Ferner wurden folgende Technologierecherchen in Teilberichten dokumentiert und auf der Green Logistics Internetseite<sup>43</sup> veröffentlicht:

- Beleuchtung von Logistikimmobilien (inkl. intelligente Lichtsteuerung)
- Nachhaltigkeitsbewertung des Einsatzes von Gebäudetechnik in Logistikimmobilien
- Ressourcenneutrale Logistikimmobilie: Technologierecherche Gebäude
- Benchmarkreport Hallenimmobilien: Instandsetzungskosten von Industrieimmobilien in Abhängigkeit von Lebenszykluskosten

### Ist-Situation ökologische Bewertung

Der im Rahmen des Projekts zu entwickelnde Bewertungsbaukasten (AP 4) erforderte eine aktuelle Informations- und Datenbasis über die am Markt befindlichen ökologischen Bewertungsverfahren, Datenquellen/ -banken sowie Softwaresysteme (nachfolgend »Systeme«) für die Anwendungsbereiche Transport, Intralogistik und Logistikimmobilie.

Die zu untersuchenden Fragestellungen waren dabei u.a.

- Welche Teilaspekte der Logistik (Referenzprozesse) werden durch das jeweilige System betrachtet?
- Welche ökologischen Bewertungsgrößen (z. B. Emissionen) werden betrachtet?

Darüber hinaus wurden übergeordnete Fragestellungen wie Zielsetzung, Zielgruppe, Aktualität und Verfügbarkeit der jeweiligen Systeme aufgenommen.

Unter ökologischen Bewertungsverfahren werden all jene Methode, Normen, Standards und Leitfäden verstanden, welche prinzipiell für die ökologische Bewertung von Logistikprozessen, -dienstleistungen und -systemen entwickelt worden oder ggf. aus anderen Anwendungsbereichen auf die Logistik übertragbar sind. Zudem werden Datenquellen/ -banken sowie Softwaresysteme betrachtet: Während konventionelle Datenbanklösungen lediglich Basiswerte und -annahmen strukturiert auflisten und i. d. R. keine Berechnungsverfahren enthalten, können Softwarelösungen sowohl auf eine integrierte Datenbank als auch auf ex-

<sup>43</sup> vgl. <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

terne Datenbanken zurückgreifen. In jedem Falle geben Softwarelösungen ein oder mehrere Berechnungsvorschriften vor.

Tabelle 3: Übersicht über bewertete ökologische Bewertungsverfahren, Zertifizierungssysteme, Datenbank- und Softwarelösungen

<b>Ökologische Bewertungsverfahren, Zertifizierungssysteme</b>	ISO 14040/44, ISO 14065, ISO 14064 Teil 1-3, ISO 14067, ISO 14025, ISO 14031, EN 16258, THG Protokoll Scope 3, Decree 2011-1336, PAS 2050, LEED, BREEAM, DGNB, EMAS (ISO14001), EnMS (ISO 50001), DSLV-Leitfaden, Odette, EUP-Richtlinie
<b>Datenbanklösungen</b>	AirConLCA, Athena Impact Estimator Database, CML-IA, Contargo Binnenschifffahrtsdaten, Copert 4 Database, CPM LCA Database, DEAM Database, DIM Database, E3IOT, Ecodesign X-Pro Database, Ecoinvent, Ecological Footprinter, EEA EMEP (Corinair) Studien, EIME, ELCD, EMPA, GaBi Database, GEMIS, German Network on Life Cycle Inventory Data (LCI data), HBEFA, ICF Tool, IMO GHG Studien, KCL EcoData, MFA Sostenipra, Planco Studie, ProBas, SirAdos, The Boustead Model Database, TREMOD Database, Umberto Database, Umweltkennzahlen, US Life Cycle Inventory Database, VerkehrsRundschau Leitfaden
<b>Softwarelösungen</b>	4flow vista, AIST-LCA, Athena Impact Estimator Software, BEES , Citair (Mobilev-Modul), CMLCA, Copert 4 Software, Earthster 2 Turbo, Eco-Bat, ECODESIGN X-Pro Software, EcoQuantum, EcoTRANSIT World, EPD, Equer, EuPmanager, eVerDEE, GaBi Software, JEMAI-LCA Pro, LCAManager, LEGEP, LESOSAI, LTE OGIP, Marco Polo II Calculator, Map&Guide professional, NTMcalc, openLCA framework, REGIS, SimaPro, Sloopool - Demolition Tool, TEAM Software , The Boustead Model Software, TREMOVE, Umberto Software

Die betrachteten Systeme (Tabelle 3) wurden einerseits systematisch dokumentiert und andererseits hinsichtlich ihrer Eignung in dem Projekt »Green Logistics« geprüft.

In Summe wurden 18 ökologische Bewertungsverfahren und Zertifizierungssysteme untersucht. Eine zusammenfassende Beurteilung ist in Kapitel 4.1 (Teil I) aufgeführt und wurde in 2013 veröffentlicht<sup>44</sup>.

Die Bestandsaufnahme zu Datenquellen/ -banken sowie Softwaresysteme zur ökologischen Bewertung erfolgte zweistufig (siehe Abbildung 6): Mittels einer Grobanalyse wurden in einem ersten Schritt die generell am Markt verfügbaren Systeme aufgenommen und mittels eines Steckbriefes systematisch beschrieben und hinsichtlich ihrer Relevanz bewertet. Anschließend wurden ausgewählte Systeme detailliert analysiert. Ergänzt wurde die Detailanalyse durch ein Anwendungsbeispiel, welches eine ökologische Bewertung von Partnerrelationen (Straßentransport) mittels ausgewählter Softwaretools und Datensätze umfasst.

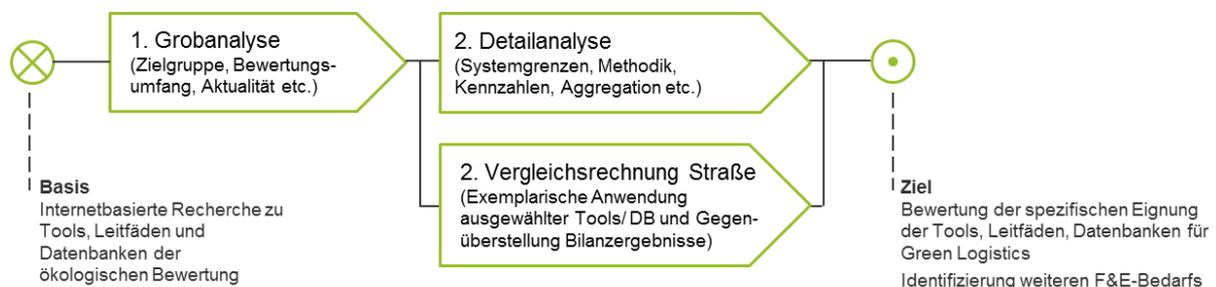


Abbildung 6: Vorgehensweise für die Bestandsaufnahme aktueller Datenbanken und Softwaresystemen<sup>45</sup>

<sup>44</sup> vgl. Dobers et al. 2013

<sup>45</sup> vgl. Rüdiger 2011a, S. 11

Eine detailliertere Darstellung der durchgeführten Marktanalyse, Systematisierung und Vergleich der Datenbank- und Softwarelösungen wurde in Rüdiger 2011a und 2011b veröffentlicht. Ferner wurden die Ergebnisse der Detailanalyse (siehe Tabelle 4) in Rüdiger et al. 2012b sowie Schostok 2013 zusammengefasst.

Tabelle 4: Softwaretools und Datenbanken der Detailanalyse

							
HBEFA 3.1	x						Rüdiger et al. 2012b
EcoTransIT World	x	x	x	x	x		
Map&Guide Professional	x						
VerkehrsRundschau Sonderbeilage 2011	x						
CPM		x					
IMO GHG Study			x				
Contargo				x			
Planco				x			
EEA EMEP					x		Schostok 2013
EMPA						x	
Ökobau.dat						x	
Ecoinvent						x	
Legep						x	
Athena Impact Estimator						x	
ZUB Helena® Ultra						x	

Zur Verdeutlichung der potentiellen Ergebnisunterschiede bei der Nutzung verschiedener Softwarelösungen wurde anhand von Realdaten der Partner Deutsche Post DHL, UPS und Schmidt-Gevelsberg für die Relationen vom Ruhrgebiet nach Süddeutschland bzw. Norditalien eine Vergleichsrechnung »Straßentransport« durchgeführt. Es zeigten sich deutliche Unterschiede, mit einer Schwankungsbreite von +42% bis -14% im Vergleich zu einer Bewertung mit HBEFA 3.1, welche als die derzeit aktuellste und differenzierteste Datenbank zur Bewertung des Straßenverkehrs gilt (siehe Abbildung 7).

Eine detaillierte Darstellung der Vergleichsrechnung für den Straßentransport kann Rüdiger et al. 2012a bzw. dem Green Logistics Schlussbericht des Fraunhofer IML entnommen werden.

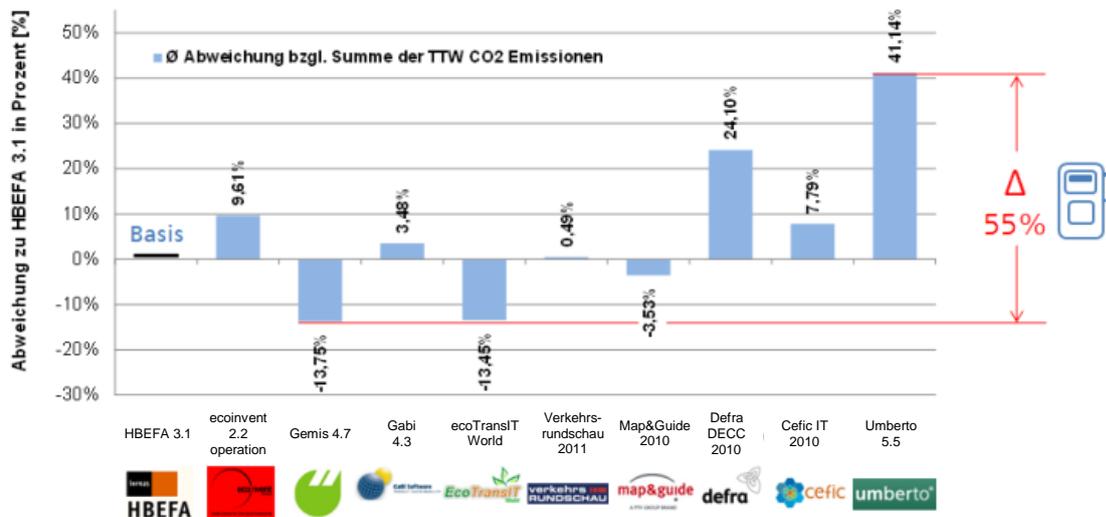


Abbildung 7: Ist-Situation ökologische Bewertung; Vergleichsrechnung »Straßentransport«<sup>46</sup>

## Stand des EU-Emissionshandels mit Fokus Logistik

Der europäische Emissionshandel stellt ein klimapolitisches Instrument dar, welches zu Beginn des Projektes Green Logistics diskutiert wurde, auf die Logistik auszuweiten. Die Anforderungen, welche aus der Integration der Logistik in den Emissionshandel resultieren würde, sollten in einer Teilstudie herausgestellt werden.

In der Teilstudie<sup>47</sup> wurden einführend die allgemeinen Grundlagen des Emissionshandels dargestellt. Die Ausführungen zum aktuellen Stand des EU-Emissionshandels umfassten die Entwicklungen für stationäre Anlagen, Tendenzen der Weiterentwicklung, Projekte im Rahmen von Clean Development Mechanism und Joint Implementation sowie der Stand des EU-Emissionshandels im Luftverkehr. Darauf aufbauend wurden mögliche Auswirkungen eines EU-Emissionshandels im Straßengüterverkehr aufgezeigt sowie Szenarien einer möglichen Ausweitung des Emissionshandels im Bereich der Logistik betrachtet. Die Autoren der Studie ziehen nachfolgendes Fazit, welches der Studie<sup>47</sup> direkt entnommen wurde.

Der Verkehr ist innerhalb der EU der einzige Sektor, der nicht nur zur gesamten Minderung der Emissionen von Klimagasen nichts beiträgt sondern seine Emissionen immer noch ausweitet. In der Folge müssen zwecks allgemeiner Zielerreichung andere Sektoren höhere Beiträge erbringen, was den Druck seitens der Interessenvertreter dieser Sektoren und letztlich die allgemeinen politischen Anforderungen gegenüber dem Verkehr ansteigen lassen wird. Mit den ambitionierten klimapolitischen Zielsetzungen innerhalb der EU sind negative Zielbeiträge des Verkehrs auf Dauer unvereinbar. Daher wird auch der Güterverkehr im Hinblick auf die hohen Minderungsziele bis 2050 einen Aufholprozess beginnen müssen. Dieser wird ohne weitere politische Initiativen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht ausreichend in Gang kommen.

Der Emissionshandel ist ein seit seiner Einführung stetig verbessertes Instrument der Klimapolitik, das zukünftig noch wirksamer werden dürfte. Bisher ist die Logistik mit Ausnahme der Luftfracht fast ausschließlich indirekt vom Emissionshandel betroffen, soweit da-

<sup>46</sup> eigene Darstellung auf Basis von Rüdiger et al. 2012a

<sup>47</sup> vgl. Pastowski, Hillebrand 2012

bei stationär oder mobil Strom eingesetzt wird, der in Anlagen erzeugt wurde, die am Emissionshandel teilnehmen. Dies gilt vor allem für den Eisenbahngüterverkehr mit Stromtraktion sowie den stationären Stromeinsatz aus dem öffentlichen Netz in den genutzten Logistik-Immobilien sowie Einrichtungen der Intralogistik. Hinzu kommt theoretisch die Eigenerzeugung im Bereich der Logistik in handelspflichtigen Anlagen, die aber abgesehen von entsprechender Erzeugung von Bahnstrom bei der DB AG im Bereich der Logistik praktisch bedeutungslos ist. Damit sind wesentliche Teile der Logistik bislang nicht in den Emissionshandel integriert oder auch nur indirekt von diesem tangiert.

Es gibt eine Tendenz zur Ausweitung des Emissionshandels sowohl nach der Art und Größe der integrierten stationären Anlagen als auch hinsichtlich der berücksichtigten Sektoren und Klimagase. So startete der Emissionshandel im die EU berührenden Luftverkehr am 1.1.2012. Ähnliche EU-weite Regelungen für den Schiffsverkehr sind in Ermangelung entsprechender Initiativen auf globaler Ebene in der Diskussion und könnten sich an die zum Luftverkehr anlehnen. Der Straßenverkehr ist mit seiner großen Zahl von mobilen Emissionsquellen wegen der Transaktionskosten kein idealer Kandidat für einen Downstream-Ansatz des Emissionshandels bei den Fahrzeugbetreibern. Allerdings relativiert sich diese Zahl gegenüber den Pkw im Straßengüterverkehrsgewerbe und ein Upstream-Ansatz bei den Mineralölkonzernen wäre diesbezüglich sehr einfach umsetzbar.

Gegenwärtig gibt es keine politischen Initiativen, die auf eine baldige Einbeziehung des Straßenverkehrs in den Emissionshandel hindeuten. Allerdings sind andere ökonomische Instrumente mit Problemen der praktischen oder der politischen Umsetzbarkeit behaftet. So sind Aufschläge auf die Mineralölsteuer auf Diesel einzelstaatlich nur bei peripheren geografischen Lagen wie etwa im Falle von Großbritannien effektiv. In anderen Fällen ist gerade in zentral gelegenen Ländern der EU mit Ausweichhandlungen im gewerblichen Verkehr zu rechnen indem im benachbarten Ausland mit geringeren Steuersätzen getankt wird. Änderungen bei den Steuersätzen müssten also möglichst im Verbund der EU-Mitgliedstaaten erfolgen, was aber leicht an der Hürde der erforderlichen einstimmigen Entscheidung im Rat der EU-Finanzminister scheitern kann. Ein weiterer Ansatz ist die Einbeziehung der Emissionen von Klimagasen im Rahmen der mitgliedstaatlichen Mautsysteme. Offenbar will die Europäische Kommission zwar die Einpreisung lokaler Beeinträchtigungen wie die durch Luftschadstoffe oder Lärm bei der Bemessung der Maut ausdrücklich zulassen. Allerdings ist eine Berücksichtigung von Klimagasen nicht vorgesehen, die stattdessen als Aufschläge auf die Treibstoffsteuern umgesetzt werden sollen, was wiederum das Problem der einstimmigen Entscheidung im EU-Rat der Finanzminister aufwirft. Eine politische Lösung aus dieser verfahrenen Lage im Straßengüterverkehr könnte durchaus der Emissionshandel sein, über den mehrheitlich im Rat der EU-Umweltminister entschieden werden könnte.

Die angestellten Betrachtungen zu den Kostenwirkungen eines möglichen Emissionshandels im Straßengüterverkehr verweisen darauf, dass diese selbst bei aus heutiger Sicht sehr hohen Preisen für die Emissionsberechtigungen in einem überschaubaren Rahmen bleiben. Dies könnte die Frage nach der Wirksamkeit aufwerfen und unterstreicht die Bedeutung eigener Bemühungen der Logistikdienstleister zur Minderung von Emissionen über die Anreizwirkungen eines möglichen Emissionshandels hinaus.

## **Systemdefinition**

Auf Basis der heutigen wissenschaftlichen Ansätze (siehe Teil I Kapitel 4.1) sowie einer weitgehenden Anforderungsaufnahme, die vom Fraunhofer IML bei den Verbundpartnern in Form einer Umfrage durchgeführt wurde<sup>48</sup>, wurde eine Systemdefinition erarbeitet. Es sollten

---

<sup>48</sup> siehe auch Ausführungen im Green Logistics Schlussbericht vom Fraunhofer IML, S. 36ff

die im Rahmen von Green Logistics als geeignet bewerteten Berechnungsmethoden sowie Normen und Standards dahingehend erweitert werden, dass die Abhängigkeiten zwischen den Bereichen Transport, Logistikimmobilie und Intralogistik integriert und die vorhandenen Lücken geschlossen werden. Dies galt u. a. auch für die Definition der korrekten Bezugsgrößen, also der logistischen Leistungsobjekte, zur Entwicklung von einheitlichen und vergleichbaren Bewertungskennzahlen.

Ferner sollten die relevanten ökologischen Bewertungsgrößen von Logistikdienstleistern definiert werden. Dabei war zu gewährleisten, dass die Methodik sowohl praktikabel als auch wissenschaftlich fundiert ist. So wurde geprüft, ob z. B. die alleinige Fokussierung auf Treibhausgase – wie in der derzeitigen Verfahrensweise vieler Unternehmen üblich – zulässig ist oder ob andere Emissionen, wie z. B. Feinstaub oder Lärm, mitberücksichtigt werden müssen. Gleichzeitig war/en die jeweilige/n Zielgrößen der Bewertung zu definieren, z. B. CO<sub>2</sub>- oder CO<sub>2</sub>e-Emissionen. Hierbei wurde auf bestehende Erkenntnisse und Verfahrensweisen aus den existierenden Normen und Richtlinien zurückgegriffen und die Relevanz bzw. Übertragbarkeit auf den hier vorliegenden Anwendungsfall untersucht.

Im Ergebnis wurde eine Empfehlung von Seiten des Green Logistics Projektes zur Vorgehensweise/Methode für die ökologische Bewertung von Logistikdienstleistungen vorgelegt, welche den Bilanzraum, Schritte, Daten und Formeln umfasst.

Die Systemdefinition wurde mehrstufig unter Beteiligung des gesamten Konsortiums (siehe Tabelle 5) sowie gezielt angesprochener Fachabteilungen der Projektpartner und weiterer externer Experten erarbeitet.

*Tabelle 5: Beteiligte Unternehmen und Experten bei der Ableitung der Systemdefinition*

<b>Beteiligte Unternehmen</b>	<b>Unternehmen leitete Ausarbeitung folgender Themenbereiche</b>
DB Mobility Logistics	Teilprozesse Schiene
Deutsche Post	Umweltwirkungskategorie Abwasser, Teilprozess Mitarbeiterfahrten
Fiege Logistik	Umweltwirkungskategorie Flächeninanspruchnahme, Herstellungs-/ Entsorgungsphase Intralogistik
Goodman Germany/Arcadis	Lebenszyklusbetrachtung der Logistikimmobilie
Lufthansa Cargo AG	Umweltwirkungskategorien NO <sub>x</sub> , CO, unverbrannte Kohlenwasserstoffe, Lärm sowie Teilprozesse Luftfracht
Schmidt-Gevelsberg	Teilprozess Verwaltung
TÜV Rheinland Cert	Umweltwirkungskategorie SO <sub>2</sub> , Teilprozesse Wartung & Instandhaltung Infrastruktur
UPS Deutschland	Teilprozesse Straßentransport, Werkstätten
Vanderlande Industries	Teilprozesse Intralogistik
Wuppertal Institut	Umweltwirkungskategorie Feinstaub, Teilprozesse Wassertransport, Herstellungs-/ Entsorgungsphase alle Verkehrsträger
Fraunhofer IML	Übergeordnete und zusammenführende Arbeiten zum wissenschaftlichen Rahmen, Umweltwirkungen, Teilprozesse im Bilanzraum

Detailausführungen zu den jeweiligen Teilbereichen können den Green Logistics Schlussberichten der Projektpartner entnommen werden. Zudem wurde die Dokumentation zur Systemdefinition auf der Green Logistics Internetseite als Lang- wie auch Kurzbericht veröffentlicht:

- »Ökologische Bewertung von Logistikprozessen und –systemen: Systemdefinition Green Logistics (Langdokumentation)«<sup>49</sup>
- »Ökologische Bewertung von Logistikprozessen und –systemen: Systemdefinition Green Logistics (Kurzdokumentation)«<sup>50</sup>
- »Ecological assessment of logistics processes and systems: System definition Green Logistics (brief documentation)«<sup>51</sup>

## 1.2 Ökologischer Bewertungsbaukasten

In dem Arbeitspaket 4 »Ökologischer Bewertungsbaukasten« (ÖBBK) sollte ein Demonstrator realisiert werden, welcher in Form eines modularen Bewertungsbaukastens die ökologische Bewertung logistischer Systeme und Prozesse ermöglicht.

Aufbauend auf den bei der Bestands- und Anforderungsaufnahme definierten Rahmen für die ökologische Bewertung von Logistikdienstleistungen sollte ein Detailkonzept für die ökologische Bewertungsmethode abgeleitet werden, welches die relevanten Berechnungsformeln, Allokationsregeln, Parametern u.a. umfasst. Damit abgestimmt sollten die allgemeinen Anforderungen an den Demonstrator erarbeitet sowie die erforderlichen Reports und Auswertungsmöglichkeiten definiert und in einem Anforderungskatalog für die prototypische Realisierung des ÖBBK zusammengeführt werden.

Parallel hierzu sollte eine umfassende Aufnahme relevanter Datensätze erfolgen, um die Bewertungsmethode sowie den ÖBBK mit den erforderlichen Parametern, Kennzahlen, Referenzobjekten und Bibliotheken zu vervollständigen (AP 4.2). Auf die im Rahmen von Green Logistics (AP 4.2) durchgeführten Strommessungen wird in Kapitel 1.3 eingegangen.

Für die Entwicklung des ÖBBK sollte schließlich eine serviceorientierte Referenzarchitektur für den ÖBBK entwickelt werden, welche anschließend in einem Demonstrator überführt werden sollte. Hierbei sollte zudem das entwickelte System anhand von Testszenarien und Beispielanwendungen validiert werden.

Tabelle 6: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 4 »Ökologischer Bewertungsbaukasten«

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition von Anforderungen an Datenerhebung</li> <li>• Detail-Konzeption &amp; Ausarbeitung der Bewertungsmethode</li> <li>• Aufbau der Service-orientierten Referenzarchitektur</li> <li>• Demonstratorenbildung, Definition von Testszenario und Validierung</li> </ul>
DB Mobility Logistics, Deutsche Post, Fiege Deutschland, Goodman/Arcadis, Lufthansa Cargo, Schmidt-Gevelsberg, TÜV Rheinland, UPS, Vanderlande Industries, Wuppertal Institut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitarbeit bei obigen Anforderungen an Datenerhebung</li> <li>• Bereitstellung von Praxisdaten, erarbeiten von Parametern &amp; Hilfsgrößen</li> <li>• Mitarbeit bei Konzeption der Bewertungsmethode</li> </ul>

Die entwickelte Methode zur ökologischen Bewertung von Logistikdienstleistungen (»Green Logistics Methode«, Abbildung 8) wurde detailliert ausgearbeitet und vollständig dokumen-

<sup>49</sup> vgl. Dobers et al. 2014

<sup>50</sup> vgl. Dobers et al. 2012a

<sup>51</sup> vgl. Dobers et al. 2012b

tiert<sup>52</sup>. Diese wurde anschließend in ein Softwaretool als Demonstrator überführt. Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die Vorgehensweise im Rahmen der Methode.

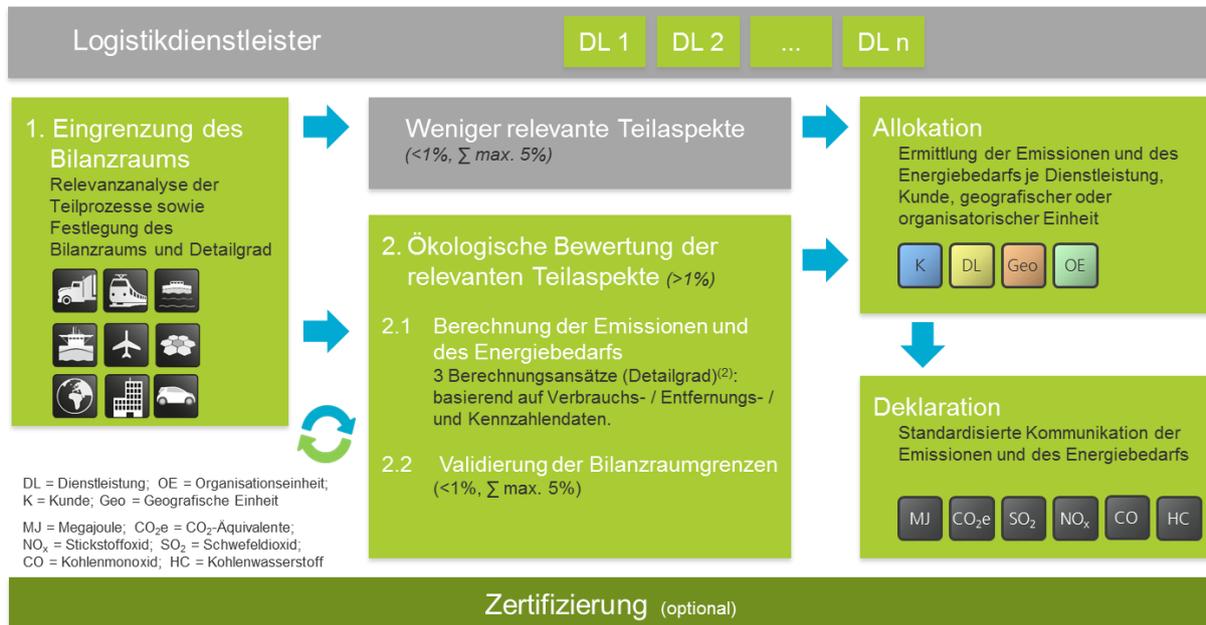


Abbildung 8: Ablaufschema der Green Logistics Methode (Quelle: Green Logistics)

Neben den in der Abbildung dargestellten Schritten bietet die Green Logistics Methode dem Anwender weitere Unterstützung bei der Deklaration der Bilanzergebnisse (intern oder extern), der Datenerhebung (Datenhierarchie, Anforderungen an die Daten, Dokumentation, Aktualisierungszeiträume), der stichprobenbasierten Ermittlung unternehmensspezifischer Kennzahlen sowie zu Referenzobjekten (Emissions- und Korrekturfaktoren, Kennzahlen) und Bibliotheken (empfohlene Datenbanken).

Die Umsetzung als Software-Demonstrator durch das Fraunhofer IML orientierte sich dabei maßgeblich (neben nicht-funktionalen Anforderungen) an den folgenden Anforderungen:

- Darstellung von Unternehmensstrukturen mit Hilfe eines modularen Bewertungsbaukastens zur ökologischen Bewertung gemäß der Green Logistics Methode
- Datenzugang über Webportal und Nutzung als Stand-alone-Applikation
- Erfassung von Prozessen und Emissionsquellen in definierter Baumstruktur inkl. Projektdaten (Sendungsdaten, Messwerte etc.) und Stammdaten (Objekt-Bibliothek, Datenbanken der ökologischen Bewertung (z. B. HBEFA 3.2), Emissionsfaktoren (z. B. DIN EN 16258))
- Möglichkeit zur Auswahl unterschiedlicher Einheiten, Variablen, Quellen etc. für ein individuelles Reporting: z. B. Emissionen für das Gesamtunternehmen, auf Dienstleistungs- oder Kundenebene oder KPIs für Jahresvergleiche

In der nachfolgenden Abbildung ist die Benutzeroberfläche des Demonstrators exemplarisch dargestellt. Im linken Teil der Abbildung ist die baumartig angelegte Objektbibliothek, die über Schnittstellen zu verschiedenen externen Datenbanken verknüpft werden kann zu se-

<sup>52</sup> vgl. <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

hen. Im rechten Teil ist die Benutzeroberfläche dargestellt, mit der das Logistiknetzmodell aufgebaut werden kann.

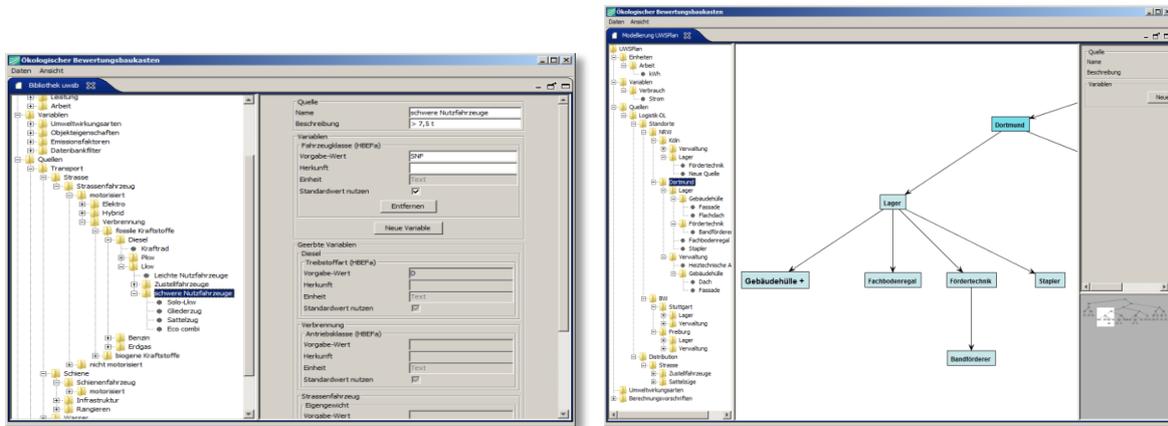


Abbildung 9: Ökologischer Bewertungsbaukasten ÖBBK: Objektbibliothek und Logistikknotenmodell (Quelle: Fraunhofer IML)

### 1.3 Strommessungen

Im Rahmen von Green Logistics AP 4.2 sollten konkrete Unternehmensdaten im laufenden Betrieb gemessen werden. Der Fokus lag hierbei einerseits im Bereich des realen Energieverbrauchs intralogistischer Objekte, z. B. Stapler und Fördertechnik, und andererseits in der Vermessung kompletter Logistikstandorte, z. B. Lagerhallen und Terminals. Hierzu wurden im Projekt entsprechende Geräte zur digitalen Aufzeichnung des Energieverbrauches angeschafft.

Tabelle 7: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 4.2 - Fokus Strommessungen

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
Vanderlande Industries	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energieverbrauchsmessreihen stetiger intralogistischer Systeme</li> </ul>
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterstützung bei der Durchführung sowie Auswertung der Energieverbrauchsmessungen an Logistikstandorten (Bereitstellung 40 Messgeräte)</li> </ul>
DB Mobility Logistics, Deutsche Post, Fiege Deutschland, Lufthansa Cargo, Schmidt-Gevelsberg, UPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durchführung der Messungen an eigenen Standorten: u.a. Lagerung/Umschlag/Sortierung, Stückgut/Paket/Brief/Schwerlast, Staplersysteme</li> </ul>

### Vermessung intralogistischer Einzelsysteme und Gesamtanlagen

Unter Federführung von Vanderlande Industries erfolgten Messungen des realen Energieverbrauchs diverser stetiger und nichtstetiger intralogistischer Einzelsysteme sowie Gesamtanlagen. Die übergeordnete Fragestellung war hierbei, mit welchen intralogistischen Einzelsystemen sich logistische Aufgaben möglichst effizient umsetzen lassen.

Die Auswahl der Systemkomponenten automatisierter intralogistischer Einzelsysteme erfolgte gemäß morphologischem Kasten und umfasste folgende:

- 23 Behälter Förderer/Sorter-Systeme
- 10 Paletten Förderer-Systeme

- 7 Lagersysteme

Für diese wurde der jeweilige Stromverbrauch mit gleichzeitiger Aufzeichnung des Nutzungsprofils gemessen. Ein exemplarischer Messaufbau sowie Messergebnisse sind in Abbildung 10 dargestellt.

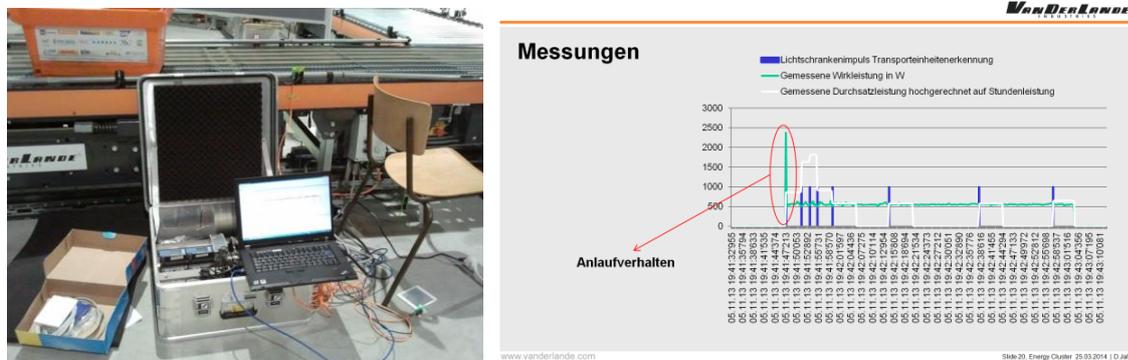


Abbildung 10: Exemplarischer Messaufbau sowie Messergebnisse (Quelle: Vanderlande Industries)

Bei den Messungen konnten deutliche Unterschiede im Energieverbrauch festgestellt werden. Demnach ist bei der Fördertechnik die Rollentechnik am effizientesten. Bei der Lagertechnik scheint die Reduzierung der bewegten Masse und das Verhältnis Nutz- zu Gesamtmasse den größten Einfluss zu haben.

Eine detailliertere Darstellung der Vermessungsaktivitäten und -ergebnisse kann den Green Logistics Schlussberichten Projektpartner entnommen werden:

- Messkonzept und übergeordnete Darstellung: Vanderlande Industries
- Einzelmessungen bei Fiege und Lufthansa Cargo.

### Vermessung von Logistikstandorten

Der Stromverbrauch an Logistikstandorten kann derzeit nur selten einzelnen operativen Logistikprozessen (Fördern, Lagern, Kommissionieren etc.) bzw. übergeordneten Verbrauchergruppen (z. B. Beleuchtung, Verwaltung) zugeordnet werden. Unternehmen wissen daher nicht, an welchen Stellschrauben sie drehen können und müssen, um den Verbrauch zu senken. In Green Logistics wurden daher Stromverbrauchsmessungen im laufenden Betrieb an unterschiedlichen logistischen Standorten wie z. B. Luftfrachtzentren, Brief- und Paketverteilzentren sowie branchenspezifischen Lagerstandorten durchgeführt. Ziel war die Vermessung des i.d.R. gesamten Standortes gemäß Aufteilung der Niederspannungsverteilung.

Die Messdaten wurden einerseits für die Erstellung von Wochen- und Tagesprofilen differenzierter Energieverbrauchsgruppen im Stunderaster genutzt (siehe Abbildung 11). Darüber hinaus wurden die Verbrauchsanteile der einzelnen Gruppen (z. B. Beleuchtung, Intralogistikkomponenten) am Gesamtverbrauch ausgewertet (siehe Abbildung 12). Je nach Standort ermöglichten spezifische Auswertungen ferner Rückschlüsse über Energieverbräuche, z. B. für Staplersysteme unter Berücksichtigung der geleisteten Betriebsstunden, Grundlasten einzelner Verbraucher sowie Sortier-/ Hub-Vorgänge.

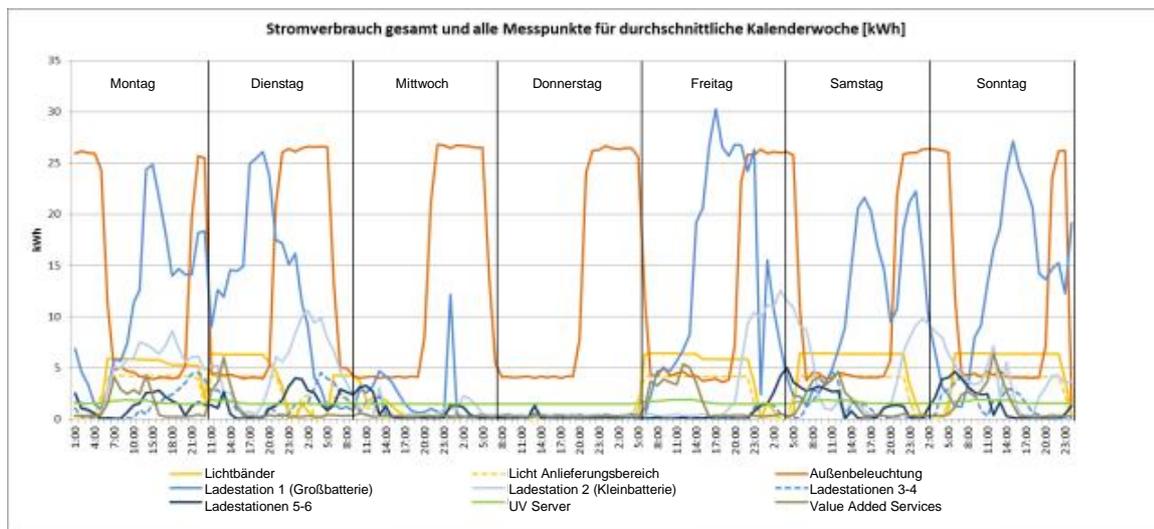


Abbildung 11: Exemplarisches Wochenprofil differenziert nach einzelnen Messpunkten/Verbrauchern (Quelle: Fraunhofer IML)

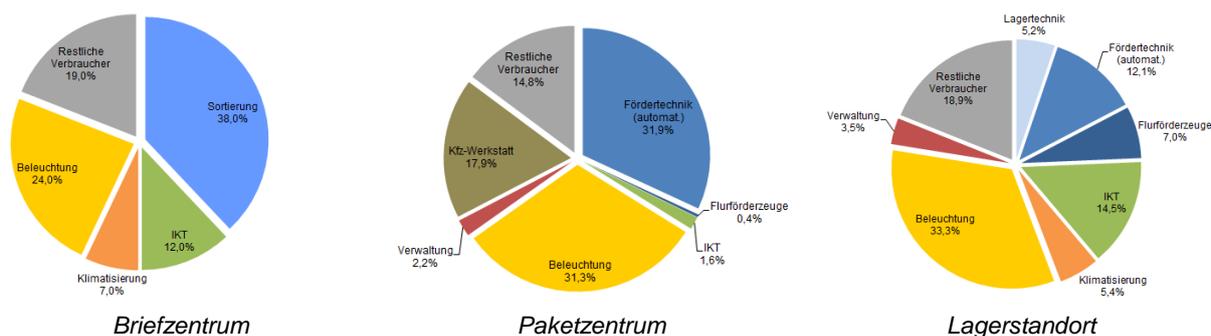


Abbildung 12: Verbraucherspezifische Aufteilung des Gesamtstromverbrauchs (Quelle: Fraunhofer IML)

Während der Projektlaufzeit wurden über zehn Messungen an Lagerstandorten, Paket- und Briefzentren sowie Terminals realisiert. Eine detailliertere Darstellung der Strommessungen sowie Detailergebnisse können den Green Logistics Schlussberichten der Projektpartner entnommen werden:

- Messkonzept und übergeordnete Darstellung: Fraunhofer IML
- Einzelmessungen bei Deutsche Post, Fiege, Schmidt Gevelsberg und UPS.

Darüber hinaus wurden Informationen zu den Strommessungen in einer Dokumentation auf der Internetseite veröffentlicht:

- »Strommessungen an Logistikstandorten. Ermittlung von verbraucher-spezifischen Stromkennzahl«<sup>53</sup>

<sup>53</sup> vgl. Dobers et al. 2012c

## 1.4 Zertifizierungssystem

In dem Arbeitspakete »Zertifizierungssystem« (AP 5) sollte ein international anerkanntes Zertifizierungssystem entwickelt werden, welches es Unternehmen der Logistikbranche ermöglicht, ihre logistischen Systeme, Prozesse und Dienstleistungen im Hinblick auf ihre ökologische Effizienz durch eine neutrale, dritte Zertifizierungsstelle zertifizieren zu lassen. Dabei sollten die relevanten Anforderungen an das Zertifizierungssystem festgelegt und aus bestehenden Systemen geeignete Ansätze zur Erfassung/Bewertung extrahiert werden. Darüber hinaus sollten die Grundlagen für das eigentliche Zertifizierungssystem entwickelt und mittels einer Pilotprüfung bei Lufthansa Cargo validiert werden.

Die Arbeiten zum Zertifizierungssystem sollten durch die Konzeption eines zukunftsfähigen Geschäftsmodells für die Zertifizierungsgesellschaft in AP 7.1 abgerundet werden.

Tabelle 8: Arbeitsteilung in den Arbeitspaketen 5 und 7.1

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
TÜV Rheinland	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordination aller Aktivitäten dieser Arbeitspakete</li> <li>• Erarbeitung der Inhalte des Frameworks für die Zertifizierung</li> <li>• Erarbeitung der Prüfsystematik</li> <li>• Erarbeitung eines Grobkonzepts für ein Geschäftsmodell Siegelgeber</li> </ul>
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wissenschaftliche Begleitung, Einbringung Ergebnisse der und Schnittstellen zu anderen AP</li> </ul>
DB Mobility Logistics, Deutsche Post, Fliege Deutschland, Goodman/Arcadis, Lufthansa Cargo, UPS, Vanderlande Industries	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstimmung der Inhalte der Arbeitspakete in gemeinsamen Workshops</li> <li>• Gemeinsame Festlegung der Prüfsystematik (Critical Review)</li> <li>• Einbringen von Erfahrungen und begleitenden Recherchen</li> </ul>
Lufthansa Cargo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validierung der Prüfsystematik im Rahmen einer Pilotprüfung</li> </ul>

Nachfolgend werden zusammenfassend die Arbeiten und Ergebnisse zum Zertifizierungssystem Green Logistics vorgestellt. Eine detailliertere Darstellung können den Green Logistics Schlussberichten der jeweiligen Projektpartner entnommen werden, hier insbesondere:

- Zertifizierungssystem und Prüfgesellschaft: TÜV Rheinland
- Validierungsbeispiel: Lufthansa Cargo, Fraunhofer IML

### Prüfsystematik zur Zertifizierung gemäß Green Logistics Methode

Für eine Zertifizierung der Green Logistics Methode ist ein Critical Review nach den Anforderungen der Normen DIN EN ISO 14040 und 14044 durchzuführen. Die kritische Prüfung (Critical Review) soll folgende Punkte betrachten/beinhalten:

- Übereinstimmung der bei der Durchführung der Berechnungen angewandten Methoden mit der Bewertungsmethode Green Logistics (AP 4 Ökologischer Bewertungsbaukasten)
- Wissenschaftliche Gültigkeit der bei den Berechnungen angewandten Methoden
- Hinreichende Zweckmäßigkeit der verwendeten Daten in Bezug auf die zu prüfenden Aspekte und Unterlagen
- Berücksichtigung der erkannten Einschränkungen und der zu prüfenden Aspekte und Unterlagen in der Auswertung
- Stimmigkeit und Transparenz des Berichts
- Plausibilisierung des Berichts anhand von Stichproben.

Da die internationalen Normen DIN EN ISO 14040 und 14044 offen lassen, ob die kritische Prüfung begleitend oder a posteriori durchgeführt wird, sind beide Ausführungsformen in Übereinstimmung mit der Zertifizierungsgrundlage. Jedoch sollte während des Review-Prozesses klar beschrieben werden welche der beiden Optionen angewendet wird.

Der Ablauf des gesamten Reviewprozesses ist in der Abbildung 13 dargestellt. Es wurde ein schlankes und effizientes Verfahren entwickelt, welches eine Prüfung und ggf. Zertifizierung in 2 bis 3 Monaten ermöglicht.



Abbildung 13: Ablaufschema der kritischen Prüfung (Quelle: TÜV Rheinland)

Mit dem Ziel, die Aufgaben und Verantwortlichkeiten einzelner Prozessbeteiligter weiter zu veranschaulichen, wurde ein übergeordnetes Schaubild entwickelt (vgl. Abbildung 14). Demnach liegt der erste Meilenstein in der Verantwortung des Logistikdienstleisters. Eine Green Logistics Bewertung ist durchzuführen und mittels eines Hintergrundberichts zu dokumentieren. Die eigentliche Prüfung durch eine Zertifizierungsgesellschaft (»Critical Review«) erfolgt auf Basis des Hintergrundberichts und resultiert in einem Prüfbericht und im Erfolgsfall in einer Konformitätsbestätigung. Die Erstellung des Prüfberichts soll einheitlich erfolgen, entsprechend der Vorgaben eines zu entwickelnden Prüfstandards.

Anschließend ist es dem Unternehmen freigestellt, zusätzlich zur externen Prüfung einen Zertifizierungsprozess zu initiieren. Ziel des nachgelagerten Zertifizierungsprozesses ist, dem Unternehmen ein offizielles Prüfzertifikat und Prüfsiegel zu übermitteln. Die Überreichung des Prüfzertifikats bzw. -siegel an das Unternehmen kann dann erfolgen, wenn die Zertifizierungsgesellschaft eine Zertifizierungsempfehlung ausspricht (vgl. Abbildung 14).

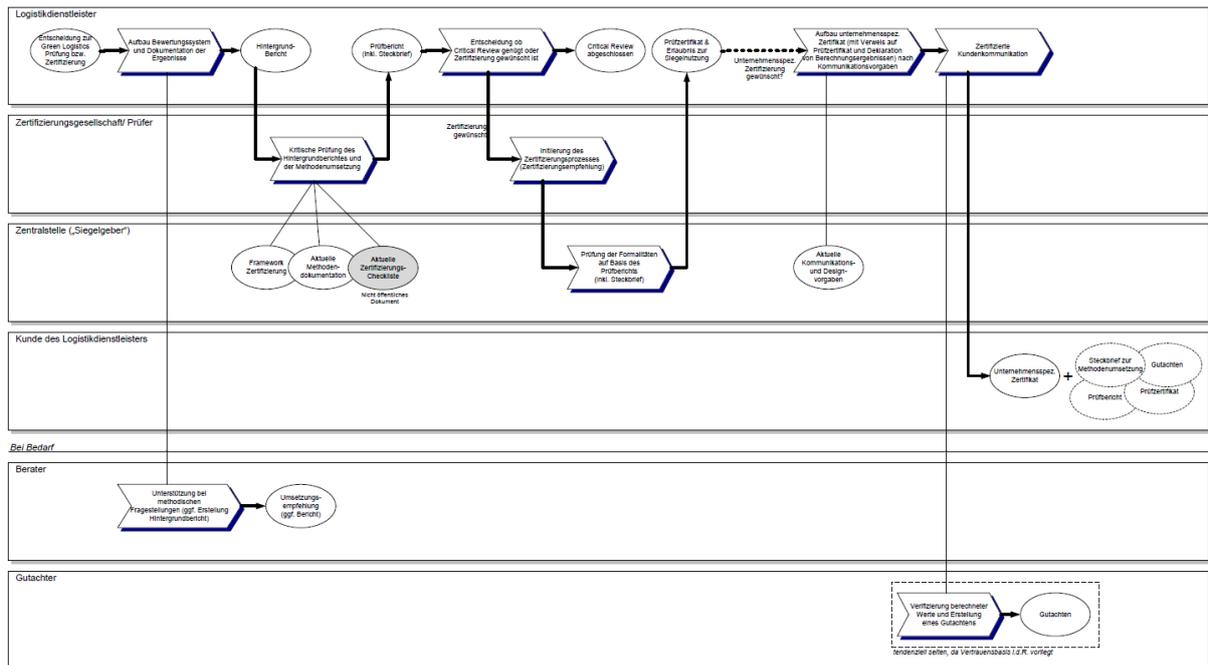


Abbildung 14: Übergeordneter Ablauf der zertifizierten Kundenkommunikation mit »Green Logistics« (Quelle: Fraunhofer IML)

**Pilotprüfung am Beispiel Lufthansa Cargo**

Für die Entwicklung eines praxisnahen Zertifizierungsverfahrens war eine beispielhafte Umsetzung im industriellen Kontext und Maßstab vorgesehen. Mit der beispielhaften Implementierung waren zwei Ziele verbunden:

- a) Nachweis der Umsetzbarkeit der methodischen Anforderungen der Green Logistics Methode (z. B. Berücksichtigung aller logistikrelevanten Unternehmensbereiche und -prozesse bei hohen Anteilen realer Mess- und Verbrauchswerte),
- b) Nachweis der aufwandsarmen und effizienten Durchführung einer kritischen Prüfung zur Erstellung einer Konformitätsbestätigung (vgl. Ergebnis der kritischen Prüfung).

Die Pilotprüfung erfolgte am Beispiel der Logistikdienstleistungen der Lufthansa Cargo AG, mit Hauptsitz in Frankfurt. Als räumliche und organisatorische Bilanzgrenze wurde mittels einer Analyse des Transportnetzwerks festgelegt, alle CO<sub>2</sub>e-Emissionen des Unternehmens und seiner logistikrelevanten Tochtergesellschaften (z. B. AeroLogic GmbH, der Joint Venture von LH Cargo mit DHL Express) zu bilanzieren, die in Deutschland direkt entstehen und durch Transporte mit Ausgangs- bzw. Zielpunkt in Deutschland verursacht werden (vgl. Abbildung 15). Das bilanzierte Jahr war 2013. Das Bewertungsziel war: »Berechnung von CO<sub>2</sub>e-Emissionen für eine bestimmte Sendung auf einer spezifischen Strecke«.

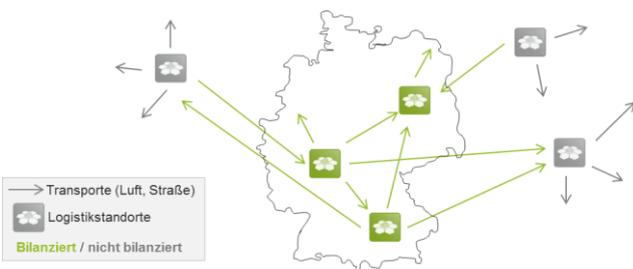


Abbildung 15: Räumlicher Betrachtungsraum der Pilotprüfung (Quelle: Fraunhofer IML)

## Zertifikat/Steckbrief gemäß Green Logistics

Das Ergebnis der Zertifizierung stellt ein Zertifikat dar, welches neben prüfbezogenen Daten auch Informationen zum Gültigkeitsbereich (geografisch, temporal) enthält (vgl. Abbildung 16). Die Vor- und Nachteile eines differenzierten Siegelkonzepts wurden im Projekt ausführlich diskutiert. Da allerdings Referenzwerte (z. B. Branchendurchschnitt, State-of-the-art) fehlen, enthält das Zertifikat lediglich eine Konformitätsbestätigung und keine differenzierte Prüfaussage über die Qualität der Ergebnisse



Abbildung 16: Green Logistics Zertifikat der Methodenprüfung (Quelle: Lufthansa Cargo)

Zusätzlich zum Zertifikat wird ein Steckbrief von der Zertifizierungsstelle überreicht, der nähere Informationen zur Art und Umfang der Bilanzierung enthält. Mit Hilfe des Steckbriefs soll es Unternehmen möglich sein, auf Nachfrage ggf. von Kunden näher darzustellen, wie genau die Bilanzierung erfolgte, so dass eine grobe Interpretation durch Dritte möglich ist. Der Steckbrief enthält dabei keine Daten von Unternehmen, die möglicherweise unter Geheimhaltungsaspekten fallen. Der Steckbrief enthält vier Themenfelder:

- Formale Aspekte, wie z. B. Name der Organisation, Bilanzjahr etc.
- Aspekte der ökologischen Bewertung: geografische und organisatorische Beschreibung des bewerteten Systems etc.
- Aspekte der Kennzahlenbildung und Allokation: originäres Allokationsziel, ermittelte Kennzahlentypen etc.
- Sonstige Informationen: Freitextfeld, Kontaktinformationen

## Geschäftsmodell Zertifizierung

Eine unabhängige Trägergesellschaft soll im Rahmen des Zertifizierungsverfahrens die zentrale Aufgabe erfüllen, die Zusammenarbeit mit Prüfgesellschaften zu koordinieren, ggf. Prüfgesellschaften zu akkreditieren, Auditoren zu schulen und zu qualifizieren sowie Zertifikate auszustellen (vgl. Abbildung 17).

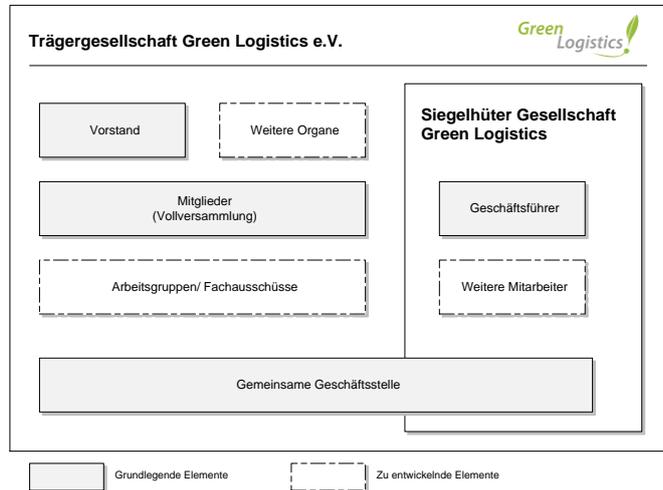


Abbildung 17: Entwurf Trägergesellschaft Green Logistics e.V. (Quelle: Fraunhofer IML)

Der Aufbau der Trägerstruktur ist wie folgt geplant: Der geplante »Hüter des Siegels« soll aus einem sich zu bildenden Verein (»Trägergesellschaft«) heraus geschaffen werden. Der sich dann gründende Verein kann aus Mitgliedern und Vertretern verschiedener Unternehmen und Institutionen entstehen und unterliegt dann dem Vereinsrecht. Nach Entscheidung durch die Mitgliederversammlung des Vereins kann dann eine Gesellschaft gegründet werden, welche zum Ziel hat, als »Hüter des Siegels« die Interessen der Vereinsmitglieder im operativen Geschäft zu vertreten. Der Verein kann dem »Hüter des Siegels« entsprechende Vorgaben bzgl. Ausgestaltung seiner Rolle vorschreiben. Ebenfalls kann dieser »Hüter des Siegels« dann die Markenrechte an dem Siegel »Green Logistics« vermarkten und entsprechend der Vorgaben durch den Verein Rechnungen erstellen. Ein Preisrahmen für die Leistungen des »Hüter des Siegels« kann vom Verein vorgegeben werden, so dass die Operative an konkrete Vorgaben für die Business Cases gebunden ist.

Mittels einer Wirtschaftlichkeitsrechnung, in der verschiedene Kosten-/Leistungsmodelle und Entwicklungsperspektiven differenziert wurden, konnte nachgewiesen werden, dass eine Wirtschaftlichkeit für die Initiierung einer Trägergesellschaft für die zentrale Zertifikatsvergabe grundsätzlich gegeben ist (vgl. Abbildung 18).

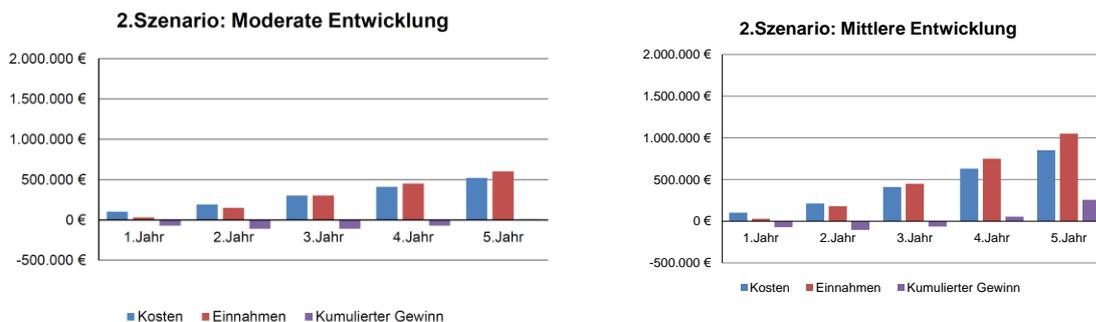


Abbildung 18: Beispielhafte Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (Quelle: Fraunhofer IML)

## 1.5 Fallstudie ecoPlan: Ökoeffiziente Tourenplanung und Last Mile Logistik

Bislang führten Logistikdienstleister wie United Parcel Service die Tourenplanung zur Paketzustellung nach ökonomischen Gesichtspunkten durch. Am Beispiel der Modellregion Dortmund wurde in Green Logistics (AP 2.1, 7.5) erstmalig eine Gebietsauslegung auch unter Beachtung ökologischer Kriterien durchgeführt, d. h. beispielsweise mit reduzierten Fahrbewegungen sowie alternativen Distributionsmöglichkeiten. Bei letzteren geht es z. B. um den effizienteren Einsatz von Helfern und die Nutzung von Fahrzeuganhängern, Fahrrädern und Großraumfahrzeugen für die Zustellung in innerstädtischen Bereichen mit ausgewiesenen Fußgängerzonen. Zudem war es erforderlich, in Zusammenarbeit mit der Kommune die Voraussetzungen für die ökologische Last Mile Logistik mit alternativen Distributionsmethoden zu schaffen. Diese Lösungen sollten die Einrichtung von Abstellflächen, Sondereinfahrt- und Ausfahrtgenehmigungen sowie veränderte Einfahrtzeiten in Fußgängerzonen umfassen.

In der Modellregion Dortmund konnte gezeigt werden, dass mittels der zuvor genannten Maßnahmen ökologische Reduktionspotentiale (z. B. THG-Emissionen, lokale Luftschadstoffe) bei gleichzeitig wirtschaftlich sinnvollem Betrieb erschlossen werden können. Ein weiterer Aspekt, der untersucht werden sollte, war die Verbesserung der Zustellquote in der Privatzustellung. Hierbei geht es um Sendungen, die der Zusteller dem Empfänger nicht direkt übergeben kann, da er ihn nicht antrifft. Eine Sendung erhält bis zu drei Zustellversuche. Nach jedem erfolglosen Zustellversuch kann eine Sendung im jeweils zuständigen Verteilzentrum vom Empfänger abgeholt werden. Sowohl durch die wiederholten Zustellversuche als auch durch die Abholfahrten der Empfänger werden zusätzliche Verkehre bzw. Individualverkehre mit entsprechenden Emissionen erforderlich. Daher wurde in diesem Arbeitspaket untersucht, in wie weit die Nutzung der modernen Kommunikationsmöglichkeiten geeignet ist, um die Zustellungsquote weiter zu erhöhen und somit Mehrfachanfahrten und Individualverkehre vermieden werden können.

Die erfolgreiche Umsetzung der Fallstudie sollte für UPS Modellcharakter haben, so dass eine schnellstmögliche Umsetzung in anderen urbanen Räumen im Ruhrgebiet und in Deutschland angestrebt werden kann.

Tabelle 9: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 2.1, 7.5

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
UPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptentwicklung, Entwicklung eines Sollprozesses und Durchführung einer Gebietsauslegung unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Rahmenbedingungen</li> <li>• Entwicklung von innovativen, alternativen Distributionskonzepten</li> <li>• Entwicklung alternativer Lösungsansätze mit Kommunen</li> <li>• Auswahl verschiedener Konzepte zum Modelltest</li> </ul>
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Begleitung der Arbeiten &amp; Transfer der Ergebnisse</li> <li>• Mitarbeit bei der Entwicklung von Optimierungsansätzen und alternativen Strategien</li> <li>• Ökologische Bewertung der Konzepte und Maßnahmen</li> </ul>

Nachfolgend wird die Fallstudie zusammengefasst, detailliertere Erläuterungen können den Green Logistics Schlussberichten von UPS und Fraunhofer IML sowie weiteren Dokumentationen<sup>54</sup> entnommen werden.

<sup>54</sup> vgl. Maul 2013, Athanassopoulos et al. 2015a, Athanassopoulos et al. 2015b

## Ökologische Gebietsauslegung

Im UPS Netzwerk stellt ein Center ein festgelegtes Gebiet mit klar definierten Grenzen dar. Dieses Centergebiet wird wiederum in verschiedene Loops unterteilt, deren Grenzen beispielsweise Flüsse, Berge und Hauptverkehrsachsen bilden. Jeder Loop ist ein zusammenhängendes Zustellgebiet (siehe Abbildung 19).

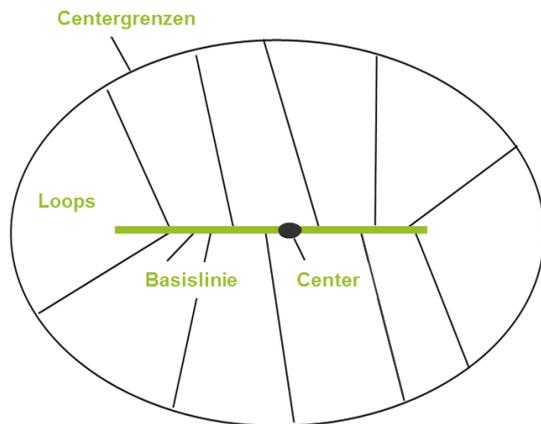


Abbildung 19: Centergebiet im UPS Netzwerk (Quelle: UPS)

Die ursprüngliche Gebietsauslegung der Stadt Dortmund umfasste 6 Loops, wobei die Gebietsauslegung älter als 25 Jahre war. Die Bestandsanalyse ergab, dass die von UPS zugrunde gelegten Kriterien (z. B. Marktvolumen, Infrastruktur) in weitem Umfang nicht mehr zutrafen. Basierend auf der Aufnahme und Analyse der bestehenden Tourenverläufe wurden Zustellschwerpunkte ermittelt und dienten als Grundlage der neuen Gebietsauslegung (siehe Abbildung 20).

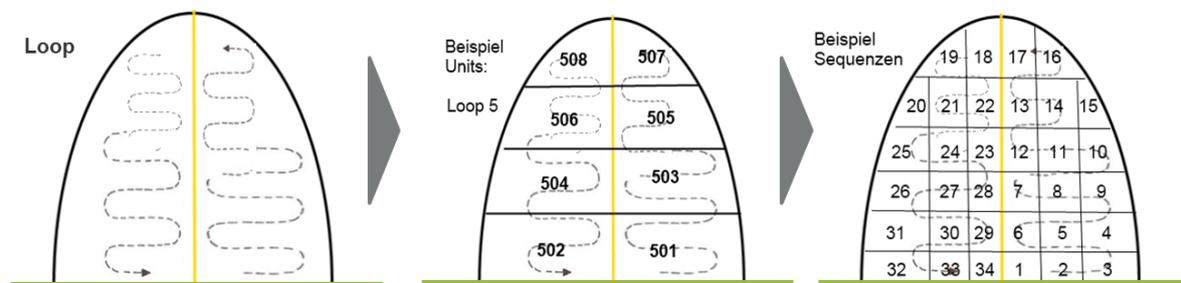


Abbildung 20: Schritte der Gebietsauslegung bei UPS (Quelle: UPS)

Die Grundstruktur der neuen Loops orientiert sich an den aktuell vorhandenen natürlichen und künstlichen Grenzen im Stadtgebiet Dortmund. Darüber hinaus wurde ein Anforderungskatalog berücksichtigt, der die gültigen UPS Kriterien sowie zusätzliche ökologische Aspekte umfasst. Hierbei geht es insbesondere um die Berücksichtigung von Fußgängerzonen, Einbahnstraßenregelungen und die Berücksichtigung alternativer Distributionskonzepte in der Festlegung der geplanten Zustellreihenfolge in den jeweiligen Loops der neuen Gebietsauslegung. Das Ergebnis der Arbeit war eine komplette Neuplanung der Loopstruktur in der Stadt Dortmund. Aus bisher 6 Loops wurden 10 neue Schleifen generiert. Darüber hinaus wurden bei der Definition der Zustellreihenfolgen innerhalb der Loops u.a. Einbahnstraßenregelungen und Fußgängerzonen sowie die Möglichkeit des Einsatzes alternativer Distributionskonzepte berücksichtigt.

## Alternative Distributionskonzepte für die Paketzustellung im urbanen Raum

Aufgrund von Regelungen wie zum Beispiel Umweltzonen, Ausweitung von Fußgänger- und verkehrsberuhigten Zonen innerhalb der Städte, entwickelt und testet UPS neue Zustellkonzepte, die diese Vorgaben erfüllen und helfen, in der Zustelloperation noch effizienter zu arbeiten. Im Rahmen der Fallstudie ecoPlan untersuchte UPS folgende alternative Distributionskonzepte: die e-unterstützten Lastenfahrräder »Cargo Cruiser« und »Cyclo Cargo« (Abbildung 21), das klassische P80 Zustellfahrzeug mit Elektro-Antrieb (Abbildung 22), sowie mobile Depots. Die Depots wurden mit den Alternativen Paketwagenanhänger sowie Container getestet (Abbildung 23).



Abbildung 21: E-unterstütztes Lastenfahrrad »Cargo Cruiser« (links) und »Cyclo Cargo« (rechts) (Quelle: UPS)



Abbildung 22: E-Zustellfahrzeug Typ P80e (Quelle: UPS)



Abbildung 23: Mobile Depots - Umgebauter Container mit Regalsystem Abgrenzung (links) und Zustellfahrzeuge mit Paketwagenanhänger (rechts) (Quelle: UPS)

## Umsetzung in Modellregionen

Bereits in 2012 konnten erste Einsätze des Cargo Cruisers in der Dortmunder Innenstadt für die Paketzustellung getestet werden. Nach den erforderlichen Abstimmungen mit der Kommune (z. B. Einfuhrgenehmigungen), Identifizierung des Stellplatzes während der Nacht inkl. Stromanschluss, Schulungen der Mitarbeiter (u.a. Mechaniker, Zustellhelfer) sowie der Anpassung der Operationspläne der Niederlassung Herne wurde von Juni bis Oktober 2012 die erste Testphase in Dortmund durchgeführt.

Die erfolgreichen Tests mit dem Cargo Cruiser führten zur Weiterentwicklung des Konzepts hin zur Integration eines Paketfahrzeuganhängers bzw. einer Wechselbrücke für die Bestückung des Lastenfahrads. Dieser konnte aufgrund fehlender Stellplatzoptionen nicht in der ursprünglich geplanten Dortmunder Innenstadt getestet werden. Zwischenzeitlich war aber der Einsatz des Cargo Cruisers in einer zweiten Modellregion »Hamburg« vorbereitet worden. Daraufhin wurde im September 2013 dieses Konzept in der Hamburger Innenstadt als Pilot eingeführt.

In 2010 testete UPS erstmals in einem Piloten ein 15 Jahre altes Zustellfahrzeug P80 für die Umrüstung zu einem elektrisch-angetriebenen P80e. Im zu Green Logistics parallel bearbeiteten F&E-Projekt ELMO<sup>55</sup> fanden darauf aufbauend erste Tests mit sechs P80e für die Zustellung in der Niederlassung Herne statt. Diese Erkenntnisse wurden im Rahmen von Green Logistics weitergeführt und in der Modellregion Dortmund im Juli 2012 sowie in Hamburg in 1. Halbjahr 2014 erprobt.

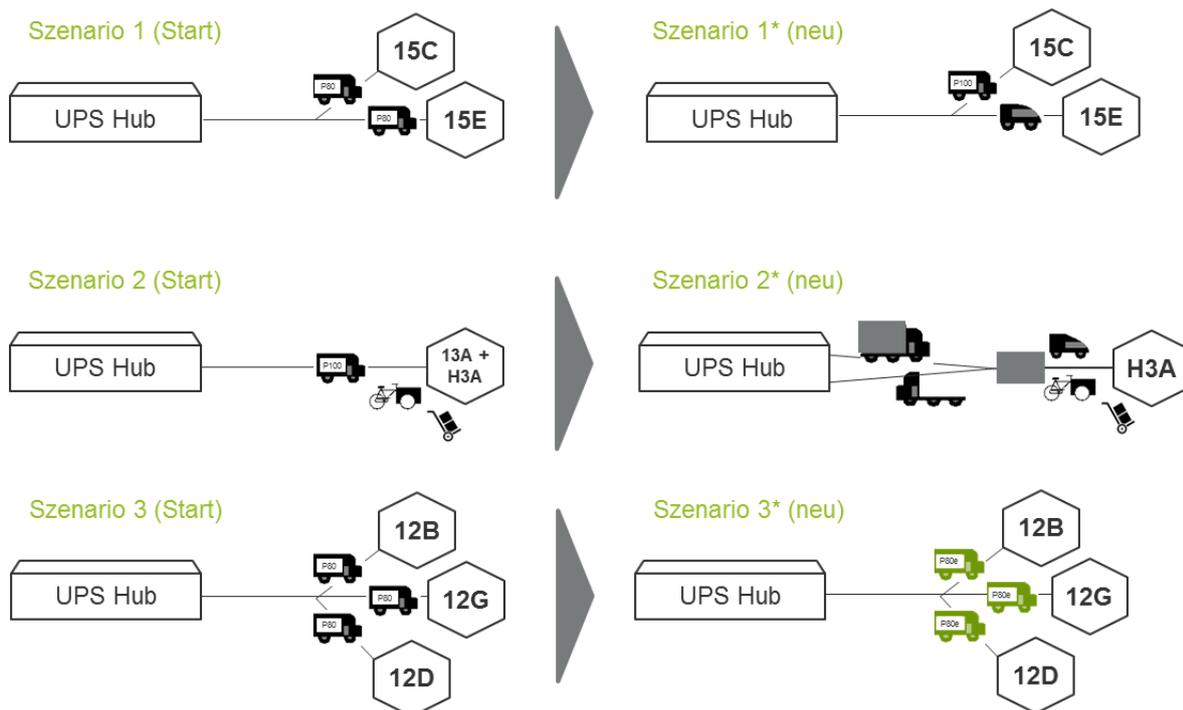


Abbildung 24: Untersuchte Szenarien in Modellregionen Dortmund und Hamburg<sup>56</sup>

Sowohl vor Einführung der Pilotversuche als auch während dieser Testphasen erfolgte ein tägliches Reporting und die Datensammlung, welche für die Quantifizierung der Verkehre,

<sup>55</sup> vgl. <http://www.projekt-elmo.de>

<sup>56</sup> vgl. Athanassopoulos et al. 2015b

die notwendige Antriebsenergie (d. h. Diesel, Strom) sowie der damit verbundenen Emissionen erforderlich war.

Eine detaillierte Beschreibung der Bilanzierung sowie die Diskussion der Ergebnisse kann Athanassopoulos et al. 2015b entnommen werden. Zusammenfassend sei hier erwähnt, dass die Modellversuche gezeigt haben, dass die im Rahmen von Green Logistics entwickelten alternativen Konzepte für die Paketzustellung im urbanen Raum sowohl ökoeffiziente als auch operative Vorteile haben. Letztlich stellten die Versuche aber isolierte Einzelanwendungen dar, welche zukünftig mit anderen Touren kombiniert oder gar in einer Neuplanung der Gebiete eingebettet werden sollten.

Nach dem erfolgreichen Einsatz des P80e in Dortmund nutzt UPS diesen mittlerweile in einigen anderen Städten: Frankfurt a. M., Düsseldorf, Hamburg und Karlsruhe. Auch der Test des Cargo Cruisers (mit & ohne Paketlager) überzeugte, so dass UPS diese Distributionsalternativen ebenfalls weiter verfolgt. Für 2015 ist eine kontinuierliche Erweiterung des Einsatzes von e-Lastenfahrrädern geplant: Es sind zum Zeitpunkt des Projektabschlusses 16 Cargo Cruiser für Deutschland und 17 für Frankreich geplant. Zudem sollen 12 Paketwagenanhänger als Paketlager für den Cargo Cruiser in Deutschland eingerichtet werden.

## 1.6 Fallstudie ecoNet: Ökoeffizientes Netzwerkmanagement

Die Fallstudie zum ökologischen Netzwerkmanagement (AP 2.2) hatte zum Ziel, durch Auslastungsoptimierung bei gleichbleibender Qualität den Verkehr und damit die Emissionen zu reduzieren. Es wurden erfolgsversprechende Ansätze, Konzepte und Best Practices gesammelt und unternehmensübergreifend weitergehend untersucht, wie beispielsweise:

- Einsatz des Lang-Lkw
- Auslastungs-, Paketflussanalysen, Wechselbrückenmanagement
- Flotten-Asset-Management, Standardisierung von Ladeeinheiten
- Verpackungsoptimierung
- Maßnahmen energiesparender Fahrweise, z. B. Slow Steaming

Tabelle 8: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 2.2

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
DB Mobility Logistics, Deutsche Post, Schmidt-Gevelsberg, UPS	<p>Gemeinsame Untersuchung der Themen &amp; Ansätzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologische/ökonomische Auswirkungen des Einsatzes des Lang-LKW</li> <li>• Prozessoptimierung zur Erhöhung der Auslastung</li> <li>• Optimierung der Versandverpackung</li> <li>• ökoeffiziente Lösungen im Langstreckentransport unter besonderer Berücksichtigung der Vermeidung von Verkehr</li> <li>• Einsatzmöglichkeiten von Ladebehältern, z. B. Volumenboxen zur Reduzierung von Verkehren</li> </ul>
Wuppertal Institut, Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitarbeit bei der Entwicklung von Optimierungsansätzen und alternativen Strategien</li> <li>• Wissenschaftliche Begleitung der Arbeiten &amp; Transfer der Ergebnisse</li> <li>• Ökologische Bewertung der Konzepte und Maßnahmen</li> </ul>

UPS war federführend in dieser Fallstudie. UPS und die Projektpartner haben Ansätze, Konzepte und Best Practices unternehmensübergreifend zusammengetragen und analysiert um einen Leitfaden für eine ökoeffizientes Netzwerkmanagement Nachfolgend werden beispiel-

haft die Ergebnisse der Fallstudie zum Einsatz des Lang-Lkw, der Halbcontainer, die Veränderungen im Sendungsverhalten und die Vorteile des zentralen Netzwerkmanagements betrachtet.

### **Einsatz des Lang-Lkw**

Innerhalb der Fallstudie hat das Fraunhofer IML zusammen mit UPS und der Deutschen Post die Auswirkungen des Lang-Lkw in Deutschland untersucht und die Ergebnisse im »Bericht Chancen und Risiken für Lang-Lkw in Deutschland« zusammengefasst. Das Ziel dieser Fallstudie war es durch Erfahrungen aus Nachbarländern und den ersten Ergebnissen des Testbetriebs in Deutschland die möglichen wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen zu ermitteln und auf diese Weise einen Beitrag zur Debatte über die Vor- und Nachteile eines Lang-Lkw Einsatzes in Deutschland zu leisten. Zudem wurden auf Basis von realen Transportdaten der Praxispartner UPS und Deutsche Post mögliche Einsparpotentiale im Fuhrpark und der Tourenplanung ermittelt und dieser Feldversuch wissenschaftlich begleitet.

In einem ersten Schritt wurden zusammen mit den Praxispartnern die Bewertungs- bzw. Einflussfaktoren im Straßengüterverkehr identifiziert und für den späteren Vergleich zwischen Standard-Lkw und Lang-Lkw beschrieben. Sie zeigen auf der einen Seite die Aspekte, die einen Einfluss auf den Einsatz eines Lang-Lkw haben, aber auf der anderen Seite auch, welche Auswirkungen der Einsatz des Lang-Lkw auf sie besitzt.

Parallel hierzu wurden die Grundlagen eines Testbetriebs für Lang-Lkw recherchiert und zusammengestellt. In diesem Zusammenhang wurden auch die Einsätze von Lang-Lkw in weiteren europäischen Ländern wie beispielsweise Schweden oder die Niederlande betrachtet. Diese Auslandserfahrungen wurden auf ihre Übertragbarkeit auf Deutschland hin untersucht. Auch wurden die gesetzlichen Vorgaben in Bezug auf den Einsatz des Lang-Lkw im Straßengüterverkehr und die vorgegebenen Anforderungen an die sicherheitstechnische Ausrüstung des Lkw und der nötigen Schulungen und Anforderungen an den Fahrer ermittelt. Ein weiterer wichtiger Aspekt betraf die ökologischen Auswirkungen. Hier wurden Beispielrechnungen durchgeführt.

Auf der Basis dieser Zusammenstellung und Erkenntnisse wurden zum Abschluss der Betrachtung die Vor- und Nachteile des Lang-Lkw und seine Auswirkungen betrachtet und gegenübergestellt. Zudem wurden Gespräche und Interviews mit potentiellen Nutzern des Lang-Lkw über seine Chancen und Risiken geführt.

Im Rahmen einer detaillierten Analyse wurden zudem reale Transportdaten der Praxisdaten UPS und Deutsche Post vom Fraunhofer IML analysiert und auf ihre Eignung für den Einsatz des Lang-Lkw hin untersucht.

Insgesamt hat diese Fallstudie gezeigt, dass insgesamt mehr Vorteile als Nachteile durch den Einsatz des Lang-Lkws entstehen. Der Lang-Lkw ermöglicht die Reduzierung der Anzahl an Lkw auf der Straße und somit eine Reduzierung der Belastung der Infrastruktur. Vor allem für Paket und Stückguttransporte bestehen durch den Lang-Lkw Möglichkeiten zur Reduzierung der Umweltbelastung. Eine erhöhte Unfallgefahr durch den Lang-Lkw konnte durch Versuche im Ausland sowie den aktuellen Versuch nicht nachgewiesen werden.

Die Dokumentation kann auf der Webseite nachgelesen werden.<sup>57</sup>

---

<sup>57</sup> vgl. <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

## **Halbcontainer**

Die 50ty Box oder der Halbcontainer ist ein weiterer Wechselaufbautentyp und wird mit S abgekürzt. Sie wird aufgrund der Einzigartigkeit im UPS-Netz nur auf reglementierten und paarigen Verkehren eingesetzt. Die Besonderheit liegt darin, dass sie nur halb so lang ist wie der Jumbo-Container. Diese Box ist entwickelt worden, um die Rentabilitätsschwelle für Direktladungen zu senken und damit das Bypasspotenzial zu erhöhen. Mit einem Wechselbrückenzug können maximal vier Halbcontainer bewegt werden.

Innerhalb der Fallstudie wurden die Potentiale und Auswirkungen auf die Effizienz untersucht. Hier wurde bestätigt, dass Halbcontainer ein Baustein im UPS-Netzwerk für effizienten Transport mit einer hochausgelasteten Kapazität ist.

Die Dokumentation kann im Partnerbericht nachgelesen werden.<sup>58</sup>

## **Veränderung des Sendungsverhalten der Kunden**

In der Fallstudie ecoModal B wurde untersucht, in wie weit sich Veränderungen des Sendungsverhalten der Kunden auf die Transportabläufe auswirken. Eine Änderung der Bestellzeiten von E+1<sup>59</sup> (Auslieferung am nächsten Tag) auf E+2 würde den Transport von zeitkritischen Stück- und Paketsendungen mit dem Kombinierten Verkehr ermöglichen. Dies würde zu Kosteneinsparungen und einer Reduzierung der ökologischen Belastung führen.

Allerdings wurde in Gesprächen mit Logistikdienstleistern festgestellt, dass die Tendenz aktuell eher zu E+0 geht und hier Konzepte vorrangig in Großstädten realisiert werden.

Die genauen Auswirkungen einer Änderung des Bestell- und Auslieferverhaltens auf die Transportkette wurden in der Fallstudie ecoModal B (vgl. Kapitel 1.9, Teil II) detaillierter untersucht. Solche Änderungen wirken sich zudem auf die Hof- und Werkslogistik aus, so müssen beispielsweise die Lagerstrategien angepasst sowie weitere Tor- und Lagerkapazitäten geschaffen werden.

## **Zentrales Netzwerkmanagement, Kooperation und Organisation**

Die Planung und Organisation der Transportnetzwerke der KEP-Dienstleister ist ein komplexer und sich stetig in immer kürzer werdenden Zyklen wiederholender Prozess. Die höher werdende Komplexität und kürzer werdenden Planungszyklen sind begründet im Wachstum, Globalisierung und der damit verbundenen Verlagerung von Produktionssegmenten sowie Expandierung der Absatzkanäle ins Ausland sowie parallel die steigenden Ansprüche der Kunden in Bezug auf Verfügbarkeit, Qualität und Preis.<sup>60</sup>

Innerhalb der Fallstudie wurden die Zusammenhänge der unterschiedlichen Bewertungskriterien wie z. B. Kosten, Service, Qualität und Leistung untersucht. Neben den Grundlagen wie z. B. den Prozessen im Netzwerk wurden auch die Hierarchien der Teilnetzwerke betrachtet und priorisiert.

Ein weiteres Ergebnis der Untersuchung ist, dass die klassische Rolle der KEP Dienstleister in der Supply Chain zwischen den herstellenden Firmen und den Endkunden, also in der Distribution der angebotenen Waren, liegt. Jedoch haben einige KEP Dienstleister längst erkannt, dass das klassische Kerngeschäft erweitert werden kann, um Geld- sowie Informationsflüsse in dieser gesamten Prozesskette zu steuern, damit die herstellenden Unterneh-

---

<sup>58</sup> vgl. <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

<sup>59</sup> Einsammlungstag (E) zzgl. eines Tages zur Zustellung

<sup>60</sup> vgl. Krupp et al o.J., S. 15

men sich auf das Kerngeschäft konzentrieren können.<sup>61</sup> Aufgrund der Bandbreite in der KEP-Dienstleister mittlerweile tätig sind, operieren diese im Bereich des Interlogs Netzwerks als integrierter Bestandteil der unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskette.

Insgesamt umfasst die Optimierung der Logistiknetzwerke zahlreiche Dimensionen und greift u.a. in die Prozesse von Unternehmen ein. Daher ist eine Abgrenzung erforderlich, um zu erkennen welcher Bereich der Logistik betrachtet wird.

## 1.7 Fallstudie ecoFleet: Ökoeffizientes Flottenmanagement

Eine der Hauptherausforderungen an den Logistiksektor ist die Verminderung der verkehrsbedingten Schadstoff-Emissionen. Die Fallstudie »ökoeffizientes Flottenmanagement« (AP 2.3) untersuchte die Möglichkeiten, alternative Antriebstechnologien und regenerative Kraftstoffe unter realistischen Alltagsbedingungen im Straßengüterverkehr einzusetzen. Zu Beginn des Projektes bedienten UPS, Schmidt-Gevelsberg und die Deutsche Post ihre Netze überwiegend mit dieselbetriebenen Fahrzeugen. Der Einsatz von Elektro- bzw. Hybridantrieben oder klimafreundlicher Kraftstoffe war nur vereinzelt und nicht im Großmaßstab einer Flotte implementiert. Zielsetzung war die Erarbeitung von Kriterien, die eine Bewertung von unterschiedlichen Antriebstechnologien nach ökoeffizienten Aspekten in unterschiedlichen Einsatzgebieten ermöglichen. Parallel hierzu erfolgte ein unternehmensübergreifender Austausch über die in der Praxis gewonnenen Erfahrungen bezüglich alternativer Antriebstechnologien.

Tabelle 10: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 2.3

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
Deutsche Post	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfahrungen und Potenzialbewertung</li> <li>• Bewertungsmatrix und Potenzialbewertung</li> <li>• Aufbau einer Nutzwertanalyse (Diplomarbeit)</li> </ul>
Deutsche Post, Schmidt-Gevelsberg, UPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisierung Antriebstechnologien</li> <li>• Anforderungs- und Kriterienkatalog</li> <li>• Entwicklung von Handlungsempfehlungen</li> </ul>
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentation der Bestandsaufnahme</li> <li>• Durchführung Potenzialabschätzung</li> <li>• Veröffentlichung »Studie zu alternativen Antriebsformen im Straßengüterverkehr«</li> </ul>

### Bestandsaufnahme und Systemanforderungen

Für Logistikdienstleister bieten alternative Antriebskonzepte und Kraftstoffe (im Folgenden: alternative Antriebe) ein interessantes Handlungsfeld, um im Anbetracht steigenden Transportaufkommens eine Reduktion von Treibhausgasemissionen zu erzielen. Auf Basis einer Literatur- und Internetrecherche sowie durch Gespräche mit Industriepartnern konnte im Projekt ein einheitliches Systematisierungs- und Beschreibungsmodell entwickelt werden (vgl. Abbildung 25). Als Alternativen zum Diesel kommen für Logistikdienstleister im Straßengütertransport folgende Optionen in Betracht: rein-elektrische Antriebe, hybrid-elektrische Antriebe, reine Gasantriebe, hybride Gasantriebe (»Dual Fuel«) sowie natürliche und synthetische Biokraftstoffe. Hybride Konzepte sind dadurch gekennzeichnet, dass zwei unterschiedliche Motorenkonzepte zusammenwirken. Dies bedeutet zum Beispiel, dass elektrische Ma-

<sup>61</sup> vgl. Kigler, Stadler o.J., Kapitel 1

schinen (E-Maschine) und Verbrennungskraftmaschinen (VK-Maschine) in serieller oder paralleler Anordnung eine Antriebsleistung erbringen.

In Bezug auf die Klassifizierung von Fahrzeugeinsatzgebieten bietet sich die Systematik des Kraftfahrtbundesamtes<sup>62</sup> an. Demnach werden entsprechend der typischen Tagesstourenlänge drei Einsatzgebiete differenziert: 1.) Stadtverkehr mit bis zu 50 km, 2.) Regionalverkehr mit Entfernungen im Bereich von 51 bis 150 km und 3.) Fernverkehre mit mehr als 151 km. Die Entfernung ist ein wesentlicher Aspekt für die Potentialbewertung alternativer Antriebe.

Elektro-Antrieb (1. Gen.) (Batterie)	E-Maschine	Batterie	Strom	
Elektro-Antrieb (2. Gen.) (Brennstoffzelle)	E-Maschine	Batterie	Brennstoffzelle	Wasserstoff
Serieller Hybrid-Antrieb	E-Maschine	VK-Maschine	Diesel	Strom (als Plug-In)
Paralleler Hybrid-Antrieb	VK-Maschine	E-Maschine	Diesel	Strom (als Plug-In)
Gas-Antrieb (CNG und LNG)	VK-Maschine	Gas		
Dual-Fuel Antrieb	VK-Maschine	Gas	Diesel	
100 % Bio-Kraftstoff (1. Gen.)	VK-Maschine	Pflanzenöl (umgeestert)	Bioethanol	
Synthetischer Kraftstoff (2. Gen.)	VK-Maschine	Biomass-to-Liquid (BtL)	Gas-to-Liquid (GtL)	

■ fester Baustein    ■ optional

Abbildung 25: Systematisierungsmodell alternativer Antriebskonzepte und Kraftstoffe<sup>63</sup>

Für die Realisierung von Transportaufträgen setzen Logistikdienstleister in diesen Einsatzgebieten unterschiedliche Fahrzeugtypen ein. Daher ist hier eine zusätzliche Systematisierung erforderlich. Im Forschungsprojekt wurde eine Klassifizierung erarbeitet und eine Analyse bei den Partnern durchgeführt (vgl. Beispiel KEP-Dienstleister, Abbildung 26).

Darstellung der Laufleistungen einzelner Fahrzeugklassen

Fahrzeugtyp nach zGG	Durchschnittliche Laufleistungen pro Tag [km]	Durchschnittliche Laufleistungen pro Jahr [km]	Prozentualer Anteil am Gesamtfuhrpark [CO2-basiert]
Kleintransporter	35	11.000	57 %
Transporter	35	11.000	15 %
Leichter Lkw	225	70.000	15 %
Mittlerer Lkw	225	70.000	3 %
Schwerer Lkw	200	60.000	10 %

Einsatzgebiete der Fahrzeugklassen (entsprechend der Fahrleistung)

Fahrzeugtyp nach zGG	Einsatzgebiet Stadt	Einsatzgebiet Land	Einsatzgebiet Fern (Netzwerktransporte)
Kleintransporter	häufig	gelegentlich	selten
Transporter	gelegentlich	häufig	selten
Leichter Lkw	selten	häufig	selten
Mittlerer Lkw	selten	häufig	selten
Schwerer Lkw	selten	gelegentlich	häufig

Alternative Antriebsformen der Fahrzeugklassen

Fahrzeugtyp nach zGG	Anteil konventionelle Verbrennungsmotoren [%]	Anteil Hybridantriebe [%]	Anteil Elektroantriebe [%]
Kleintransporter	99,2 %	0 %	0,8 %
Transporter	99,6 %	0 %	0,4 %
Leichter Lkw	99,6 %	0,4 %	0 %
Mittlerer Lkw	100 %	0 %	0 %
Schwerer Lkw	100 %	0 %	0 %

Abbildung 26: Analyse der Fuhrparkstrukturen und des Fahrzeugeinsatzes (Quelle: Fraunhofer IML)

In einer von der Deutsche Post AG betreuten Diplomarbeit wurde im Rahmen des Projekts eine integrierte Kosten-Emissionsbewertung für alternative Antriebstechnologien entwickelt und in Microsoft Excel umgesetzt. Die Nutzwertanalyse wurde am Beispiel der Zustellregion Bonn der Deutschen Post AG auf ihre Anwendbarkeit hin überprüft. Die Funktionsweise

<sup>62</sup> vgl. KBA 2011

<sup>63</sup> vgl. Clausen, Rüdiger 2014, S. 23

konnte grundsätzlich bestätigt werden. Aufgrund des hohen Aufwands und der subjektiven Kriterienbewertung, wurde die Übertragung auf andere externe Partner jedoch als kritisch eingestuft.

### Ergebnisstudie zu alternativen Antriebsformen im Straßengüterverkehr

Aufbauend auf den vorherigen Untersuchungen wurde eine Kurzstudie<sup>64</sup> veröffentlicht, welche die alternativen Antriebsformen und Kraftstoffe in den Kontext der vom Straßengütertransport gestellten Anforderungen und Besonderheiten stellt. Dies ist im Hinblick auf die großen Unterschiede zum motorisierten Individualverkehr erforderlich, denn die Erkenntnisse aus dem Bereich des Personenverkehrs lassen sich nur begrenzt auf den Güterverkehr übertragen. Zudem lagen zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits viele, zumeist sehr spezifische Einzelerfahrungen in Unternehmen vor, die es zu sammeln und zu systematisieren galt, um weiteren Forschungsbedarf aufzuzeigen.

Im Rahmen der Studie wurde eine Differenzierung der Verkehrsbereiche Stadtverkehr, Regionalverkehr und Fernverkehr vorgenommen, um den unterschiedlichen Anforderungen an die Fahrzeugauslegung und -ausstattung gerecht zu werden. Befragte Fachleute aus den Marktsegmenten KEP, Stückgut und Handel gaben ihre Einschätzung zum aktuellen Entwicklungsstand und dem zukünftigen Entwicklungsvermögen von alternativen Antriebskonzepten. Acht umweltfreundliche, antriebsbezogene Alternativen wurden hierbei differenziert und im Hinblick auf fünf Fahrzeugklassen dargestellt (siehe Abbildung 27).



Abbildung 27: Verteilung der Testfahrerfahrungen der befragten Unternehmen auf Fahrzeugklassen<sup>65</sup>

Besonders viele Testfahrerfahrungen fallen in den Zeitraum 2012 bis 2014. Offensichtlich haben sich viele Logistikunternehmen dem Thema »Grüne Logistik« gegenüber geöffnet und sind bestrebt, Maßnahmen zu identifizieren und zu prüfen. Sei es aus einer werbestrategischen, wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Motivation, alternative Antriebskonzepte sind für Unternehmen ein interessantes Handlungsfeld geworden.

Die Studie bestätigt jedoch auch, dass im Bereich der alternativen Antriebe und Kraftstoffe allgemein noch viel Forschungs- und Entwicklungsbedarf vorliegt. Fehlende Testfahrerfahrungen bei Logistikdienstleistern sind vorrangig darauf zurückzuführen, dass die Marktreife der Pro-

<sup>64</sup> vgl. Clausen, Rüdiger 2014

<sup>65</sup> vgl. Clausen, Rüdiger 2014, S. 13

dukte zu gering ist und spezielle logistische Anforderungen (z. B. Schlafkabine im Fernverkehr) ggf. nicht abgedeckt werden. Eine detailliertere Darstellung der Untersuchungen kann dem Green Logistics Schlussbericht vom Fraunhofer IML entnommen werden. Zudem wurde die Studie im Fraunhofer Verlag veröffentlicht.<sup>66</sup>

## 1.8 Fallstudie ecoModal Teil A: CO<sub>2</sub>-Vermessung eines Intermodal-Netzwerks

DB Schenker nutzt für die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung im Rahmen von Green Logistics Networks das Tool EcoTRANSIT, mittels dessen schon zu Beginn des Verbundvorhabens bereits effiziente Massenkalkulation für eine größere Anzahl an Einzeltransporten, die DB Schenker für seine Kunden erbringt, möglich war. Jedoch stieß das Tool insbesondere bei der CO<sub>2</sub>-Berechnung von Netzwerkverkehren bis dato an seine Grenzen. Ziel des Arbeitspakets 2.4 war daher, die Umweltwirkungen im Kombinierten Verkehr im Vergleich zum Nutzfahrzeug herauszuarbeiten und aktuelle Anwendungsfälle für eine Verkehrsverlagerung gemeinsam mit den Industriepartnern zu identifizieren und zu bewerten.

Um die Komplexität der Untersuchung auf ein handhabbares Maß zu beschränken, wurde ein Ausschnitt des Kombiverkehrsnetzwerkes innerhalb von DB Intermodal gewählt: Start und Zielpunkt im Großraum Ruhrgebiet entlang des Nord-Süd-Korridors über den Großraum München mit Anbindung der Wirtschaftsregion Norditalien.

Tabelle 11: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 2.4

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
DB Mobility Logistics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesamtkoordination des Arbeitspaketes</li> <li>• Auswahl Teilnetz des Kombiverkehrsnetzes</li> <li>• Erhebung von Produktions- und Leistungsdaten</li> <li>• Erstellung einer Datenbank</li> <li>• Entwicklung eines Kalkulationswerkzeugs</li> <li>• Abbilden von Sendungsvolumen im Teilnetz</li> <li>• Bewertung der Umweltwirkung KV – Direktverkehr</li> </ul>
Deutsche Post, Schmidt-Gevelsberg, UPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachliche Unterstützung</li> <li>• Bereitstellung von Sendungsvolumen</li> <li>• Bewertung der Umweltwirkung KV – Direktverkehr</li> </ul>
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Begleitung</li> <li>• Erarbeitung Checklisten, Vorbereitung Workshops</li> <li>• Ergebnistransfer, Anonymisierung</li> </ul>

Nachfolgend wird die Fallstudie zusammenfassend dargestellt. Eine detailliertere Darstellung der Arbeiten zur »CO<sub>2</sub>-Vermessung eines Intermodal-Netzwerks« kann dem Green Logistics Schlussbericht von DB Schenker entnommen werden.

Beginnend wurde in ecoModal A eine ausführliche Prozessanalyse des Kombinierten Verkehrs (KV) durchgeführt. Hierbei wurde eine Einordnung in den Schienengüterverkehr vorgenommen (Ganzzug, Einzelwagen, Kombierter Verkehr) sowie die Rangierabläufe systematisch dargestellt (siehe Abbildung 28).

<sup>66</sup> vgl. Clausen, Rüdiger 2014

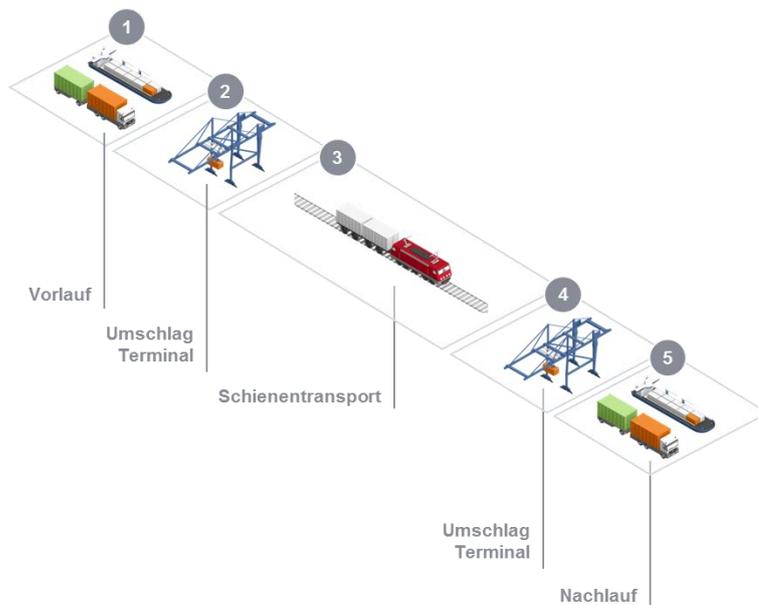


Abbildung 28: Prozesskette des Kombinierten Verkehrs (Quelle: DB Schenker)

Anhand u.a. der zuvor genannten Beispielrelationen wurden Realdaten (z. B. Produktions- und Leistungsdaten, Sendungsvolumen, Transportmengen, Routing, Gewicht) aufgenommen und analysiert. Dabei konnte in einem ersten Analyseschritt ein nicht zu vernachlässigender Beitrag von 5 % der Umschlag- und Rangiertätigkeiten an den gesamten  $\text{CO}_2\text{e}$ -Emissionen einer KV-Relation aufgezeigt werden, so dass Detailanalysen mit weiteren Realdatenaufnahmen durchgeführt, mit EcoTransIT-Berechnungen verglichen und detailliert im Schlussbericht von DB Schenker dokumentiert wurden.

Die anhand von Realdaten ermittelten Emissionen sind in jedem Glied der Transportkette höher als die in EcoTransIT hinterlegten Werte. Auffällig ist beispielsweise, dass die Realdaten beim Umschlag einen Wert liefern, der fast viermal so groß ist, wie der Wert aus EcoTransIT. Dies liegt vor allem an den jeweils unterschiedlichen Stromverbrauchswerten, welche in den Berechnungen verwendet werden (EcoTransIT: 4,4 kWh/TEU; Realdaten: 14,82 kWh/Hub). Ferner verwendet EcoTransIT Durchschnittswerte, die mitunter geringer als real gemessene Relationsdaten sein können. Weiterhin sind in EcoTransIT teilweise andere Emissionswerte und Umrechnungsfaktoren hinterlegt, was zu Abweichungen bei den Ergebnissen führt. Es wurden Ansätze zur besseren Abbildung realer Zug-Nutzungsgarde identifiziert und mit konkreten branchenspezifischen Parametern (Auslastungsgrad, Leerfahrtenanteil, Bruttogewicht) hinterlegt. Ferner wurde im Zusammenhang mit der Fallstudie ecoModal Teil A wurde ein Werkzeug entwickelt, welches für den Hauptlauf Schiene für alle Verkehre von DB Schenker Rail einen differenzierten Auslastungsgrad und Leerfahrtenanteil ausweist. Die dahinterliegende Systematik unterscheidet nach den drei Zugkategorien Ganzzug, Einzelwagen und Kombiniertes Verkehr sowie nach Gutarten auf Basis der Aggregationsebene ‚Nomenclature uniforme des marchandises pour les statistiques de transport (NST81)‘. Bei der NST81 handelt es sich um eine allgemeine Gutarten-Systematik der Europäischen Union. Anstelle der bislang verwendeten drei Standard-Zugtypen (Volume, Average, Bulk) bietet das neue Werkzeug nach dem Verbundprojekt Green Logistics eine standardisierte Unterscheidung nach 243 möglichen Kombinationen aus Zugkategorie und Gutart.

## 1.9 Fallstudie ecoModal Teil B: Intermodalität von morgen

In Deutschland werden Stückgut- und Paketverkehre aktuell hauptsächlich auf dem Verkehrsträger Straße transportiert. Begründet ist dies durch die organisatorischen Vorteile. Der Transport auf der Straße zeichnet sich durch die flexibel einsetzbaren Fahrzeuge aus, es kommt zu wenigen Standzeiten und auf kurzen bis mittleren Entfernungen sind die Transportzeiten relativ gering.

Ziel der Fallstudie ecoModal B war deshalb die Bündelung von zeitkritischen Stückgut- und Paketverkehren und der Aufbau eines Transports auf der Schiene. Betrachtet wurden Verkehre aus dem Ruhrgebiet in große deutsche Verkehrszentren, um Verlagerungspotentiale zu identifizieren. Diese Betrachtung schloss die Entfernung und die voraussichtliche Transportmengen mit ein.

In einem ersten Schritt wurden die spezifischen Anforderungen an Marktteilnehmer und Lieferanten zur Reduzierung von Verlagerungshemmnissen analysiert. Basierend auf den Ergebnissen wurde ein Konzept zur systematischen und automatischen Überprüfung der Einsatzfähigkeit intermodaler Transportketten für bestimmte Teilaufgaben erarbeitet. Dies wurde hier für Güterströme aus dem Ruhrgebiet für drei Szenarien auf ausgewählten innerdeutschen Relationen untersucht. Ein wichtiges Kriterium ist die genaue Definition der Anforderungen der Marktteilnehmer, um bestehende Hemmnisse zu reduzieren.

Die beteiligten Partner Deutsche Post DHL, Schmidt-Gevelsberg und UPS stellten Unternehmensdaten für die Szenarientwicklung bereit, wie beispielsweise Anzahl Wechselbrücken (WB) und Gestellungszeiten. Es wurden drei Szenarien definiert, für welche die Verlagerungsfähigkeit in den KV unter Berücksichtigung der Anforderungen der Industriepartner bewertet wurde.

Tabelle 12: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 2.5

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
Deutsche Post, Schmidt-Gevelsberg, UPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsame Erarbeitung von Marktanforderungen</li> <li>• Beschreibung und Bewertung von Hemmnissen</li> <li>• Bereitstellung Unternehmensdaten für Szenarientwicklung <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ruhrgebiet – München</li> <li>▪ Ruhrgebiet – Berlin</li> <li>▪ Entschleunigung Paket- und Stückguttransporte</li> </ul> </li> </ul>
DB Mobility Logistics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung der aktuellen Verlagerungsfähigkeit in den KV unter Berücksichtigung der Anforderungen der anderen Industriepartner</li> </ul>
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Begleitung der Definition von Auswahlkriterien für die Auswahl der Verkehrsträger vor dem Hintergrund ökoeffizienter Lösungen</li> </ul>
Wuppertale Institut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterstützung der wissenschaftlichen Begleitung</li> </ul>

Basierend auf den Ausgangsdaten, Anforderungen und identifizierten Hemmnissen wurden die Bewertungskriterien festgelegt und ein Bewertungsmodell entwickelt. Nachfolgend werden die Untersuchungsergebnisse zusammenfassend erläutert. Detaillierte Darstellungen können den Green Logistics Schlussberichten der Projektpartner DB Schenker, Deutsche Post DHL, Schmidt-Gevelsberg und Fraunhofer IML sowie der Fallstudiendokumentation<sup>67</sup> entnommen werden.

<sup>67</sup> vgl. Klukas et al. 2013

### Szenario 1: Ruhrgebiet – München

In diesem Szenario wurde die Relation Ruhrgebiet – München als Greenfield-Planung betrachtet. Hier gab es bis dato keine passenden bestehenden Güterzugverkehre, die E+1 ermöglichen. Die Möglichkeiten zum Aufbau einer Schienenverbindung sollte geprüft werden. Gegeben sind die Abruf- und Anlieferzeitpunkte der Paket- und Stückgutdepots sowie die Transportmengen. Die Auswertung der Szenarien fand auf strategischer Ebene statt, eine operative Umsetzbarkeit, z. B. Machbarkeitsprüfung der Trasse, war nicht Teil der Betrachtung.

Bei einem Gesamtaufkommen aller Projektpartner auf der Relation München – Ruhrgebiet (30 WB) und Ruhrgebiet – München (27 WB) können unter Berücksichtigung der Abhol- und Zustellzeitfenster nur rund 26% bzw. 48% der WB die vorgegebene Laufzeit einhalten. Die Gesamtauslastung des Zuges beläuft sich auf 12,5% bzw. 20% (Sonderzug nur für die Projektpartner). Bei einem Einsatz eines Ganzzuges könnten 55% der CO<sub>2</sub>e-Emissionen eingespart werden

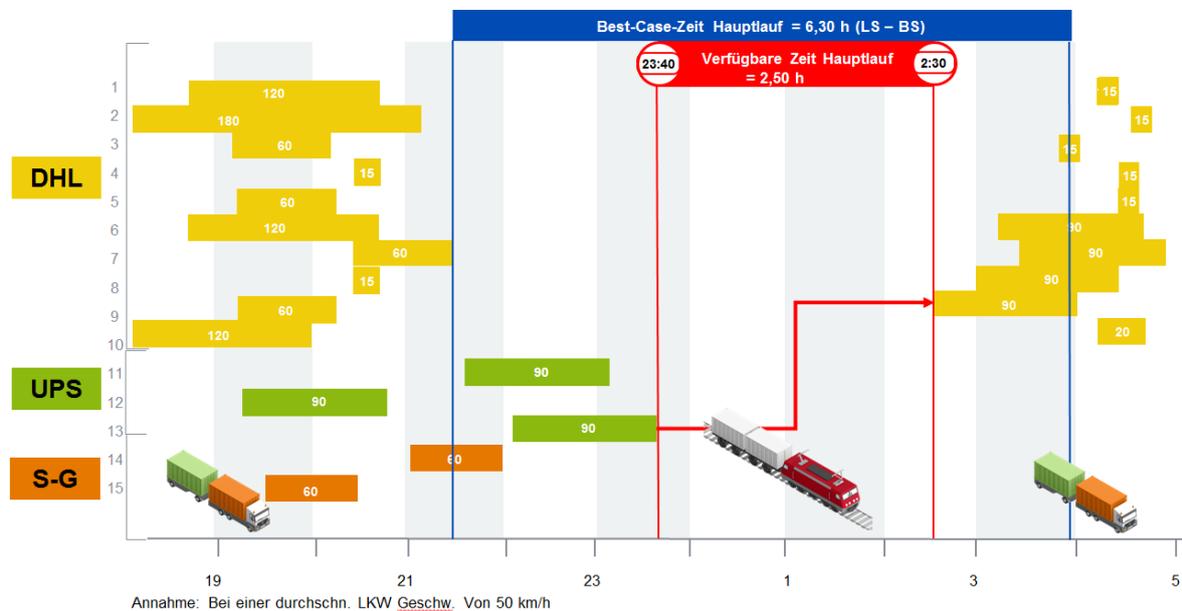


Abbildung 29: Laufzeitanalyse nach Zeitrestriktionen der Partner; Relation Ruhrgebiet – München (Quelle: DB Schenker)

### Szenario 2: Ruhrgebiet – Berlin

Szenario 2 untersuchte die Nutzung einer bestehenden Relation, dem sogenannten Ost-West-PIC von Unna/Bönen nach Berlin-Wustermark bzw. Berlin-Westhafen. Es wurden die Verlagerungsmöglichkeiten der Transportmengen und Berücksichtigung existierender Ablaufpläne der Terminals und des Zuges geprüft. Ebenfalls sollten die Anpassungen beschrieben und bewertet werden, die bei einer Realisierung notwendig sind.

Analysiert wurden neben den Abruf- und Anlieferzeitfenster der Depots die Abfahrtszeit, freie Kapazitäten und die Auslastung der Umschlagsterminals. Außerdem musste eine Kompatibilität der zu verladenden Wechselbehälter mit dem vorgegebenen Ablaufplan dieses Zuges überprüft werden.

Der Ost-West-PIC fuhr zum Untersuchungszeitpunkt montags bis donnerstags. Ladeschluss in Bönen war um 19:30 Uhr und Abfahrt um 19:58 Uhr. Der Zug kam um 03:00 Uhr in Berlin-Wustermark und um 05:30 Uhr in Berlin-Westhafen an.

Bei einem Gesamtaufkommen aller Projektpartner auf der Relation Ruhrgebiet – Berlin (36 WB) und Berlin – Ruhrgebiet (30 WB) können unter Berücksichtigung der Abhol- und Zustellzeitfenster jeweils nur 3 WB die vorgegebene Laufzeit einhalten. Bei einem Einsatz eines Ganzzuges könnten 59% der CO<sub>2</sub>e-Emissionen eingespart werden.

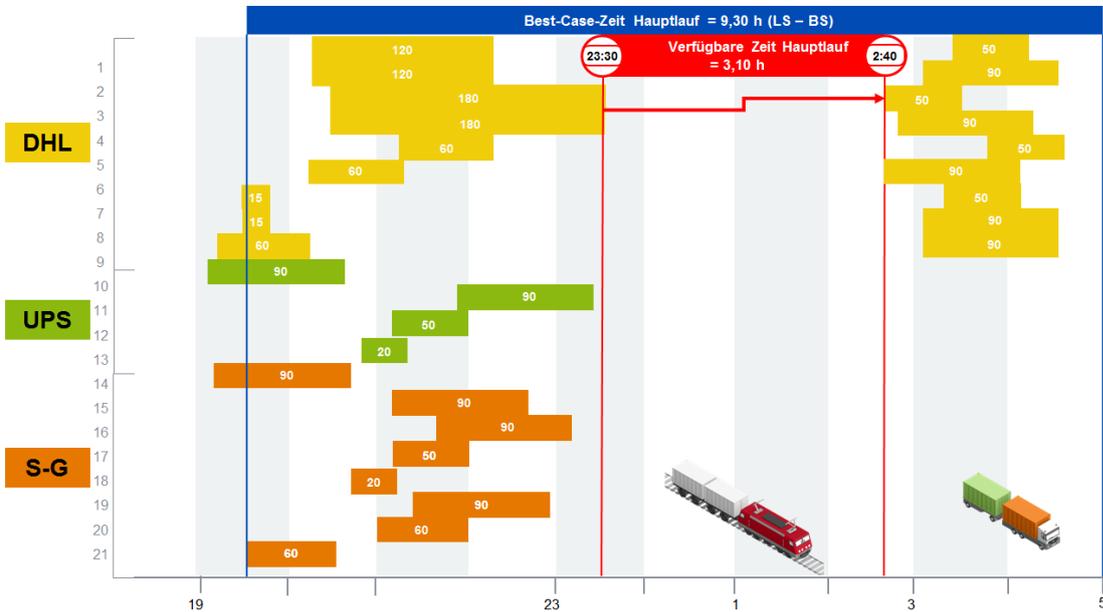


Abbildung 30: Laufzeitanalyse nach Zeitrestriktionen der Partner; Relation Ruhrgebiet – Berlin (Quelle: DB Schenker)

### Szenario 3: Nutzung des Kombinierten Verkehrs

In Szenario 3 wurde eine Entschleunigung der Paket- und Stückguttransporte untersucht. Unter der Annahme, dass Paket- und Stückgutsendungen in Zukunft nicht mehr zeitkritisch geliefert werden müssen, sollten diese in das bestehende System des Kombinierten Verkehrs eingespeist werden, um Synergieeffekte mit anderen Transportströmen zu nutzen und Transportmengen zu konsolidieren. Ziel des Szenarios war die Darstellung der wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile des sogenannten E+2 gegenüber E+1 oder E+0.

Voraussetzung der späteren Umsetzung eines solchen Konzepts ist ein Umdenken von Versendern. Diese verlangen eher nach einem schnellen Service (24-Stunden-Zustellung, Expressdienste etc.). Eine Voraussetzung für eine spätere Umsetzung ist ein verändertes Kundenverhalten.

Problematisch wurde die Umsetzung eines solchen Systems durch die Logistikdienstleister gesehen, da ein Mischbetrieb von E+1 und E+2 nur unter hohen zusätzlichen Investitionskosten in die Infrastruktur (Depots und Werksgelände) möglich ist. Zusätzlich müssten Abstellflächen sowie Lkw-Tore geschaffen werden.

Die beschriebenen Anforderungen an das Konzept verdeutlichen, dass die kurzfristige Umsetzung des Konzepts unrealistisch ist, aber eine Richtung für ökologische Transportkonzepte in der Zukunft aufzeigt.

### Fazit

Aus Untersuchungen wurden die Hemmnisse für die Nutzung des Kombinierten Verkehrs deutlich: Aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht ist eine Verlagerung sinnvoll. Allerdings ist aus Sicht der Logistikdienstleister die Transportdauer begründet durch die Anforderungen

der Versender ein Ausschlusskriterium. Die Untersuchungen ergaben, dass die geforderte Transportdauer nicht eingehalten werden kann. Hinzu kommt, dass das notwendige Transportvolumen nicht ausreicht, um einen Zug auszulasten und wirtschaftlich zu betreiben. Eine Erhöhung des Volumens kann eventuell durch die Einbeziehung von Teil- oder Komplettladungstransporten in die Verlagerungsszenarien erreicht werden. Für eine dauerhafte Auslastung des Zuges müsste deren Aufkommen jedoch regelmäßig und planbar sein. Unter der Annahme der Realisierung der Entschleunigung von Stückgut- und Pakettransport kann der Kombinierte Verkehr wieder ein Thema für diese Branchen werden. Aktuell ist durch die Anforderung an die Auslastung sowie die Transportdauer eine Verlagerung nicht realisierbar.

### 1.10 Fallstudie ecoBox: Ökoeffizientes Behältermanagement

Bei den Hauptauffahrten kommen sowohl in der Paket- als auch der Brieflogistik Wechselbrücken (WBeh) zum Einsatz. Diese flexiblen Ladungsträger bilden die Schnittstelle zwischen Transport und Intralogistik. Während die Erfassung der Ankunfts- und Abgangszeiten über ortsgebundene Systeme bereits in vielen Fällen implementiert war, wurden die Potentiale durch eine Überwachung positionsbezogener Angaben zu Beginn des Forschungsprojektes nicht genutzt.

Durch innovatives Behältermanagement (AP 2.6, 7.4), basierend auf einer Verknüpfung der Hoflogistik und Routenführung, sollte ein ökologisch optimiertes Konsolidierungsnetzwerk entstehen, welches in einem Modellversuch anhand des Bestandes von 8.580 eigenen (Mittelwert 2009) und weiteren 200 gemieteten Wechselbehältern der Deutschen Post DHL getestet werden sollte.

Es wurde zu Projektbeginn erwartet, dass die optimierte Re-Positionierung von Behältern bei gleicher Verfügbarkeit einen um 3 bis 5% reduzierten Bestand ermöglicht. Die Emissionen bei den eingesparten Leerbehältertransporten könnten um ca. 200 t CO<sub>2</sub>/a verringert werden.

Tabelle 13: Arbeitsteilung in den Arbeitspaketen 2.6 und 7.4

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
Deutsche Post	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung von Wechselbehälterbewegungsmuster um Fremdnutzung besser aufzudecken</li> <li>• Einführung einer Geofencing-Funktion</li> <li>• Entwicklung von Standardreports</li> <li>• Sollprozessbeschreibung zur Einbindung der Hoflogistik in ein einheitliches System zur Positionsdatenbestimmung von Wechselbrücken</li> </ul>
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Begleitung der Arbeiten</li> <li>• Ökologische Bewertung der Konzepte und Maßnahmen mit Hilfe des ökologischen Bewertungsbaukastens</li> <li>• Transfer der Ergebnisse und Anonymisierung und Herstellen der Allgemeingültigkeit</li> </ul>

Nachfolgend wird die Fallstudie zusammenfassend dargestellt. Eine detailliertere Erläuterung kann dem Green Logistics Schlussbericht der Deutschen Post DHL entnommen werden.

Bis Juni 2012 wurden der gesamte Pool an Wechselbehältern (WBeh) der Deutschen Post DHL mit einem autarken Ortungssystem ausgestattet, deren Funktionsweise vereinfacht in Abbildung 31 dargestellt ist.

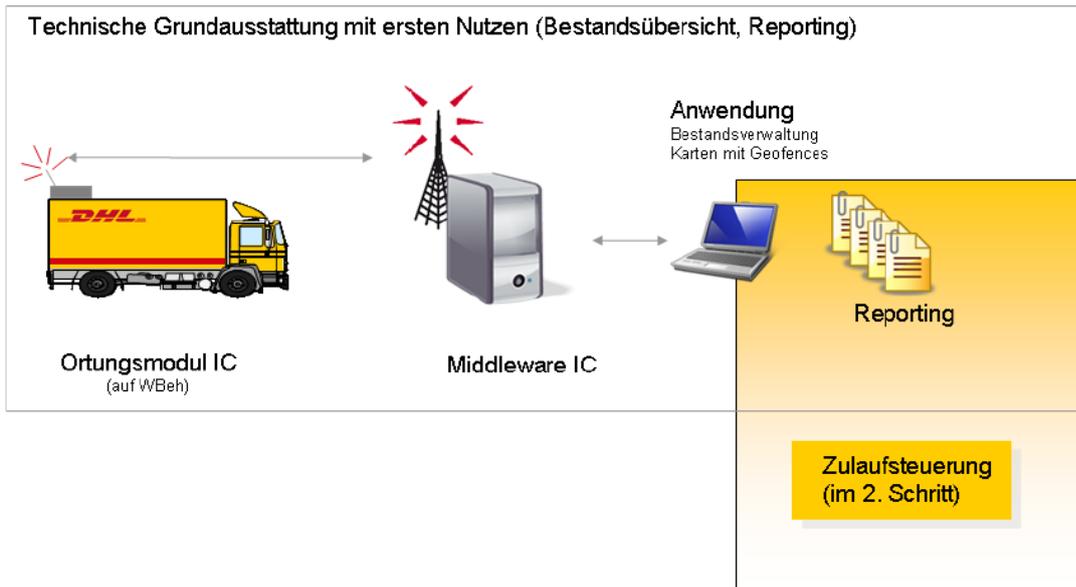


Abbildung 31: Schematische Darstellung der Funktionsweise des Ortungssystems (Quelle: Deutsche Post)

Eine mit Solarenergie betriebene Ortungs- und Kommunikationseinheit wird auf dem Dach der Wechselbrücke (zwischen den Sicken) montiert (siehe Abbildung 32). Die Box sendet rund 100mal am Tag Ortungsdaten an die sogenannte Middleware (Real Time Information Hub – RTIH). Dort werden die Daten aufbereitet und den Anwendern in Form von diversen Reports und Karten mit ‚Geofences‘ zur Verfügung gestellt.



Abbildung 32: Ausstattung der Wechselbrücken mit Echtzeit-Ortungssystemen (Quelle: Deutsche Post)

Das vorliegende Konzept umfasst neben der vollautomatischen Erzeugung täglicher Bestandsmeldungen in den vorher definierten Bereichen, die Einführung von Standardreports und die Darstellung realer Bewegungsmuster der WBeh. Durch die Ausstattung des kompletten WBeh-Pools mit einem GPS-Ortungssystem konnte ein System zum aktiven Bestandsmanagement eingeführt werden. Auch wenn das Ziel der Reduzierung des Bestands von 3 bis 5 % nicht ganz erreicht wurde, so konnte doch durch die Reduzierung von Repositionierungsfahrten um rund 270.000 km/Jahr rund 220 t CO<sub>2</sub>/Jahr eingespart und das Ziel von 200 t/Jahr übererreicht werden.

### 1.11 Fallstudie ecoTrack: Schadstoffemissionstracking von Transporten

Die objektivste Methode, die ökologische Wirkung von Transporten zu vergleichen, ist, die spezifischen sendungsbezogenen Emissionen zu ermitteln. Wie eingangs beschrieben, existieren bereits Softwaresysteme auf dem Markt, die die Emissionsermittlung unterstützen sol-

len, jedoch werden hier die Emissionen immer pauschaliert über Berechnungsverfahren berechnet und können nicht verursachungsgerecht und kundenspezifisch ermittelt werden. Des Weiteren sind sie ungeeignet für eine sendungsbezogene Ermittlung der Emissionen in komplexen logistischen Systemen, wie sie z. B. in gebrochenen Stückgutverkehren vorherrschen. Daher war es das Ziel der Arbeitspakete 2.7 und 7.3, ein System inklusive der Softwareunterstützung zur verursachungsgerechten Ermittlung von umweltrelevanten Emissionen (z. B. CO<sub>2</sub>) aufzubauen. Die hieraus resultierende Transparenz (durch Kennzahlen und Einzelfallbetrachtungen) ist eine weitreichende Motivation für ein ökologisch verantwortungsvolles Handeln bei allen Beteiligten (Dienstleister, Mitarbeiter, Kunden/Verlader).

Tabelle 14: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 2.7, 7.3

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
Schmidt-Gevelsberg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesamtkoordination des AP</li> <li>• Schaffung der nötigen Datenbasis; Anpassung der TMS</li> <li>• Gestaltung und Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Trackers</li> </ul>
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Begleitung der Arbeiten</li> <li>• Erarbeitung von Arbeitshilfen</li> <li>• Transfer der Ergebnisse, Anonymisierung, Herstellen der Allgemeingültigkeit</li> </ul>

Nachfolgend wird die Fallstudie zusammenfassend dargestellt. Eine detailliertere Erläuterung kann dem Green Logistics Schlussbericht von Schmidt-Gevelsberg entnommen werden.

Generell hat Schmidt-Gevelsberg in der Fallstudie zwischen Nahverkehr und Fernverkehr unterschieden. In beiden Teilbereichen wurde eine Potentialanalyse durchgeführt, um Referenzgebiete zu identifizieren, in denen die weitere Entwicklung exemplarisch vorgenommen wurde.

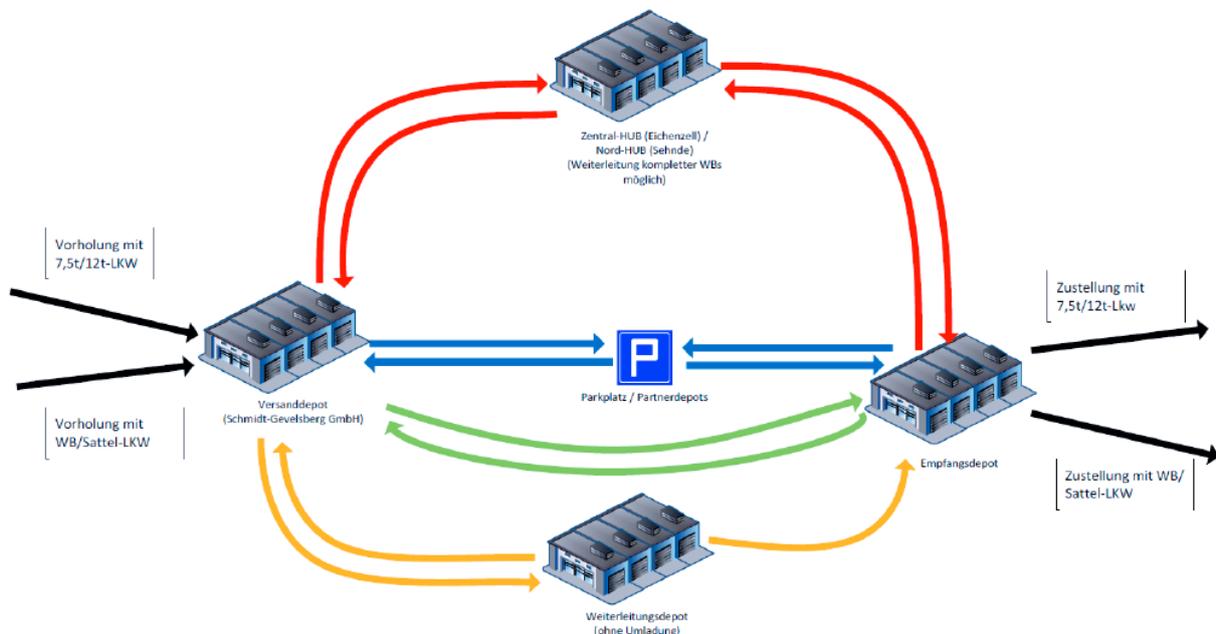


Abbildung 33: Verkehrsströme bei Schmidt-Gevelsberg (Quelle: Schmidt-Gevelsberg)

Neben der allgemeinen Festlegung der für diesen Anwendungsfall relevanten Bilanzgrenzen, Umrechnungsfaktoren sowie Berechnungsverfahren wurde insbesondere die aufwandsarme und automatisierte Aufnahme von Realdaten, d. h. u. a. der Treibstoffverbräuche auf Lkw-Ebene entlang einer Tour und deren Stopps, detailliert untersucht. Dabei wurden auch

Schnittstellen zu Transportmanagementsystemen (TMS) mit ihren u.a. Kundendaten und Tour-Informationen, mobile Anwendungen oder Web-Erfassungstools (z. B. zur Treibstoffverbrauchsaufnahme) und die Anbindung an Entfernungstabellen betrachtet. Ferner wurden Sonderfälle analysiert, welche individuelle Lösungen für die verursachergerechte CO<sub>2</sub>-Ermittlung bedürfen, wie z. B. unpaarige Relationen im Fernverkehr oder im Nahverkehr fixe Anlieferzeitfenster, Anlieferungen vor einer bestimmten Uhrzeit sowie die Zustellung mit zwei Fahrern. Diese Vorarbeiten wurden in einen Demonstrator bei Schmidt-Gevelsberg überführt und zwei Arten aggregierter Kennzahlen abgeleitet. Einerseits diesen diese Kennzahlen der internen Vergleichbarkeit beim Spediteur, andererseits sind sie extern für Kunden und Auftraggeber gedacht.

Mit den Ergebnissen ecoTrack ist es nun möglich, nach Versendern bzw. Auftraggebern oder nach Ladestellen zeitbezogene Auswertungen anzufertigen. Es wird beispielsweise dargestellt, zu welchem Anteil der Sendungen Emissionswerte berechnet werden konnten und wie viele Emissionen gesamt durch diesen Kunden verursacht worden sind.

Kundenbezogene Addition von Sendungen				Erstellt am: 17.02.2015			
Von: 05.08.2014 Bis: 31.01.2015 Rolle: Auftragsgeber							
Name:							
Versandssendungen			Eingangssendungen			Querverkehr	
19888			676			0	
Anteil in %:		1,51 %	98,49 %	Anteil in %:		0,00 %	n. def.
davon		mit CO2	Ohne CO2	davon		mit CO2	Ohne CO2
Anz. Sendungen:		301	19587	Anz. Sendungen:		0	0
Effektivgewicht:		52479,00	3363314,00	Effektivgewicht:		0,00	0,00
CO2-Emission:		423,19		CO2-Emission:		0,00	
CO2 / tkm:		0,00		CO2 / tkm:		0,00	
CO2 / Sendung:		1,41		CO2 / Sendung:		n. def.	

Abbildung 30: Kundenreport: Auswahl nach Datum und Kundenrolle (Quelle: Schmidt-Gevelsberg)

## 1.12 Fallstudie ecoHub: Ressourceneffiziente Logistikimmobilie

In der Fallstudie »ecoHub« erfolgt in der konzeptionellen Gestaltung eines »typischen« logistischen Umschlagszentrums der Einsatz ökologischer Technologien erstmals im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes Berücksichtigung. Im Rahmen dieser Fallstudie wurden daher die relevanten Bereiche (Gebäude, Gebäudetechnik, intralogistische Einrichtungen und Prozesse) eines Umschlagszentrums hinsichtlich ihrer spezifischen ökoeffizienten Optimierungspotentiale betrachtet und die Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zwischen den Bereichen und verschiedenen Technologieansätzen analysiert.

Hierauf aufbauend wurde ein Baukastensystem für ökoeffiziente Lösungen für unterschiedliche Einsatzzwecke und Rahmenbedingungen (z. B. Neubau oder Bestandsoptimierung) entwickelt, welcher die ganzheitliche Planung und Realisierung sowohl für die Erstellung als auch den Betrieb eines ökoeffizienten Umschlagszentrums unterstützt.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Fallstudie zusammenfassend dargestellt. Weitere Beschreibungen können den Teilberichten der an der Fallstudie beteiligten Projektpartner entnommen werden. Die jeweiligen von den Partner bearbeiteten Schwerpunkte zeigt nachfolgende Tabelle.

Tabelle 15: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 3, 7.6

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
Goodman / Arcadis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung eines nachhaltigen Konzeptes zur Konstruktion grüner Logistikimmobilien</li> <li>• Entwicklung von alternativen Strategien und Optimierungsansätzen</li> <li>• Berechnung Energiebedarf von Partnerobjekten und Vergleich mit tatsächlichem Energieverbrauch</li> <li>• Erstellung von Gebäudestudien unter Einbeziehung der Gebäudehülle und TGA als Variantenvergleich</li> <li>• Ermittlung von Energieeinsparpotentialen für die Gebäudehülle und TGA durch dynamische Berechnungen von Varianten am Bestandsobjekte</li> </ul>
Deutsche Post	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsame Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von intelligenter Beleuchtung (z. B. langlebige Leuchtmittel) zur Erhöhung der Ökoeffizienz</li> <li>• Technologierecherche Sortiertechnologien</li> </ul>
Fiege Deutschland	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptentwicklung für die nachhaltige Energierück-gewinnung aus Förderanlagen / -systemen</li> <li>• Technologierecherche manuelle Prozesse / Stapler</li> <li>• Effiziente Ladetechnik Stapler und Strommessungen</li> </ul>
Vanderlande Industries	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung der optimalen Rückgewinnung und Wiederverwendung von generatorisch erzeugter Bremsenergie innerhalb des intralogistischen Materialtransportsystems</li> <li>• Analyse autom. Intralogistikanlagen auf Umweltwirkung, Maßnahmen / Energieeffizienz in Fördertechniken, anteilige Energieverbräuchen in Bezug auf die einzelnen Prozessschritte innerhalb einer Logistikabwicklung</li> <li>• Datenaufbereitung für Demonstrator</li> </ul>
Lufthansa Cargo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptentwicklung zur nachhaltigen Wärme- und Stromgewinnung aus erneuerbaren Energien</li> <li>• Strommessungen von LCAG-Intralogistikkomponenten</li> <li>• Erstellung von Technologierecherchen</li> <li>• Entwicklung eines Berechnungstools für intralogistische Energieverbräuche</li> <li>• Durchführung verschiedener Analysen/ Berechnungen zum Heben von Optimierungsmöglichkeiten/-potenzialen</li> </ul>
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Begleitung der Fallstudie</li> </ul>

Die Zielsetzung einer ressourceneffizienten Logistikimmobilie misst sich im Wesentlichen am Energieverbrauch als der entscheidenden ökologischen Einflussgröße. Unter Berücksichtigung einer gewissen Unschärfe durch die Verallgemeinerung von logistischen Prozessen verteilt sich der Gesamtenergieverbrauch zu 75% auf den Transportbereich und zu 25% auf die Intralogistik.<sup>68</sup> Wiederum unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs als der entscheidenden Kenngröße zur Bewertung der Intralogistik beziffert Prof. Günthner den Verbrauch für Förder- Lager- und Kommissioniertechnik mit nahezu 50%, den Bereich Heizungs- und Klimatechnik mit 35% und ca. 15% für Beleuchtung.<sup>68</sup> Die tatsächlichen Verbrauchswerte sind wiederum stark beeinflusst durch die Art und die Nutzung der Logistikimmobilie. Umschlagslager mit einem vergleichsweise hohen Anteil manueller Transport- und Umlagerprozesse haben naturgemäß einen deutlich höheren Energieverbrauch im Bereich der Förder- und Lagertechnik als z.B. ein Hochregal als Nachschub- bzw. Vorratslager. Während ein klimageführtes Lager z.B. für Lebensmittel oder Pharmaprodukte wiederum durch die Klimatisierung einen deutlich höheren Energieanteil im Bereich Klimatisierung und Heizung hat.

<sup>68</sup> vgl. Günthner, W. 2009

Vor dem Hintergrund unterschiedlicher Anwendungsszenarien für Logistikimmobilien und der spezifischen Erfordernisse der in der Fallstudie beteiligten Anwendungspartner (DP, Fiege, LCAG) sind für die Fallstudie fünf Typen von Umschlagszentren klassifiziert worden.

In der tabellarischen Übersicht sind die Haupt- und Unterprozesse gegliedert und hinsichtlich ihrer Relevanz bzgl. der verschiedenen Umschlagszentren markiert.

Prozesse	Typ Umschlagzentrum	Standard Umschlagzentrum	Luftfracht-umschlagzentrum	Paketzentrum	Briefzentrum	multimodales Umschlagzentrum
<b>Systemgrenze: Rampe / Tor</b>						
<b>Wareneingang</b>						
Hof-Logistik		x	x	x	x	x
Warenvereinnahmung		x	x	x	x	x
Wiegen, Scan, Messen, (Röntgen)		x	x	x	x	x
Identifikation		x	x	x	x	x
Warenvereinzelnung			x	x	x	x
<b>Fördern / Sortieren</b>						
Herstellen der Förderfähigkeit (Ladungsträger)			x	x	x	x
<b>Lagern / Umschlag</b>						
Herstellen der Lagerfähigkeit		x				x
Konfektionieren		x				x
Packen		x				x
Kommissionieren		x	x	x	x	x
Konsolidisieren		x	x	x	x	x
<b>Fördern / Sortieren</b>						
<b>Warenausgang</b>						
Ladeeinheitensicherung		x	x	x	x	x
Containerisierung (Wechselbrücke, Rolli, ...)		x	x	x	x	x
Verladungskontrolle		x	x	x	x	x
Identifikation		x	x	x	x	x
Hof-Logistik		x	x	x	x	x
<b>Systemgrenze: Rampe / Tor</b>						
<b>Ideen/Anmerkungen bzgl. der Umschlagzentren</b>			Zoll			Zoll

Tabelle 16: Tabellarische Übersicht der verschiedenen Typen von Umschlagszentren und spezifischen Prozesse (Quelle: Green Logistics)

Zur technologischen Differenzierung und Analyse von Umschlagszentren sind zwei Hauptbereiche gebildet worden:

- Gebäude und
- Intralogistik

Für den Bereich Gebäude ist dies in der nachfolgenden Übersicht dargestellt:



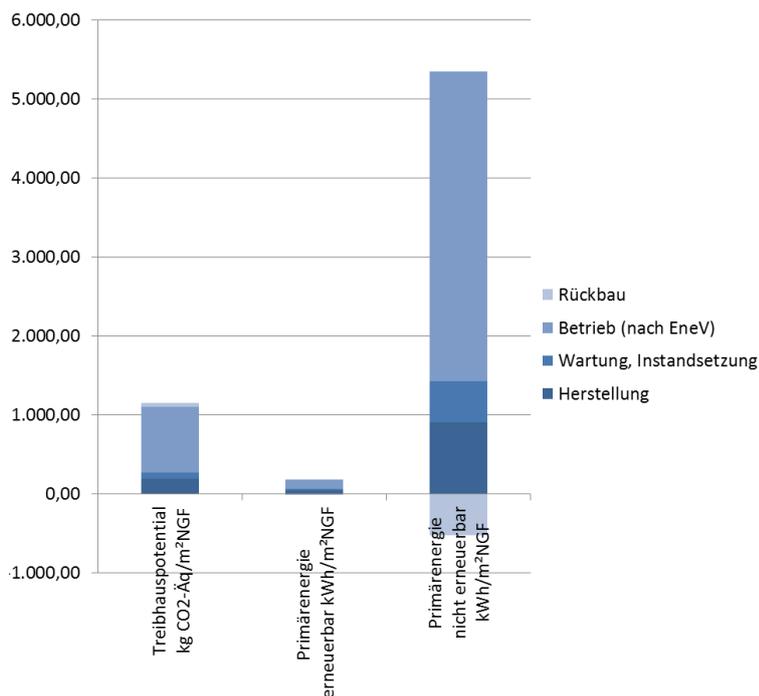


Abbildung 36: Wirkungsbilanz über den Lebenszyklus (Quelle: Schlussbericht Arcadis/Goodman)

In der Abbildung 36 zeigt die ökobilanzielle Analyse mittels der Software legeb am Beispiel einer Standard-Logistikimmobilie wie sie von der Fa. Fiege betrieben wird, dass der Hauptanteil des Energieverbrauchs und dem damit eng verknüpften Treibhauspotential im Wesentlichen durch die Gebrauchs- und Nutzungsphase des Gebäudes bestimmt wird.

Zur Analyse und Bewertung der Energieverbräuche der intralogistischen Prozesse ist ein eigenes Berechnungstool (siehe Beispiel in Abb. 36) entwickelt worden, da keine am Markt verfügbaren Softwaretools die Komplexität solche Prozesse abbilden kann.

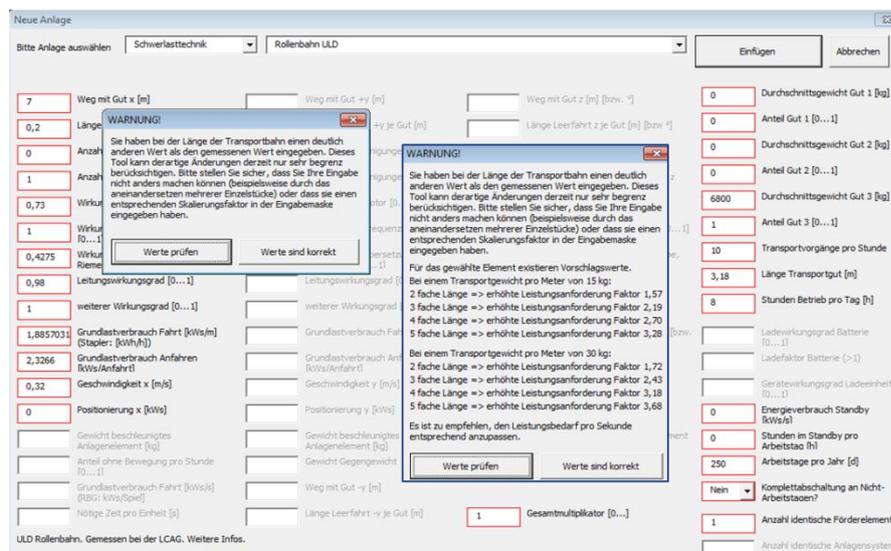


Abbildung 37: Beispielmaste zur Dateneingabe und Ergebnisdarstellung im Excel-Tool (Quelle: Lufthansa Cargo/Miebach)

Mithilfe dieses Berechnungstools zur energetischen Bilanzierung von Intralogistikprozessen sind am Beispiel des von der Lufthansa Cargo neu geplanten Frachtzentrums durch die Luft-

hansa Cargo verschiedene Maßnahmen der energetischen Optimierung intralogistischer Prozesse berechnet und vergleichend gegenübergestellt worden. Die gesamtheitliche Gegenüberstellung zeigt, dass Energieeinsparungen bis zu 30% in dem neu geplanten Umschlagszentrum durch ein verändertes Layout und moderne Fördereinrichtungen zu erzielen sind.

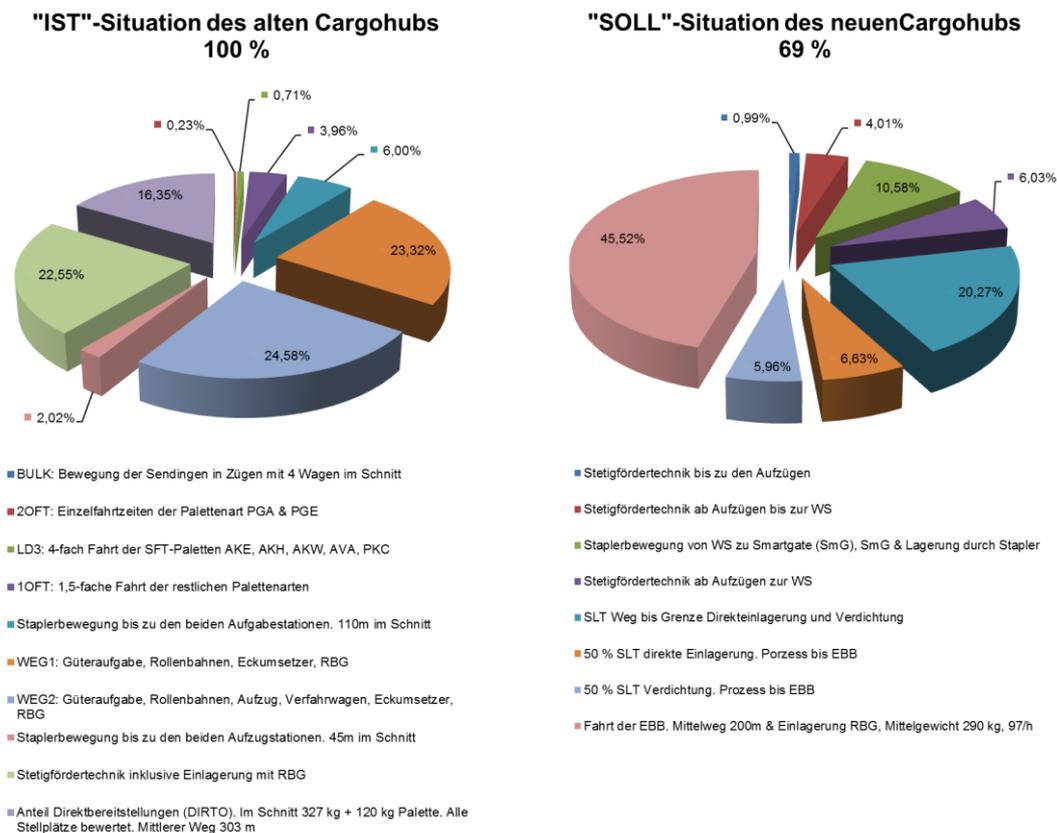


Abbildung 38: Gegenüberstellung der spezifischen Energieverbräuche des alten Cargohubs (IST) gegenüber dem neu geplanten Cargohub (SOLL) (Quelle: Lufthansa Cargo)

## Fazit

Es sind verschiedene Handlungsansätze im Hinblick auf energetische Optimierung für die verschiedenen Bereiche: Logistikimmobilie, Gebäude- und Haustechnik und Intralogistik ermittelt worden, die sich zum einen auf die konkrete Umsetzung bestimmter Maßnahmen beziehen, aber auch auf den weiteren Forschungs- und Entwicklungsbedarf in diesem Bereich um z. B. den tatsächlichen Energieverbrauch genau und differenziert zu ermitteln.

### 1.13 CO<sub>2</sub>-Rechner Luftfrachttransport

Die Diskussion insgesamt über Treibhausgase und die Anforderungen der Anspruchsgruppen der Wertschöpfungskette steigen hin zu einer verursachergerechten Ermittlung und Darstellung der Emissionen. Aufgrund des Fehlens eines internationalen Berechnungsstandards konnte zu Beginn des Projektes keine bedarfsgerechte Ermittlungs- und Darstellungsform von Flugemissionen realisiert werden. Die in diesem Forschungsprojekt (insbesondere Bestandsaufnahme und Anforderungsaufnahme) ermittelten Erkenntnisse über Berechnungs-

methoden und Abgrenzungen der Erfassung von Umweltauswirkungen (Scope) sollten in einen CO<sub>2</sub>-Rechner bei der Lufthansa Cargo einfließen (AP 7.2).

Für den Anwendungsfall der Luftfracht sollten die entwickelte Systematik und Berechnungsverfahren zur korrekten Ermittlung der Emissionen im Luftfrachtbereich exemplarisch in einen Online CO<sub>2</sub>-Rechner überführt und somit für Kunden die Möglichkeit geschaffen werden, die mit der jeweiligen Luftfracht verbundenen Emissionen transparent darzustellen. In diesem Demonstrator sollten beispielsweise entsprechend Entfernungen, Flugzeugprofile und weitere Parameter anlegt werden.

Um die hierfür erforderlichen Daten bereitzustellen und effizient weiter verarbeiten zu können, sollte auf die bereits bei der Lufthansa Cargo vorhandene IT-Infrastruktur und Software zurückgegriffen und die Berechnung direkt in die vorhandenen IT-Systeme integriert werden.

Mit dem CO<sub>2</sub>-Rechner Luftfrachttransport wird Kunden die Möglichkeit gegeben, schon vor Beauftragung des Transportes über ein Onlinesystem die von ihrem geplanten Transport ausgehenden Emissionen zu ermitteln. Für jeden Transportauftrag sollen die Emissionen abgebildet werden können und ggf. online abrufbar sein. Die hieraus resultierende Transparenz ist ein wichtiger Informationsfaktor für alle Beteiligten einer Wertschöpfungskette. Darüber hinaus dient sie als weitreichende Motivation für ein ökologisch verantwortungsvolles Handeln und zur Ergreifung weiterer gemeinsamer Optimierungspotentiale zur Reduzierung der Umweltauswirkungen bei allen Beteiligten (Dienstleister, Mitarbeiter, Kunden/Verlader).

*Tabelle 17: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 7.2*

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
Lufthansa Cargo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Airline-Benchmark zur Abbildung von CO<sub>2</sub>-Emissionen</li> <li>• Erstellung eines Demonstrators (LH und EN-Norm)</li> <li>• Integration in die IT-Landschaft von LH Cargo</li> <li>• Festlegung von Eingabeparametern und Berechnungsmethode (LH vs. EN Norm vs. IATA)</li> <li>• Programmierung der CO<sub>2</sub>-Daten</li> <li>• Freischaltung im Internet/Log-In Bereich für Kunden</li> <li>• Freischaltung auf der Internet/Umweltseite</li> </ul>
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Begleitung</li> <li>• Transfer der Erkenntnisse in die Green Logistics Methode</li> </ul>

Für die Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Rechners für den Luftfrachttransport. erstellte LH Cargo zunächst einen Benchmark hinsichtlich der Abbildungsmöglichkeiten von CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Airline- und Logistikbranche.

Mit Hilfe der daraus resultierenden Erkenntnisse sowie Ergebnissen aus einer Kundenbefragung und mehrerer Kundenworkshops zum Thema CO<sub>2</sub>-Datenbereitstellung wurde ein Konzept für den CO<sub>2</sub>-Rechner entwickelt und ein Demonstrator programmiert. Schließlich erfolgte eine umfangreiche Programmierung innerhalb der Unternehmensdatenbank zur Bereitstellung von CO<sub>2</sub>-Daten. Diese wurde in die IT-Landschaft von LH Cargo integriert.

Kunden können dadurch seit 2013 im Log-in-Bereich der Internetseiten von Lufthansa Cargo streckenbezogene CO<sub>2</sub>-Daten für ihre Sendungen abfragen und vergleichen, bevor sie eine Buchung abschließen.

### 1.14 Ergebnisintegration Green Logistics

Ziel dieses Arbeitspaketes 7.7 ist die in den parallelen Arbeitspaketen erarbeiteten und dokumentierten Ergebnisse systematisch in Form eines morphologischen Kastens der Grünen Logistik zusammenzuführen, um so, basierend auf einer konkreten logistischen Aufgabenstellung, alternative Gestaltungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Der Nutzer dieses morphologischen Kastens soll auf einfache Art und Weise einen Überblick über die vorhandenen ökoefizienten Gestaltungsmöglichkeiten erlangen.

Ebenfalls soll nach Möglichkeit auch die Umsetzung der Maßnahmen und Konzepte einer grünen Logistik unterstützt werden. Daher sollten entsprechende Handlungsleitfäden und standardisierte ökoefiziente Prozesse für immer wiederkehrende logistische Problemstellungen entwickelt sowie Best Practices identifiziert werden. Hierbei ist besonderes Augenmerk darauf zu legen, ob die entsprechenden Ansätze für kmU und Großunternehmen gleichermaßen geeignet sind oder ob hier Unterscheidungen und Klassifizierungen vorgenommen werden müssen.

Ferner war es ebenfalls das Ziel dieses Arbeitspaketes, Standardwerte für die Referenzobjekte des ökologischen Bewertungsbaukastens aus den zuvor durchgeführten Untersuchungen abzuleiten. Der Nutzen dieser Standardwerte ist, auch komplexe logistische Systeme in einer Grobanalyse (mittels Default-Werte in den Bibliotheken) einfach und schnell bewertbar zu machen. Hierzu sei an dieser Stelle auf die vorherigen Ausführungen verwiesen.

*Tabelle 18: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 7.7*

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisierung der erarbeiteten Ergebnisse</li> <li>• Wissenschaftliche Begleitung</li> <li>• Ableitung von Default-Werten für ökologischen Bewertungsbaukasten</li> </ul>
DB Mobility Logistics, Deutsche Post, Fiege Deutschland, Goodman/Arcadis, Lufthansa Cargo, Schmidt-Gevelsberg, TÜV Rheinland, UPS, Vanderlande Industries, Wuppertal Institut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitstellung der Informationen</li> <li>• Unterstützung bei obigen Aufgaben</li> </ul>

Die von den Projektpartnern im Rahmen des Projekts recherchierten und identifizierten Stellhebel für eine »Grüne Logistik« wurden in Form eines Morphologischen Kastens der grünen Logistik als Mind-map zusammengeführt, die nachfolgende Abbildung zeigt exemplarisch dessen Struktur anhand des Beispiels der energieeffizienten Beleuchtung.

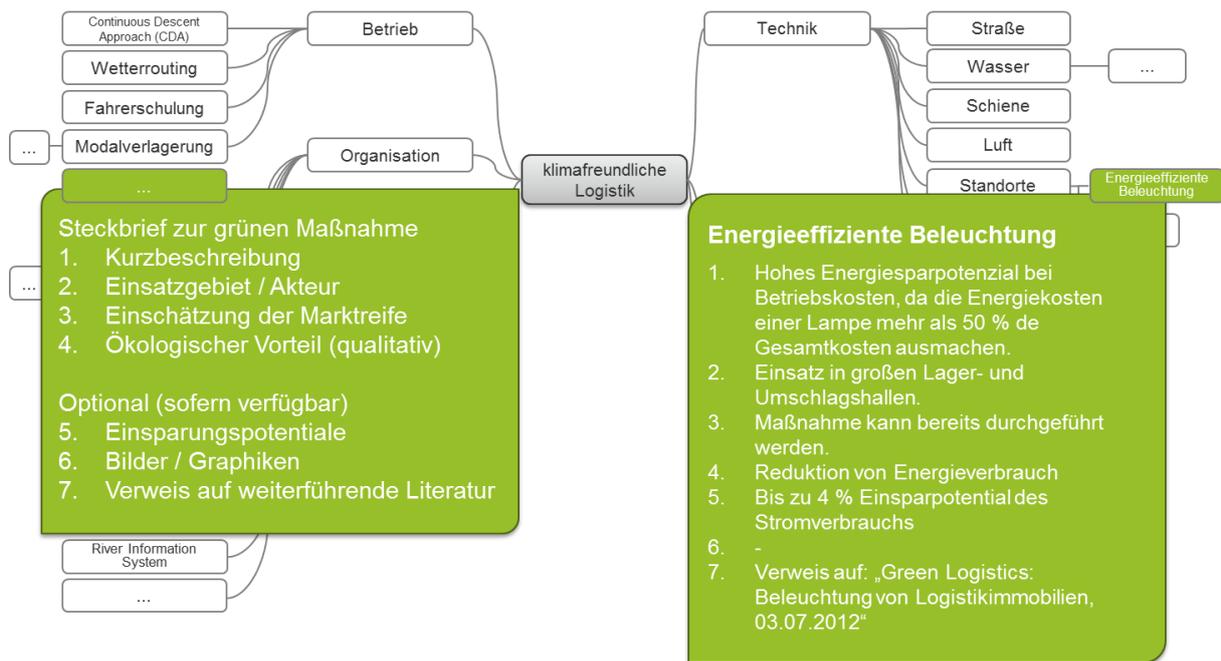


Abbildung 39: Prinzip-Skizze des morphologischen Kastens der grünen Logistik inkl. Steckbrief (Quelle: Fraunhofer IML)

### 1.15 Anforderungen und Validierung mittels Stakeholdergroup

Zwecks Einbindung externer Expertise einerseits sowie der Prüfung und Validierung der Projektergebnisse andererseits wurde die Stakeholder Group Green Logistics etabliert. Die Stakeholder Group umfasste über den Projektverlauf (2012 bis 2015) 19 bis 21 Stakeholder, die sich im Rahmen der jährlichen Treffen kritisch mit den Projektergebnissen auseinandergesetzt haben.

Tabelle 19: Arbeitsteilung im Arbeitspaket 6

Beteiligte Projektpartner	Arbeitsteilung im Konsortium
Wuppertal Institut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptentwicklung Stakeholder Group und Abstimmung im Konsortium, Identifikation und Ansprache der Stakeholder</li> </ul>
Fraunhofer IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kooperation Konzeptentwicklung, Identifikation und Ansprache der Stakeholder sowie Organisation der Treffen</li> </ul>
DB Mobility Logistics, Deutsche Post, Fiege Deutschland, Goodman/Arcadis, Lufthansa Cargo, Schmidt-Gevelsberg, TÜV Rheinland, UPS, Vanderlande Industries	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion der Konzeptentwicklung im Konsortium, Beteiligung an Identifikation und Ansprache der Stakeholder sowie aktive Teilnahme an den Treffen</li> </ul>

Zielsetzung bei der Auswahl potentieller Stakeholder war, dass möglichst ein breites Spektrum externer Stakeholder abgedeckt werden sollten, d. h. Vertreter unterschiedlicher Branchen, Logistikdienstleister mit unterschiedlichen Dienstleistungen, Lieferanten für Logistiktechnik, Multiplikatoren und die Wissenschaft. Gleichzeitig war zu gewährleisten, dass die Anzahl der beteiligten Stakeholder in Einklang mit fachspezifischen Diskussionsrunden zu bringen ist. Als Ziel wurde daher eine Größe von etwa 15-20 Stakeholdern abgestimmt.

## Validierung durch Stakeholder im Überblick

Die Stakeholder sollten insbesondere über jährliche Workshops in die Green Logistics Arbeiten eingebunden werden. Diese wurden dreimal als eintägige Veranstaltung am Fraunhofer IML organisiert, wobei möglichst alle Projektpartner eine Rolle bei der Durchführung der Workshops übernahmen. Eine Übersicht über die Veranstaltungen kann Abbildung 40 entnommen werden. Die jeweiligen Inhalte wurden den Teilnehmern entsprechend vorgestellt und in großer Runde wie auch bilateral diskutiert.

Stakeholder Group	Workshop Details
	<b>1. Workshop (05.12.12)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Themen: Grundlagen der ökologischen Bewertung; Zielsetzung und Vorgehensweise der Systemdefinition; Praxisbeispiele Energieeffizienz an Logistikstandorten</li> <li>Tagungsordner: Informationen zum Projekt; Präsentationsunterlagen; Dokumentation der Systemdefinition; Detailanalyse von Hilfsmitteln der ökologischen Bewertung des Transports; Vergleichsrechnung Straßengütertransport; Ökoeffiziente Beleuchtung von Logistikimmobilien; Strommessungen an Logistikimmobilien; Auszug von Veröffentlichungen</li> </ul>
	<b>2. Workshop (02.12.13)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Themen: Bilanzraumeingrenzung (Modellrechnungen), Berechnungsansätze, Allokation; Erster Entwurf zum Zertifizierungssystem für Logistikdienstleister; Internationales Umfeld</li> <li>Tagungsordner: Präsentationsunterlagen; Erster Entwurf zur der ökologischen Bewertungsmethode von Logistikdienstleistungen; Nachhaltigkeitsbewertung des Einsatzes von Gebäudetechnik in Logistikimmobilien; Ressourcenneutrale Logistikimmobilie - Technologierecherche; Beleuchtung von Logistikimmobilien - Intelligente Lichtsteuerung</li> </ul>
	<b>3. Workshop (01.10.14)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Themen: Allokationsansätze an Logistikstandorten und entlang der Logistikkette; Praxisbeispiele Allokation an Logistikstandorten; Zertifizierungssystem Green Logistics</li> <li>Tagungsordners: Ökologische Bewertungsmethode von Logistikdienstleistungen; Zertifizierungssystem Green Logistics; Benchmarkreport Hallenimmobilien; Auszug von Veröffentlichungen</li> </ul>

Abbildung 40: Stakeholder Workshops im Überblick (Quelle: Fraunhofer IML)

## Weitere exemplarische Einbindung im Überblick

Die Stakeholder wurden im Projekt aktiv eingebunden und unterstützen bei Umfragen und Interviews zur Darstellung der Marktsituation und -anforderungen und bei Beispielanwendungen der Green Logistics Bewertungsmethode im Entwicklungsprozess. Folgende Auflistung hebt die für den Projekterfolg zentralen Beteiligungsbereiche hervor:

- Reflektion der Ergebnisse der Anforderungsanalyse zur ökologischen Bewertung (Motivation, Zielsetzungen, Herausforderungen, Umfang der Bewertung)
- Teilnahme und Diskussion beim Themenworkshop »Potentiale Gas-Antriebe im Straßengüterverkehr«
- Beteiligung bei der Analyse zur Problematik der Einbindung von Subdienstleister im Rahmen der ganzheitlichen ökologischen Bewertung
- Beteiligung bei der Umfrage zum aktuellen Stellenwert und Entwicklungspotential von alternativen Antriebsformen
- Reflektion der Bewertungsmethode und Bewertung des Umsetzungsaufwands
- Reflektion der Allokationsmethode und Bereitstellung von Verbrauchs- und Logistikdaten zur exemplarischen Methodenanwendung

Über die Stakeholder-Group hinaus wurden relevante Arbeitsinhalte mit weiteren Akteuren diskutiert, welches detailliert in Kapitel 5 »Zusammenarbeit mit anderen Stellen« (Teil I des vorliegenden Berichts) beschrieben worden ist.

## 2 Einordnung der Ergebnisse in das Leitthema »Umwelt im Fokus«

Für das Leitthema wurde eingangs das Ziel »Ökonomie durch Ökologie« definiert. In den Verbundprojekten sollen zum einen methodische Grundlagen, zum anderen beispielhafte Logistikfelder erforscht werden. Die zuvor dargestellten Ergebnisse unterstützen maßgeblich die definierten Innovationsziele des Leitthemas »Umwelt im Fokus«, d. h. u.a.:

- Umwelt- und ressourcenschonende sowie nachhaltige Lösungen entlang der gesamten logistischen Kette von Einkauf/Beschaffung über Lagerung, Distribution bis hin zu Reverse Logistics sowie ökonomische und ökologische Konzepte und intelligenter Technologieeinsatz in der Logistik/Intralogistik
  - Die umfassenden und dokumentierten Technologierecherchen und Ansätze für vorhandene bzw. in Entwicklung »grüne« Logistiklösungen für die Bereiche Logistikimmobilie, Intralogistik und Transport verdeutlichen aktuelle Handlungsoptionen für sowohl Logistikdienstleister als auch andere Akteure.
  - Die Erfahrungen aus den Fallstudien sowie die zusammengetragenen Best Practices bieten detaillierten Einblick in die Konzeption und Realisierungsphase neuer/bestehender Konzepte. Hemmnisse und Chancen werden gleichermaßen dargestellt.
- Stärkung des Know-hows und Zertifizierung der Unternehmenskompetenz im Bereich Nachhaltigkeit
  - Die entwickelten Leitfäden und Projektdokumentation bieten einen transparenten Einblick in Detailinformationen und ermöglichen Unternehmen sowohl einen ersten Einstieg in das Thema »Grüne Logistik« als auch weitergehende Fachexpertise für innovative Konzepte, welche bislang kaum bzw. noch nicht am Markt Anwendung finden.
  - Das konzipierte Zertifizierungssystem als »Critical Review« der korrekten Anwendung der Green Logistics Methode ermöglicht Logistikdienstleistern eine neutrale Beurteilung der Methodenanwendung in ihrem Unternehmen.
  - Mit der entwickelten Green Logistics Methode ist eine ganzheitliche und vergleichbare ökologische Bewertung von Logistikdienstleistungen möglich. Das Wissen um die ökologischen Wirkungen eigener oder anderer Logistikdienstleistungen (sofern einheitlich ermittelt) stärkt die Akteure und zeigt Handlungsoptionen für die Logistikdienstleistungen auf.

## 3 Erläuterungen zum zahlenmäßigen Nachweis

Für die Projektpartner sind im Wesentlichen folgende Kostenpositionen angefallen: F&E-Fremdleistungen, Personalkosten, Reisekosten, vorhabenspezifische Abschreibungen sowie sonstige unmittelbare Vorhabenkosten.

F&E-Fremdleistungen dienten der Integration externer Expertise, wie beispielsweise

- das DB Umweltzentrum und damit verbunden dem Bilanzierungstool EcoTransIT (u.a. AP 2 Fallstudien ecoModal A & B)
- Vanderlande Industries Holding BV mit ihrer F&E-Testumgebung für den Bereich automatisierter Intralogistik (u.a. AP 3 Fallstudie ecoHub und AP 4.2 Strommessungen)
- TÜV Rheinland LGA Products GmbH und TÜV Rheinland InterTraffic GmbH für spezifische Zertifizierungsexpertise für Systemzertifizierungen, Ökobilanzierung und Verkehr/Logistik (AP 5 Zertifizierungssystem)

- Arcadis Deutschland für weitergehende Expertise im Bereich nachhaltiger Zertifizierung, fachtechnischer F&E-Leistungen bei der Logistikimmobilienentwicklung und –erstellung (AP 3 ecoHub, AP 5 Zertifizierungssystem)
- sowie für IT-Entwicklungsarbeiten

Material- und Sachkosten sowie Investitionen begründeten sich durch die Beschaffung von fünf digitalen Stromabnehmern für die Messung des Energieverbrauchs in logistischen Systemen sowie von digitalen Mess- und Prozessgrößen-Analysatoren für intralogistische Anlagen (AP 4.2 Strommessungen).

Reisekosten entstanden durch

- regelmäßige Konsortialtreffen sowie Workshops und Arbeitsgruppentreffen
- die Teilnahme an Konferenzen, Expertenrunden und durch Gremienarbeit

#### 4 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Green Logistics Arbeiten und Ergebnisse wurden kontinuierlich im Rahmen von regelmäßigen Arbeitstreffen innerhalb des Konsortiums vorgestellt und diskutiert. Dies ermöglichte einerseits eine zielgerichtete Bearbeitung der Arbeitspakete, andererseits den frühzeitigen internen Wissenstransfer zwischen den Arbeitspaketen und Partnern. Ferner wurde von Anfang an eine kontinuierliche Dokumentation und Dissemination der Ergebnisse verfolgt, so dass die externe Sicht und ggf. außerhalb des Konsortiums erarbeitete, neue Erkenntnisse in die Arbeiten eingebunden werden konnten.

Generell waren den Praxispartnern individuelle inhaltliche Schwerpunkte zugeordnet (siehe auch Tabelle 1), für welche sie entsprechende Expertise sowie Informationen und Daten aus dem Unternehmensalltag und der täglichen Praxis in die Projektarbeiten einbrachten. Die wissenschaftlichen Partner haben diese Arbeiten entsprechend begleitet und möglichst all-gemeingültig und übertragbar zusammengefasst.

Die im Rahmen des Arbeitspakets 1 »Grundlagendefinition« erbrachten Arbeiten stellen eine maßgebliche Basis für die weiterführenden Arbeiten in den anderen Arbeitspaketen dar. Die umfassende Darstellung des zu Beginn des Projektes vorhandenen wissenschaftlichen Stands zur ökologischen Bewertung von Logistikdienstleistungen mit relevanten Standards, Normen, Initiativen, Tools, Datenbanken und Zertifizierungssystemen wurde entsprechend der jeweiligen Expertise von allen Projektpartnern erarbeitet. Die bei den Analysen identifizierten Fragestellungen wurden in weiteren Detailuntersuchungen (z. B. Vergleichsrechnung) näher analysiert. Die gewählte, sehr systematische Vorgehensweise realisierte den zur Antragsstellung angestrebten umfassenden und objektiven Blick auf die ökologische Bewertung von Logistikdienstleistungen und identifizierte den Bedarf an zukünftigen (wenn möglich in Green Logistics zu bearbeitenden) Handlungsfeldern. Der eingesetzte Arbeitsaufwand in diesem Bereich wird durch die national wie international diskutierten Ergebnisse sowie deren Integration in anderen - auch externen - Arbeiten gerechtfertigt.

Zum Start des Projekts gab es noch keine umfassende Methode zur ökologischen Bewertung von Logistikdienstleistungen. Green Logistics hat mit der entwickelten Berechnungsmethode ein großes Stück dazu beigetragen, dass Emissionen in der Logistik zukünftig umfangreich und einheitlich erfasst und damit vergleichbar gemacht werden können.

Die gemeinsam entwickelte Bewertungsmethode wurde in einem Demonstrator für die ökologische Bewertung von Logistikdienstleistungen überführt. Diese Arbeiten umfassten einerseits die detaillierte Dokumentation der Berechnungsmethode (Bewertung und Allokation), andererseits die EDV-technische Realisierung und Validierung des Demonstrators. Darüber hinaus umfasste das AP 4 zahlreiche Strommessungen, welche Vanderlande Industries und

das Fraunhofer IML an Logistikstandorten inner- wie außerhalb des Projektkonsortiums durchführte. Weitere für die Anwendung der Bewertungsmethode notwendige Parameter und Kennzahlen wurden durch die Industrie-Projektpartner erhoben bzw. abgeschätzt und durch das Fraunhofer IML allgemeingültig zusammengeführt.

Die Fallstudien wurden federführend durch die Praxispartner bearbeitet und durch das Fraunhofer IML wissenschaftlich begleitet. Auch hier fand ein regelmäßiger Austausch in zwei Arbeitsgruppen »ecoTransport« und »ecoHub« statt, so dass die jeweiligen Fallstudien voneinander lernen und an den jeweiligen Ergebnissen partizipieren konnten. Hervorzuheben seien hier insbesondere die Fallstudien ecoNet, ecoFleet, ecoModal B sowie sämtliche Fallstudien zum ecoHub.

Im Rahmen der Fallstudien wurden wichtige Grundlagen für zukünftige ressourceneffiziente Logistikdienstleistungen geschaffen. Beispielsweise hat ecoHub eine Basis für die Identifizierung von Verbesserungspotenzialen in der Intralogistik geschaffen, die vorher nicht existierten. Aufbauend auf den Strommessungen und weiterer Analysen wurde ein Berechnungstool für intralogistische Energieverbräuche entwickelt. Einige der entwickelten Konzepte für ressourceneffiziente Logistikdienstleistungen wurden von den Industriepartnern in der Praxis erfolgreich getestet.

Da zu Beginn des Projekts selbst innerhalb des Luftfrachtsektors keine Vergleichbarkeit der Emissionsberechnungen gegeben war und es für Verbraucher kaum Möglichkeiten gab, sich über die sendungsbezogenen Emissionen von Luftfrachttransporten zu informieren, waren auch die Arbeiten am CO<sub>2</sub>-Rechner Luftfracht erforderlich und angemessen.

Die zahlreichen Diskussionsrunden während der Entwicklung des geplanten Zertifizierungssystems realisierten letztlich zum vom gesamten Konsortium getragenen Konzept für die Konformitätsprüfung der Green Logistics Methode. Mit der der Pilotanwendung der Berechnungsmethode bei Lufthansa Cargo wurde der Nachweis über deren Praktikabilität erbracht und zudem das Zertifizierungssystem validiert.

## 5 Nutzen des Projektes

### DB Mobility Logistics AG

Im Rahmen der Fallstudie ecoModal A wurde ein Werkzeug entwickelt, welches für den Hauptlauf Schiene für alle Verkehre von DB Schenker Rail einen differenzierten Auslastungsgrad und Leerfahrtenanteil ausweist. Anstelle der bislang verwendeten drei Standard-Zugtypen (Volume, Average, Bulk) bietet das neue Werkzeug nach dem Verbundprojekt Green Logistics eine standardisierte Unterscheidung nach 243 möglichen Kombinationen aus Zugkategorie und Gutart.

Diese differenzierten Werte sollen bis Ende 2016 im Release 1.2 des Vertriebsinformationssystems ‚SPIRIT‘, Sales Planning, Information, Reporting Tool, Berücksichtigung finden, so dass mit Hilfe von ökonomischen (z. B. Deckungsbeiträge, Erlöse, Kosten, Ladeinheit etc.) und auch ökologischen Kennzahlen (z. B. CO<sub>2</sub>) ein automatisierter Vergleich zwischen Wertschöpfung und Schadschöpfung grenzüberschreitender Verkehre und somit eine übergreifende Vertriebssteuerung möglich ist. Im Rahmen einer intensiven Umweltberatung (Eco Consulting) versucht DB Schenker Rail mit dem Werkzeug aber schon jetzt, seine Kunden mit seinem Produkt ‚Eco Plus‘ von der Verlagerung auf die Schiene zu überzeugen.

Mit den Ergebnissen ist es somit erstmalig möglich, eine Ausweisung der Umweltwirkung des europäischen KV-Netzes allen international tätigen Kunden anzubieten und somit attraktiver zu gestalten. Von den genannten Vertriebssystemen profitieren neben den Kunden von

DB Schenker auch die Projektpartner von Green Logistics, des EffizienzClusters Logistik Ruhr und nicht zuletzt die Logistikbranche.

### **Deutsche Post AG**

Die Deutsche Post AG bewertet das wirtschaftliche Erfolgspotential des Verbundprojektes sehr positiv. Als größter nationaler Brief- und Paketdienstleister verfügt die Deutsche Post AG über ein flächendeckendes Transport- und Immobilien-Netzwerk, das eine Anwendung der Lösungsansätze aus den Arbeitspaketen unter verschiedenen Bedingungen ermöglicht. Darüber hinaus kann die Deutsche Post AG durch ihre Marktstellung eine Vorreiterrolle bei der Einführung neuer Logistikkösungen übernehmen und dafür sorgen, marktfähige Lösungen national und langfristig international in andere Geschäftsfelder der Logistik zu überführen. Die Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt werden die Möglichkeiten einer ökologischen Bewertung der Prozessschritte bei der Beförderung und der stationären Bearbeitung von Sendungen deutlich erweitern und die Möglichkeit eröffnen, ökologische Alternativen unter Anwendung unternehmerischer Amortisationskriterien einzusetzen. Schon jetzt zeichnen sich erfolgversprechende Erkenntnisse aus der Ausrüstung des Hauptlaufnetzes DHL Paket und ELN mit einem Ortungssystem sowie den erhobenen Daten aus den Stromverbrauchsmessungen im BZ Münster sowie dem PZ Krefeld ab. Diese Kenntnisse bilden ferner eine Grundlage, um das Kundenangebot von GoGreen - über die bestehende Versandoption hinaus - weiterzuentwickeln.

Durch die Erstellung einer nachhaltigen Baubeschreibung für die mechanisierten Zustellbasen (MechZB) wird Einfluss genommen auf die Erstellung ökoeffizienter Logistikimmobilien bei der Deutschen Post AG. Darüber hinaus wird gerade die Möglichkeit des großflächigen Austausches der Innen- und Außenbeleuchtung in Brief- und Paketzentren analysiert. Durch das neu errichtete Paketzentrum in Obertshausen wird ebenfalls nachhaltig Einfluss genommen auf das Portfolio an Logistikimmobilien der Deutschen Post AG. Die geplante Nutzung von Geothermie und einer PV-Anlage geht über die nachhaltige Baubeschreibung der MechZBn hinaus. Z. Zt. wird der sukzessive Austausch der Heizungen in den Paketzentren durch Blockheizkraftwerke durchgeführt.

### **Fiege Deutschland Stiftung & Co. KG**

Die FIEGE Gruppe konnte in vielen Teilbereichen einen Beitrag leisten bzw. zur Ergebnisfindung beitragen. Neben dem dabei zusammengetragenen Wissen zu Grundlagen, Technologien und ressourceneffizienten Logistikkösungen konnte sich Fiege beispielsweise auch intern hinsichtlich der Sicherstellung der Nachhaltigkeit organisieren und strukturieren, u. a. durch die interne/externe Vernetzung im Bereich des Verbundvorhabens und der internen Abteilungen innerhalb der FIEGE Gruppe. Dazu zählen ebenfalls der interne Versand und die Umsetzung eines Nachhaltigkeitshandbuchs »Green Practice (Nachhaltigkeit & Energieeffizienz)« und die Entwicklung eines Bauteilkataloges.

Während der Projektlaufzeit hat Fiege bereits einige ressourceneffiziente Maßnahmen an den eigenen Standorten umgesetzt:

- Implementierung und Bewertung diverser Beleuchtungsprojekte, z. B. am Standort Münster, Hessenweg unter Anwendung von LED-Beleuchtung und Präsenzmeldern, Integration von LED-Technik im Neubau Neuss II, Sudermannstraße 22 und im Erweiterungsanbau in Dortmund, Lindnerstraße 51 – Inbetriebnahme beider Zentren in 2014, Integration von LED-Technik im Neubau Greven-Reckenfeld, Carl-Benz-Straße 25-25, Integration von LED-Technik im Neubau des Logistikzentrum Rhein-Main (Dieburg), Im Gelfengarten 1-9

- Installation zweier PV-Anlagen (Aufdachanlagen) 30.000 m<sup>2</sup> / 45.000 m<sup>2</sup> und Integration, sowie Beobachtung der Ergebnisse und Erfahrungen bzgl. des Projektes eco-Hub im Hinblick auf Best-Practice-Erfahrungen (Vorbereitung zur Ausstattung weiterer Objekte)

Darüber hinaus wurde eine DGNB-Zertifizierung des Standortes in Dieburg mit dem höchsten Status »Gold« erreicht. Dieser zählt nun zu den Top 10 der in Deutschland zertifizierten Immobilien, Inbetriebnahme in 2014/2015 von 95.000 m<sup>2</sup>.

### **ARGE Goodman Germany GmbH & Arcadis Deutschland GmbH**

Im Rahmen von Green Logistics konnte die ARGE Goodman / ARCADIS insbesondere Benchmarks für zukünftige Logistikimmobilien darstellen sowie Möglichkeiten für den zukünftigen Aufbau eines Tankstellennetzes mit Wasserstoff-Nutzung aufzeigen und ein neues System für die Nutzung von Solarenergie mittels Farbstoffsolarzellen (künstliche Photosynthese) integrieren. Die erzielten Ergebnisse sollen genutzt werden, um das Konzept einer SEAL-Logistikhalle, d. h. einer Plus-Energie Immobilie, in die Realität umzusetzen. Das bereits vorhandene umfangreiche Fachwissen der ARGE Goodman / ARCADIS im Bereich der Projektentwicklung sowie Planung, Projektmanagement, Optimierung der Lebenszykluskosten, Integration von erneuerbaren Energien etc. bildet die Grundlage für die Umsetzung in ein Pilotprojekt, welches innerhalb der nächsten 2 Jahre angestrebt wird. Dabei wird auch weiterhin die Zusammenarbeit als ARGE angedacht, wobei auf Seiten von ARCADIS eher die Planung und Projektsteuerung obliegt, und auf Seiten von Goodman eher die Umsetzung sowie die Fondinitierung. Gemeinsam werden potentielle Kunden für solche Gebäude akquiriert.

### **Lufthansa Cargo AG**

Die Lufthansa Cargo verwendet die methodischen Ergebnisse zur ökologischen Bewertung von Luftfrachtemissionen für die verbesserte Datentransparenz zu sendungsbasierten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Luftfracht. Ferner kann Lufthansa Cargo das erarbeitete Softwaretool zur Simulation des Energieverbrauchs von Intralogistikanlagen in der Planungsphase zur Bewertung von Prozess- und Technikvarianten aus ökologischer Sicht partnerübergreifend nutzen. Dies ermöglicht eine realistische Bewertbarkeit des Energieverbrauchs von Intralogistikzentren und kann als weiteres Entscheidungskriterium bei der Planung von Intralogistikzentren angewendet werden, z. B. im Rahmen des neuen Lufthansa Cargo Luftfrachtzentrums. Durch die Beteiligung am Forschungsprojekt Green Logistics konnte Lufthansa Cargo seine Rolle als »Green Carrier« innerhalb der Luftfrachtbranche weiter ausbauen.

### **Schmidt-Gevelsberg GmbH**

Schmidt-Gevelsberg hat im Rahmen von Green Logistics insbesondere ein Berechnungsverfahren zur Ausweisung von Emissionen im Stückguttransport abgeleitet und in einem Demonstrator zur Datenausweisung überführt. Diese Ergebnisse werden bzw. wurden bereits in das Angebot von Schmidt-Gevelsberg aufgenommen. So werden bereits für einen ersten Kunden regelmäßig Emissionsreports erstellt. Ebenso werden die gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen der CargoLine-Kooperation anderen mittelständischen Speditionen verfügbar gemacht und das Thema dort weiter behandelt.

Mit dem Demonstrator »Eco-Tracker« wurde ein Softwaretool begonnen, welches die Möglichkeit aufzeigt, wie im laufenden Speditionsbetrieb die erforderlichen Daten zu erheben sind und an verschiedene Transportmanagement-Systeme angeschlossen werden kann. Eco-Track ist dabei jedoch nicht soweit ausgereift, dass es sofort in den Echt-Betrieb über-

nommen werden kann. Es wurde aber im Rahmen des Projektes festgelegt, welche Punkte für eine Version 1.0 noch zu entwickeln sind.

### **TÜV Rheinland Cert GmbH**

TÜV Rheinland hat insbesondere den Themenfokus »Zertifizierungssystem für Logistikdienstleister« adressiert. Mit der entwickelten Prüfsystematik zur Zertifizierung gemäß Green Logistics Methode sowie der konzipierten unabhängigen Trägergesellschaft, welche im Rahmen des Zertifizierungsverfahrens die zentrale Aufgabe erfüllen, die Zusammenarbeit mit Prüfgesellschaften zu koordinieren, ggf. Prüfgesellschaften zu akkreditieren, Auditoren zu schulen und zu qualifizieren sowie Zertifikate auszustellen, sind zukünftige Handlungsfelder für den TÜV Rheinland skizziert worden. Die tatsächliche Aufnahme dieser Dienstleistungen in das eigene Portfolio wird von der zukünftigen internationalen Entwicklung dieses Themenfeldes abhängen.

### **United Parcel Service Deutschland Inc. & Co. OHG**

Die Ergebnisse aus dem Green Logistics Projekt wurden bereits in die operativen Planungen von UPS Deutschland Inc. & Co. OHG aufgenommen. Eigens für die Umsetzung alternativer Konzepte der Last-Mile-Logistik (z. B. Einsatz von E-Lastenfahrrädern in urbanen Räumen – Cargo Cruiser & Cyclo Cargo sowie Einsatz von mobilen Paketdepots) wurde eine neue Projekt-Manager-Stelle generiert. Dadurch wird die Suche nach geeigneten Kooperationspartnern in Städten forciert. Auf Grundlage des entwickelten Know-how auf diesem Gebiet, ist UPS ein gefragter Ansprechpartner für die konkrete Umsetzung alternativer Last-Mile-Projekte sowie als Gastsprecher auf diversen Veranstaltungen zu dieser Thematik.

Während der gesamten Projektlaufzeit fand eine sehr gute Vernetzung mit den Projektpartnern statt. Durch den Austausch von Ergebnissen und Erfahrungen auf den Projekttreffen oder auch auf informeller Ebene konnten Erkenntnisse gewonnen werden, die bei UPS Berücksichtigung fanden. Als Beispiele sei hier die Begleitung und Bewertung der Lang-Lkw Studie, der Anforderungskatalog für Distributionsfahrzeuge mit alternativer Antriebstechnologie sowie die Durchführung einer Strommessung in einem UPS-Gebäude im Rahmen der Fallstudien ecoHub genannt. Auch präsentierte Ergebnisse zu neuen Beleuchtungstechniken fanden Beachtung.

### **Vanderlande Industries GmbH**

Die im Rahmen des Forschungsvorhabens durchgeführten Arbeiten zeichnen sich durch einen bedeutenden zukünftigen Nutzen für Vanderlande Industries aus. So lassen sich durch die durchgeführten Messungen Rückschlüssen zur »ökologischen Systemauslegung« bilden. Auch die Vermeidung von »Energiefressern« bei der Systemauslegung ist erst durch die Kenntnis dergleichen möglich.

Parallel kann auch durch die erbrachten Messergebnisse ein konstruktiver Anstoß zur Optimierung von Energiefressern (hohes Optimierungspotential) gegeben werden. Da vom Markt fast schon flächendeckend eine Aussage über den Energieverbrauch einer Anlage abverlangt wird, kann auch durch die Rückkopplung der Energieverbrauchsergebnisse in das firmeneigene Kalkulationstool zukünftig genauere Aussagen bezüglich des Energieverbrauchs erbracht werden.

Des Weiteren hat sich durch die Messergebnisse gezeigt, dass in vielen Bereichen die Systeme deutlich überdimensioniert ausgelegt sind, was energetisch einen Nachteil bedeuten kann. Die zukünftige Vermeidung dergleichen bringt wiederum einen Vorteil bei den Investitions- sowie auch den Betriebskosten.

Global besagt, ergeben sich für Vanderlande somit auch Wettbewerbsvorteile durch eine fundiertere Kenntnis und somit auch eine Stärkung der Marktposition.

### **Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH**

Der Nutzen des Projektes über die allgemeinen Projektziele hinaus für das Wuppertal Institut besteht in der breiteren Wissensbasis hinsichtlich der ökologischen Wirkungen logistischer Prozesse und denkbaren oder bereits umgesetzten Lösungen zu deren Begrenzung.

Hieraus ergeben sich im weiteren Forschungsbetrieb weitere Anwendungsmöglichkeiten sowie auch neue Fragestellungen und Synergien mit in anderen Zusammenhängen entwickelten Fragestellungen

### **Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik**

Das Fraunhofer IML bettet die gewonnenen Ergebnisse (u.a. Ganzheitliche Methode zur ökologischen Bewertung von Logistikprozessen, -systemen und Logistikdienstleistungen, inkl. Allokation, Kennzahlen; Demonstrator für die ökologische Bewertung; Stromverbrauchs-messungen) bereits in das eigene Dienstleistungsangebot ein. So können Unternehmen umfassend im Bereich der ökologischen Bewertung ihrer Dienstleistungen und Produkte beraten und bei der Umsetzung grüner Maßnahmen begleitet werden.

Auf Grundlage seiner Arbeiten u.a. im Rahmen von Green Logistics konnte das Fraunhofer IML seine Rolle als wissenschaftlicher Experte im Themenfeld »Ökoeffizienz von Logistik« weiter ausbauen und ist in mehreren internationalen Initiativen eingebunden, z. B. zu Arbeiten zur internationalen Standardisierung von Carbon Footprint Berechnungen für Logistikdienstleistungen (z. B. IWA 16, Global Logistics Emission Council, Green Freight Europe).

In Bezug auf die erarbeiteten Maßnahmenkataloge für grüne Dienstleistungen und Services konnte das Fraunhofer IML die erweiterten Erkenntnisse (z. B. über umweltfreundliche Alternativen für den Straßengüterverkehr) für nationale Ausschreibungen zur Verkehrsentwicklungsberatung nutzen. Das Fraunhofer IML ist z. B. derzeit mit der Aufgabe betraut, das Bundesverkehrsministerium BMVI hinsichtlich der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie MKS zu beraten und Analysen für die Entwicklung von Markthochlaufprogrammen für alternative Kraftstoffe und Antriebskonzepte durchzuführen (Schwerpunkt Güterverkehr).

## **6 Fortschritte und Entwicklungen auf dem Gebiet des Projektes bei anderen Stellen**

Während der gesamten Projektlaufzeit wurden kontinuierliche Marktbeobachtungen zu den Bereichen ökologische Bewertung, grüne Technologien und Stellhebel durch- und zusammengeführt. Dies wurde begleitet durch zahlreiche Literatur- und Marktrecherchen im Rahmen der betreuten Studierendenarbeiten<sup>69</sup>. Gleichzeitig haben die Projektpartner Fachveranstaltungen und Messen besucht, während derer sie sich ebenfalls über aktuelle Entwicklungen informierten. Informationen über relevante Neuerungen wurden auf den regelmäßig (alle ca. 10 Wochen) stattfindenden Projekttreffen ausgetauscht.

Insbesondere im methodischen Bereich zur ökologischen Bewertung gab es einige Neuerungen, welche in Abbildung 41 zusammenfassend dargestellt sind. Für weitere Details sei an dieser Stelle auch auf die Ausführungen in den Kapiteln 4.1 (Teil I) und 1.1 (Teil II) verwiesen.

---

<sup>69</sup> d. h. Studien- und Diplomarbeiten, Bachelor- und Masterarbeiten, Praktikumsbericht

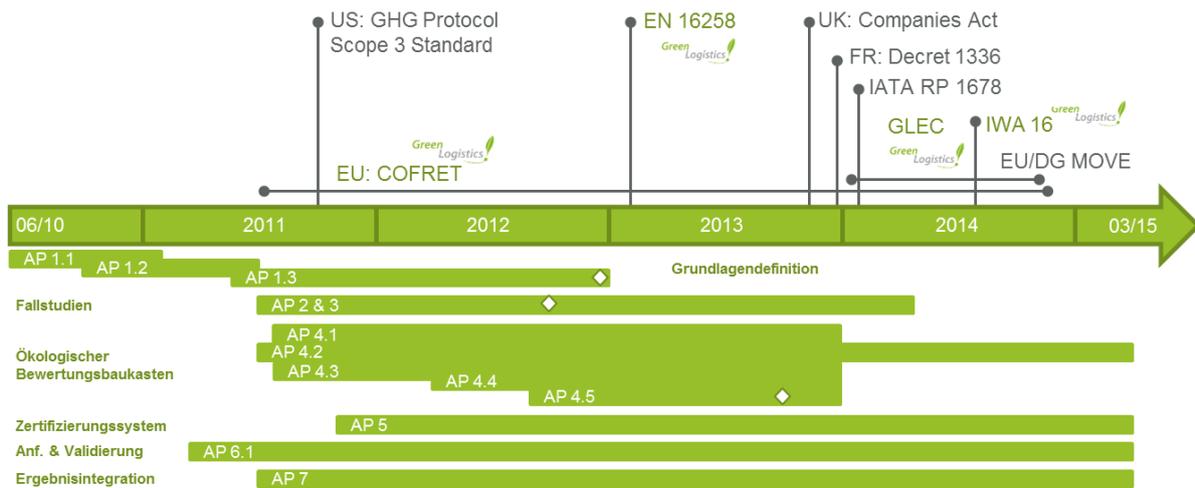


Abbildung 41: Entwicklungen im Bereich der ökologischen Bewertung (Quelle: eigene Darstellung)

Das EU-Projekt **COFRET** hatte sich als Zielsetzung die Entwicklung einer Methodik zur Bestimmung des Carbon Footprints von Transportdienstleistungen gesetzt. Aufgrund der parallelen Entwicklung des europäischen Norm **EN 16258** wurde die Zielsetzung jedoch geändert. Die Arbeiten von Green Logistics wurden durch die Veröffentlichung der EN 16258 dahingehend beeinflusst, als dass der hierin gesetzte Bewertungsrahmen aufgenommen und dessen zwingend erforderliche Konkretisierung sowie Erweiterung auf Logistikstandorte in Green Logistics realisiert wurde. Eine ähnliche Zielsetzung ist Ausgangspunkt der Initiative **GLEC** sowie der **IWA 16**, welche über die Entwicklung einer einheitlichen und umfassenden Methodik hinaus auch die internationale Etablierung dieses Standards erreichen möchten. Frühzeitig hat das Projektteam von Green Logistics daher sich in diese Arbeiten eingebracht und Projekt-Ergebnisse (insb. mit Blick auf die Bewertung von Logistikstandorten) vorgestellt.

## 7 Veröffentlichungen

### Publikationen

Fuchs, Uta (2010): Die Vermessung der Logistikwelt. DVZ 64, Forschungsagenda Logistik

Kranke, Andre (2010): Bis zum Ende unseres Berufslebens. VerkehrsRundschau 39/2010

Clausen, Uwe; Herden, Jörg (2011): Was ist Öko-Effizienz in der Logistik?. Internationales Verkehrswesen Heft 2/2011

Seemann, Anja; Müschen, Christina; Rehburg, Lutz; Friedrichs, Jörg (2011): Grüne Bilanzen unter der Lupe. Forschungsagenda Logistik 1/2011

Ellner, Heike; Glotz-Richter, Michael; Hölzer-Schopohl, Olaf; Mentz, Horst; Pastowski, Andreas; Reutter, Oscar; Richard, Barbara; Richard, Jochen; Smuda, Angelika (2011): Emissionshandel und Joint Implementation als Beiträge zu einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung, Arbeitspapier der Arbeitsgruppe Verkehrsplanung der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV W2 Ausgabe 2011), Köln: FGSV

Dobers, Kerstin; Friedrichs, Jörg; Weinhold, Peter; Spanier, Guido (Mai/Juni 2012): Stromverbrauchsmessung. Briefzentrum 48 Greven; Deutsche Post DHL. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

Pastowski, Andreas (2011): Energieeffizienz und Klimaschutz in der Logistik. VDI (Hrsg.) 16. Flurförderzeugtagung 2011: Baden-Baden, 27. und 28. September 2011. Düsseldorf: VDI-Verl., S. 3-17

Pastowski, Andreas (2011): Gastkommentar: Klimaschutz und Energieeffizienz. imdialog (Kundenzeitschrift der Linde Material Handling) Ausgabe 3, S. 9

Rüdiger, David 2011a: Softwaretools und Datenbanken der ökologischen Bewertung. Marktübersicht, Systematisierung und Vergleich. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

Rüdiger, David 2011b: Databases for the ecological assessment. Market review. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

Jansen, Bettina (2012): Effizient auf allen Ebenen. DVZ Nachhaltigkeitsreport »Transport und Logistik« 2011/2012

Schneider, Marc; Dobers, Kerstin; Friedrichs, Jörg (2012): Die Millionenersparnis. Logistik-Heute 04/2012

Dobers, Kerstin et al. 2012a: Ökologische Bewertung von Logistikprozessen und -systemen. Systemdefinition Green Logistics. Kurzdokumentation. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

Dobers, Kerstin et al. 2012b: Ecological assessment of logistics processes and systems. System definition Green Logistics. Brief documentation. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

Dobers, Kerstin; Schneider, Marc; Guba, Ulrike; Könneker, Axel 2012c: Strommessungen an Logistikstandorten. Ermittlung von verbraucher-spezifischen Stromkennzahlen. Teilbericht

des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

Siedlarek, Laura; Kühn, Helge; Lammers, Wolfgang (2012): Ökoeffizienz in der Intralogistik. Praxishandbuch der Logistik, Aktualisierung 2. Quartal 2012

Rüdiger, David; Schneider, Marc; Dobers, Kerstin; Friedrichs, Jörg; Laux, Marc; Athanassopoulos, Theodoros 2012a: Gegenüberstellung von Softwaretools, Datenbanken und Leitfäden/Branchenstandards der ökologischen Bewertung am Beispiel realer Straßengüterverkehrsrelationen. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

Rüdiger, David; Schneider, Marc; Dobers, Kerstin 2012b: Detailanalyse von Hilfsmitteln der ökologischen Bewertung des Transports. Gegenüberstellung der Eigenschaften von Softwaretools, Datenbanken und Leitfäden/ Branchenstandards der ökologischen Transportbewertung. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

Mauer, Gordon; Sohnrey, Victoria; Boos, Matthias (2012): Mit Tempo Richtung Plus-Energie. Green Building, Juni 2012

Fennemann, Verena; Schwenke, Daniel; Alfermann, Kai; Athanassopoulos, Theodoros; Friedrichs, Jörg; Mörth, Bettina; Reinhardt, Nicolas (07/2012): Beleuchtung von Logistikimmobilien. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

Dobers, Kerstin; Röhrig, Ralf; Rüdiger, David; Schneider, Marc (2013): Green Logistics: Comparability of the Environmental Effects of Logistics Services. In: Clausen, U. et al. (Hg.). Efficiency and Logistics (Lecture Notes in Logistics) S. 135-148. Berlin Heidelberg Springer-Verlag.

Dobers, Kerstin; Röhrig, Ralf; Rüdiger, David; Schneider, Marc 2013: Green Logistics: Comparability of the Environmental Effects of Logistics Services. In: Uwe Clausen, Michael ten Hompel und Matthias Klumpp (Hg.): Efficiency and logistics. Berlin, New York: Springer (Lecture Notes in Logistics), S. 135-148

Dobers, Kerstin; Klukas, Achim; Lammers, Wolfgang; Laux, Marc; Mauer, Gordon; Schneider, Marc (2013): Green Logistics: Optimisation Approaches for Resource-Efficient Logistics Services. In: Clausen, U. et al. (Hrsg.). Efficiency and Logistics (Lecture Notes in Logistics) S. 149-161. Berlin Heidelberg Springer-Verlag.

Rüdiger, David; Dobers, Kerstin (2013): Strommessungen an Logistikstandorten zur Ermittlung von Energietreibern und Einsparpotentialen. In: M. Schenket al. (Hg.): Sichere und nachhaltige Logistik, Magdeburg (18. Magdeburger Logistiktage, 19.-20.06.2013), S. 181-189

Klukas, Achim; Meyer, Grischa; Schöbel, René; Friedrichs, Jörg; Athanassopoulos, Theodoros; Kilian, Dirk (2013): Intermodalität von Morgen. Analyse der Verlagerungspotentiale von zeitkritischen Stückgut- und Pakettransporten von der Straße auf die Schiene. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

Polverino,Marcello; Mauer, Gordon; Reinhardt, Nicolas (03/2013): Nachhaltigkeitsbewertung des Einsatzes von Gebäudetechnik in Logistikimmobilien. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

- Friedrichs, Jörg (03/2013): Beleuchtung von Logistikimmobilien – Intelligente Lichtsteuerung. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Jahn, Dieter (2013): Nachhaltigkeit von A bis Z. Materialfluss, April 2013
- Rausch, Andreas; Hüls, Stefanie (04/2013): ecoHub: Ressourcenneutrale Logistikimmobilien. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Schostok, Dorothea 2013: Bewertung und Auswahl geeigneter Tools und Datenbanken – für die Bilanzierung von Logistikimmobilien. Gegenüberstellung der Eigenschaften von Datenbanken und Softwaretools der ökologischen Bewertung von Logistikimmobilien. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics
- Sommer, Sarah; Jahn, Dieter; Treib, Anja (2013): Kerngeschäft Kooperation. Human Resources Manager, April/Mai 2013
- Dobers, Kerstin (05/2013): Anteil der Sub-Unternehmen bei Transportdienstleistungen. Umfrage bei Logistikdienstleistern und Verladern. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Clausen, Uwe; Schneider, Marc (2013): Green Logistics: Ganzheitlich erfassen, unternehmensspezifisch verbessern. LogReal.direkt (Hg.), 07.2013
- Waeschen, Mareike; Mauer, Gordon (09/2013): Benchmarkreport Hallenimmobilien. Instandsetzung von Industrieimmobilien in Abhängigkeit von Lebenszykluskosten. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Dobers, Kerstin (2013): Gemeinsame Lösungen: Green Logistics - Projekt – Praxistests ökoeffizienter Logistik. Lebensmittel Zeitung (Hg.), 18.10.2013
- Lufthansa Cargo (2013/2014) : »Effizient auf allen Ebenen«  
Firmenportrait im DVZ Nachhaltigkeitsreport
- Lufthansa Cargo (2013): Effizienzgewinn durch Lightweight-Container. Input im BDL Report Energieeffizienz und Klimaschutz
- Lufthansa Cargo (2013): Optimierte Flugstrecke. Input im BDL Report Energieeffizienz und Klimaschutz
- Lufthansa Cargo (2013): Effizient auf allen Ebenen. Cargo Climate Care Information, eigene Kundenpublikation
- Dobers, Kerstin; Meyer, Grischa; Friedrichs, Jörg; Mauer, Gordon; Gerhard J. Schmitt, Gerhard J.; Clausen, Uwe; Schneider, Marc; Rüdiger, David (2014): Comparability of the Environmental Effects of Logistics Services - Sector Guidance for Ecological Assessment Proceedings Transport Research Arena - Paris (France), April 2014
- Dobers, Kerstin et al. 2014: Ökologische Bewertung von Logistikprozessen und -systemen. Systemdefinition Green Logistics. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Rüdiger, David; Clausen, Uwe (2014): Studie zu alternativen Antriebsformen im Straßengüterverkehr - Status Quo und Entwicklungsperspektiven, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, ISBN 978-3-8396-0712-1, Mai 2014
- Cordes, Michael (2014): Ein komplizierter Fußabdruck - Verkehrsrundschau (LCAG hinsichtlich Emissionsberechnung von Luftfracht einbezogen)
- Lufthansa Cargo (2014): Report »Energieeffizienz und Klimaschutz«. Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft, <http://www.bdl.aero/de/bdl-reports/energieeffizienzreport/>

Lufthansa Cargo (2014): Balance Ausgabe 2014. Nachhaltigkeitsbericht des Lufthansa Konzerns- <http://www.lufthansagroup.com/fileadmin/downloads/de/verantwortung/balance-2014-epaper/>

Internetauftritt der LCAG mit Umweltfilm und interaktiver Klimaschutzgraphik (2014): [http://lufthansa-cargo.com/de\\_de/meta/meta/unternehmen/oekologische-verantwortung/](http://lufthansa-cargo.com/de_de/meta/meta/unternehmen/oekologische-verantwortung/)

Lufthansa Cargo (2014): Umweltwürfel »Green Controlling« Internationaler Controller Verein, Verlag Haufe

Athanassopoulos, Theodoros; Purkarthofer, Lars (2014): Reduzierte Abhängigkeit von fossilen Eenergieträgern – Praxisbeispiel UPS - Studie Alternative Antriebsformen im Straßenverkehr - Was kommt und was nicht? In: LT-Manager (05).

Rüdiger, David; Schrüfer, Martin (2014): Mehr Gas geben. Studie Alternative Antriebsformen im Straßenverkehr - Was kommt und was nicht? In: LT-Manager (05), S. 18–21.

Klukas, Achim; Friedrichs, Jörg; Athanassopoulos, Theodoros (2015): Bericht Chancen und Risiken für Lang-Lkw in Deutschland. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

Lufthansa Cargo (2015): Bye, CO<sub>2</sub>! Optimierte konsolidieren, in Echtzeit orten, CO<sub>2</sub> berechnen: Das Projekt „Green Logistics“ forscht über klimafreundliche Logistik. – erschienen in: planet Magazin Ausgabe 02/2015.

Dobers, Kerstin et al. 2015: Green Logistics Method. Ecological assessment of logistics services. Part I to VII and Supplement. Version 1.0. 31.03.2015. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>

International Workshop Agreement IWA (2015): International harmonized method(s) for a coherent quantification of CO<sub>2</sub>e emissions of freight transport. Ausgabe 16, 01.02.2015

Athanassopoulos, Theodoros; Dobers, Kerstin; Clausen, Uwe (2015): Reducing the environmental impact of urban parcel distribution, Bridging the Gap – Logistics Theory and Practice, Springer-Verlag, 2015

Lufthansa Cargo Firmenportrait im DVZ Nachhaltigkeitsreport 2014/2015

## Präsentationen

Pastowski, Andreas: *Energieeffizienz in der Logistik*. Internum Mobilitätspräsenz der Fern-Universität Hagen. FernUniversität Hagen. Bonn, 18.09.2010.

Pastowski, Andreas: *Nachhaltigkeit in Wertschöpfungskette und Logistik*. VDI Fachbeirat »Technische Logistik«. VDI. Warstein, 22.09.2010.

Pastowski, Andreas: *Nachhaltige Mobilität von Gütern: Das Projekt Green Logistics*. 3. Fachtagung Mobilitätsmanagement - Grenzen eröffnen Horizonte: Mobilitätskultur im Umbruch. DVWG und TÜV Rheinland. Köln, 29.10.2010.

Clausen, Uwe: *Bewertung und Entwicklung von Emissions-Messstandards für Logistikimmobilien, Intralogistik und Transporte – Green Logistics –*. CO<sub>2</sub>-Messung in der Transportlogistik. VerkehrsRundschau. Düsseldorf, 7.12.2010.

Schneider, Marc: *Green Logistics – Status Konzepte und Technik*. 2. ild Konferenz zur Logistikqualifikation. Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement. Essen, 26.01.2011.

Mölter, Dirk: *Green warehouse concept*. Goodman Germany GmbH. Green Building Summit. Hamburg. 22.02.2011

Vanderlande Industries: *Ökoeffizienz und Wiederverwendbarkeit intralogistischer Systeme*. CeMat. Hannover, Mai 2011.

Clausen, Uwe: *Logistik der Zukunft: grüner und robuster?* Zukunftskongress Logistik, 29. Dortmunder Gespräche. EffizienzCluster LogistikRuhr, Fraunhofer IML. Dortmund, 07.08.2011.

Pastowski, Andreas: *Energieeffizienz in der Logistik*. Infernum Mobilitäts-Präsenz. FernUniversität Hagen. Bonn, 24.09.2011.

Schneider, Marc: *EffizienzCluster LogistikRuhr: Projekt Green Logistics*. Branchenkreis »Grüne Logistik«. Cluster Management Logistikcluster. NRW. Dortmund, 17.11.2011.

Pastowski, Andreas: *Energieeffizienz und Klimaschutz in der Logistik*. 16. VDI-Flurförderzeugtagung. VDI. Baden-Baden, 27.09.2011.

Schöbel, René: *Vorstellung Forschungsprojekt und Konzept für Energiemessung*. Interne Treffen. DUSS (Deutsche Umschlaggesellschaft Straße-Schiene). Bodenheim, 06.12.2011.

Schmidt, Andreas: *Podiumsdiskussion - Energieeffizienz von Logistikzentren (Logistikforums Mönchengladbach)*

Dobers, Kerstin: *Green Logistics*. Fraunhofer Innovation and Logistics. Fraunhofer Gesellschaft. New Delhi (Indien), 06.03.2012.

Schneider, Marc: *Strommessungen*. CO<sub>2</sub>-Messung in der Logistik. VerkehrsRundschau. Düsseldorf, 18.04.2012.

Dobers, Kerstin: *Nachhaltigkeit in der Logistik*. BSI-Tagung. BSI. Frankfurt, 25.04.2012.

Pastowski, Andreas: *Entkoppelung von Transport und Verkehr*. Seminar Umwelt und Verkehr. Hanns Seidel Stiftung. Wildbad Kreuth, 22.01.2012.

Herden, Jörg: *Der KEP-Dienstleister in der Stadt der Zukunft*. Zukunftskongress Logistik – 30. Dortmunder Gespräche. Fraunhofer IML & EffizienzCluster LogistikRuhr. Dortmund, 12.09.2012.

Detering, Uwe: *Eco-efficient toning and route planning in urban distribution*. 2. Deutsch-Chinesische Konferenz zur Umsetzung des Aktionsplans Grüne Logistik. BMVBS. Berlin, 13.09.2012.

Mauer, Gordon: *Zukunftstrends bei Logistikimmobilien*. Uponor Jahreskongress 2013. Uponor. Arlberg (Österreich), 21.03.2013.

Clausen, Uwe: *Global Logistics: Challenges and Solutions. Security and Efficiency – Challenges and Solutions in International Transport and Logistics*. German Center for Research and Innovation and ConRuhr North America. New York, 14.03.2013.

Rüdiger, David: *Strommessungen an Logistikstandorten zur Ermittlung von Energietreibern und Einsparpotentialen*. 18. Magdeburger Logistiktage »Sichere und nachhaltige Logistik«. Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF. Magdeburg, 20.06.2013.

Herden, Jörg: *City Logistik*. City Logistik. Bürgerschaft Kupferdreh. Essen, 14.05.2013.

Pastowski, Andreas: *Intervention zu Anforderungen an den Einsatz von Erdgas als Antriebsenergie im Bereich der Logistik*. Schalker Energiegespräche. Gazprom. Gelsenkirchen, 13.04.2013.

Pastowski, Andreas: *Scope and Objectives of the Green Logistics Project*. Delegation der UN-Wirtschaftskommission Latein Amerikas (CEPAL). GIZ/Wuppertal Institut. Wuppertal, 24.05.2013.

Pastowski, Andreas: *Vorstellung des Projektes Green Logistics*. Chinesische Delegation aus Ministerien und Forschung. Europa Akademie/Wuppertal Institut. Wuppertal, 10.09.2013.

Herden, Jörg: *City Logistik - Elektromobilität*. City Logistik - Elektromobilität. Fa. Tünkers. Ratingen, 10.10.2013.

Mauer, Gordon: *Zukunftsszenarien von Logistikimmobilien*. Holm Vortragsreihe. Holm (House of Logistics and Mobility). Frankfurt Flughafen, 05.12.2013.

Purkarthofer, Lars: *Städtische Verteilkonzepte bei KEP-Dienstleistern*. Neue Perspektive der Citylogistik. IHK und DEVG Berlin. Berlin, 29.01.2014.

Dobers, Kerstin: *Bilanzierungs- und Zertifizierungsmethoden im Vergleich / Green Logistics*. Ökologische Bilanzierung und Zertifizierung von logistischen Systemen - Wettbewerbsvorteil oder Hype? EffizienzCluster Logistik e.V., Wirtschaftsförderung Dortmund, Log4Green. Dortmund, 06.02.2014.

Pütz, Patric; Friedrichs, Jörg: *Podiumsdiskussion*. Ökologische Bilanzierung und Zertifizierung von logistischen Systemen - Wettbewerbsvorteil oder Hype? EffizienzCluster Logistik e.V., Wirtschaftsförderung Dortmund, Log4Green. Dortmund, 06.02.2014.

Mauer, Gordon: *Zukunftstrends bei Logistikimmobilien*. Green Breakfast Hannover. ARCA-DIS Deutschland GmbH. Hannover, 14.02.2014.

Dobers, Kerstin: *Comparability of the Environmental Effects of Logistics Services - Sector Guidance for Ecological Assessments* -. Transport Solutions: from Research to Deployment. Innovate Mobility, Mobilise Innovation! 5th Transport Research Arena. Paris (Frankreich), 17.04.2014.

Detering, Uwe: *E-Lastenfahrräder in der Logistik*. Mobilitätsdialog Radverkehr. IHK Köln und VBIK. Köln, 05.05.2014.

Detering, Uwe: *Ökologische Last-Mile-Logistik*. Niederlassungsbesuch durch Regierenden Bürgermeister. UPS und Stadt Hamburg. Hamburg, 20.05.2014.

Purkarthofer, Lars: *E-Lastenfahrräder – Alternative in der Distribution*. ITF-side Event: bike your business. BMVI und UBA. Leipzig, 21.05.2014.

Mölter, Dirk: *Nachhaltigkeit als ganzheitliche Strategie, die eine sukzessive Realisierung erlaubt*. CONSENSE. Stuttgart. 01.07.2014.

Dobers, Kerstin; Rüdiger, David: *Carbon Footprint Standard »Green Logistics«*. Workshop on Emissions Reporting of Maritime Container Transport. Hapag-Lloyd, CCWG (Clean Cargo Working Group). Hamburg, 29.07.2014.

Dobers, Kerstin: *Green Logistics Methode für Logistikstandorte*. GLEC Arbeitsgruppe »Logistics Nodes«. Global Logistics Emission Council (GLEC). Berlin, 01.09.2014.

Clausen, Uwe: *Smart Transportation Logistics als Baustein der Industrie 4.0*. Zukunftskongress Logistik. 32. Dortmunder Gespräche. Fraunhofer IML. Dortmund, 16/17.09.2014.

Memminger-Rieve, Birgit; Mölter, Dirk; Schenk, Jochen: *The expansion of certification over the last 4 years and where growth should occur in the future*. 40 percent symposium. Frankfurt. 5.11.2014.

Rüdiger, David: *Green Logistics - Comparability of the Environmental Effects of Logistics Services*. ECITL - European Conference on ICT for Transport Logistics. Vorarlberg University of Applied Sciences. Dortmund, 07.11.2014.

Mölter, Dirk: *Grün in Serie – Mehrwert für Projektentwickler*. Planning & Partnership Forum. EXPO Real. München. 07.11.2014.

Herden, Jörg: *UPS, Gründe für den Einsatz und Erfahrungen mit alternativen Antrieben*. 7. Verkehrsfachtagung »Mobilität Ruhr«. Wirtschaftsförderung metropoleruhr GmbH. Bochum, 01.12.2014.

de Lange, Remko; Jahn, Dieter: *Sustainability, Ökologische und Ökonomische Stellhebel in der Intralogistik*. Sustainability, Ökologische und Ökonomische Stellhebel in der Intralogistik. Vanderlande Industries GmbH. Mönchengladbach, 02.12.2015.

Stodick, Klaus: *Der KEP in der zweiten Reihe?* Last Mile Logistics Konferenz. HOLM – House of Logistics and Mobility. Frankfurt, 09.12.2014.

Clausen, Uwe: *Green Logistics - Global challenges and applied research within the EffizienzCluster LogistikRuhr*. Green Logistics. German Center for Research and Innovation (USA). New York (USA), 11.12.2014.

Salomon, Susanne: *Green Logistics at DB Schenker*. Green Logistics. German Center for Research and Innovation (USA). New York (USA), 11.12.2014.

## 8 Quellenverweis

- airliners.de (Hrsg.) 2009: Logistik-Kongress sucht Wege aus der Krise, Berlin. Stand Oktober 2009. Online verfügbar unter <http://www.airliners.de/nachrichten/branchen/gesamtsystem/behoardenorganisationen/logistik-kongress-sucht-wege-aus-der-krise/19420>
- Athanassopoulos, Theodoros; Dobers, Kerstin; Herden, Joerg 2015a: Fallstudie ecoPlan: Ökoeffiziente Tourenplanung und Last Mile Logistik. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Veröffentlichung auf <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse> in Vorbereitung
- Athanassopoulos, Theodoros; Dobers, Kerstin; Clausen Uwe 2015b: Reducing the environmental impact of urban parcel distribution. In: Bridging the Gap – Logistics Theory and Practice, Springer-Verlag, 2015. Veröffentlichung in Vorbereitung
- Benz, Michael 1999: Umweltverträglichkeit von Transportketten. Eine vergleichende Betrachtung des Energieverbrauchs und der Schafstoffemissionen von ausgewählten Gütertransportketten unter Berücksichtigung der Veränderungspotenziale durch Verkehrsverlagerungen und Logistik-Konzepte. Dissertation. Technische Universität, Berlin. Fachbereich Wirtschaft und Management
- BMVBS 2007: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; progtrans: Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland bis 2050, Basel. Stand Mai 2007. Online verfügbar unter [http://www.bmvbs.de/Anlage/original\\_999441/Gueterverkehrs-prognose-2050.pdf](http://www.bmvbs.de/Anlage/original_999441/Gueterverkehrs-prognose-2050.pdf)
- BREEAM 2008: BRE Global Ltd: Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), Watford, UK. Stand 2008. Online verfügbar unter <http://www.breeam.org/>
- Brexel, F. 2010: Energieeffizienz und Nachhaltigkeit, Zukunft der modernen Logistikimmobilie?. Gazeley Germany GmbH. Frankfurt. Online verfügbar unter <http://www.straubingsand.de/files/31.pdf>
- Bruns, R 2009: Alternative Antriebe – Steigerung der Energieeffizienz bei Flurförderzeugen, Vortrag auf der Fachtagung Sicherheit und Gesundheit in der Warenversorgung, Dresden, Oktober 2009
- Bundesamt für Güterverkehr BAG (Hrsg.) 2007: Marktbeobachtung Güterverkehr. Jahresbericht 2007. Stand Mai 2008. Online verfügbar unter <http://www.bag.bund.de/>
- BVU 2007: BVU Beratergruppe Verkehr und Umwelt GmbH (Hrsg.); Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (Hrsg.); Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (Hrsg.): Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr : Mittelfristprognose Winter 2006/2007. Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Stand Januar 2007. Online verfügbar unter [www.bmvbs.de/Anlage/original\\_986636/Gleitende-Mittelfristprognose-fuer-den-Personen-und-Gueterverkehr.pdf](http://www.bmvbs.de/Anlage/original_986636/Gleitende-Mittelfristprognose-fuer-den-Personen-und-Gueterverkehr.pdf)
- Choudhury, Raj 2006: Well-to-Wheel Analyse des Energieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen von fortschrittlichen Kraftstoff/Fahrzeug-Systemen. Studie
- Clausen, U.; Deymann, S. 2009: Maßnahmen zur Minderung von Treibhausgasemissionen in Logistikunternehmen, Vortrag 14. Magdeburger Logistiktagung, Sustainable Logistics, Magdeburg, Februar 2009
- Clausen, Uwe (Hrsg.); Rüdiger, David 2014: Studie zu alternativen Antriebsformen im Straßengüterverkehr. Status Quo und Entwicklungsperspektiven. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. ISBN 978-3-8396-0712-1, Mai 2014

- Copper VRA 2004: Sparsame elektrische Antriebe - Das Motor Challenge Programm, Brüssel, Belgien. Stand 2004. Europäisches Kupfer-Institut (Hrsg.)
- DGNB 2009: Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB): DGNB-Zertifikat, Stuttgart. Stand 2009. Online verfügbar unter <http://www.dgnb.de/>
- DIN EN 16258:2012, März 2013: Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen (Güter- und Personenverkehr)
- DIN EN ISO 14001, Juni 2005: Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung
- DIN EN ISO 14040:2006, Oktober 2006: Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen
- DIN EN ISO 14044:2006, Oktober 2006: Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen
- DIN EN ISO 14065:2013, Juli 2013: Treibhausgase - Anforderungen an Validierungs- und Verifizierungsstellen für Treibhausgase zur Anwendung bei der Akkreditierung oder anderen Formen der Anerkennung
- Dobers, Kerstin et al. 2012a: Ökologische Bewertung von Logistikprozessen und -systemen. Systemdefinition Green Logistics. Kurzdokumentation. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Dobers, Kerstin et al. 2012b: Ecological assessment of logistics processes and systems. System definition Green Logistics. Brief documentation. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Dobers, Kerstin; Schneider, Marc; Guba, Ulrike; Könneker, Axel 2012c: Strommessungen an Logistikstandorten. Ermittlung von verbraucher-spezifischen Stromkennzahlen. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Dobers, Kerstin; Röhrig, Ralf; Rüdiger, David; Schneider, Marc 2013: Green Logistics: Comparability of the Environmental Effects of Logistics Services. In: Uwe Clausen, Michael ten Hompel und Matthias Klumpp (Hg.): Efficiency and logistics. Berlin, New York: Springer (Lecture Notes in Logistics), S. 135-148
- Dobers, Kerstin et al. 2014: Ökologische Bewertung von Logistikprozessen und -systemen. Systemdefinition Green Logistics. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Dobers, Kerstin et al. 2015: Green Logistics Method. Ecological assessment of logistics services. Part I to VII and Supplement. Version 1.0. 31.03.2015. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- EIA 2009: Studie der US-Energie-Informationsbehörde (EIA), zitiert nach »Logistik Inside« vom 28.05.2009
- EMAS-Verordnung 2009: Verordnung (EG) Nr. 1221 /2009 des europäischen Parlaments und des Rates vom 25.11.2009 über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 761/2001, sowie der Beschlüsse der Kommission 2001/681/EG und 2006/193/EG

- Fläming, Heike; Seipold, Peer; Drewes, Partic; Wolff, Jutta 2009: Leitfaden für Unternehmen zur Umsetzung von Nachhaltigkeitsprojekten. Reduzierung von gütertransportbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen. gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. 2.0th ed. Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Verkehrsplanung und Logistik. Hamburg
- Günthner, W. 2009: Change to Green - Wege zu einer energieeffizienten Logistik. Vortrag auf der Konferenz C.L.I.M.A.T.E., München, Mai 2009
- INVL 2010: Institut für Nachhaltigkeit in Verkehr und Logistik (INVL): Grüne Logistik, Studie zu Begriffsverständnis, Bedeutung und Verbreitung »Grüner Logistik« in der Speditions- und Logistikbranche, Hochschule Heilbronn, Stand Januar 2010
- ISO 14064-1, 01.03.2006: Greenhouse gases - Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals
- ISO 14064-2, 01.03.2006: Greenhouse gases - Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements
- ISO 14064-3, 01.03.2006: Greenhouse gases - Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions
- IWA 16, 01.02.2015: International harmonized method(s) for a coherent quantification of CO<sub>2</sub>e emissions of freight transport. International Workshop Agreement
- Kigler, C., Stadtler H.; Supply Chain Management and Advanced Planning
- Klukas, Achim; Meyer, Grischa; Schöbel, René; Friedrichs, Jörg; Athanassopoulos, Theodoros; Kilian, Dirk 2013: Intermodalität von Morgen. Analyse der Verlagerungspotentiale von zeitkritischen Stückgut- und Pakettransporten von der Straße auf die Schiene. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Klukas, Achim; Friedrichs, Jörg; Athanassopoulos, Theodoros 2015: Bericht Chancen und Risiken für Lang-Lkw in Deutschland. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Kraftfahrtbundesamt: Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge (VD) - Inlandsverkehr. Jahr 2011. VD 3
- Krupp, T., Paffrath, R., Wolf, J.; Praxishandbuch IT-Systeme in der Logistik
- Lange, E. 2008: Energiesparantriebe amortisieren sich. In: VDI Nachrichten (2008/15), S. 29
- LEED 2009: U.S. Green Building Council: Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Washington, USA. Stand 2009. Online verfügbar unter <http://www.usgbc.org/>
- Maul, Robert 2013: Entwicklung eines ökoeffizienten Zustellungskonzepts für die Last Mile Logistik des Unternehmens UPS Deutschland am Beispiel Dortmund. Diplomarbeit (Spervermerk). Technische Universität Dortmund
- Mc Kinnon, Alan; Piecyk, Maja: Measuring and Managing CO<sub>2</sub>-Emissions of European Chemical Transport. Edited by Cefic -The European Chemical Industry Council. Heriot-Watt University, Logistics Research Centre. Edinburgh
- OECD (Hrsg.) 2010: Globalisation, Transport and the Environment, Paris, Frankreich. Stand 2010. Online verfügbar unter [http://www.oecd.org/document/40/0,3343,en\\_2649\\_34363\\_44342184\\_1\\_1\\_1\\_37465,00.html](http://www.oecd.org/document/40/0,3343,en_2649_34363_44342184_1_1_1_37465,00.html)

- Pastowski, Andreas; Hillebrand, Phillip 2012: Stand des EU-Emissionshandels und mögliche Auswirkungen im Bereich der Logistik. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics
- Rüdiger, David 2011a: Softwaretools und Datenbanken der ökologischen Bewertung. Marktübersicht, Systematisierung und Vergleich. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Rüdiger, David 2011b: Databases for the ecological assessment. Market review. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Rüdiger, David; Schneider, Marc; Dobers, Kerstin; Friedrichs, Jörg; Laux, Marc; Athanassopoulos, Theodoros 2012a: Gegenüberstellung von Softwaretools, Datenbanken und Leitfäden/Branchenstandards der ökologischen Bewertung am Beispiel realer Straßengüterverkehrsrelationen. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Rüdiger, David; Schneider, Marc; Dobers, Kerstin 2012b: Detailanalyse von Hilfsmitteln der ökologischen Bewertung des Transports. Gegenüberstellung der Eigenschaften von Softwaretools, Datenbanken und Leitfäden/ Branchenstandards der ökologischen Transportbewertung. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics. Online verfügbar unter <http://www.green-logistics-network.de/de/download/ergebnisse>
- Schostok, Dorothea 2013: Bewertung und Auswahl geeigneter Tools und Datenbanken – für die Bilanzierung von Logistikimmobilien. Gegenüberstellung der Eigenschaften von Datenbanken und Softwaretools der ökologischen Bewertung von Logistikimmobilien. Teilbericht des F&E-Projektes Green Logistics
- Schöller, O.; Canzler, W. ; Knie, A.: Handbuch Verkehrspolitik. Wiesbaden: VS Verlag, 2007, S. 359
- Simchi-Levi, D. 2008: Green and Supply Chain Strategies in a Volatile World. Zitiert nach IPCC 2004, OECD 2006/ WEF Abschätzungen (OECD 2004). Die Logistik im Spannungsfeld von Umweltauflagen und steigenden Energiekosten. Frankfurt/ Main. Rogner, H.-H.; Zhou, D.; Bradley, R.; Crabbé, P.; Edenhofer, O.; Hare, B.; Kuijpers, L.; Yamaguchi, M. (2007): Introduction. In Metz, B.; Davidson, O.R.; Bosch, P.R.; Dave, R.; Meyer, L.A. (Ed.) Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., Cambridge University Press
- Spielmann, Michael; Bauer, Christian; Dones, Roberto; Tuchschnid, Matthias (2007): Transport Services. Data v2.0 (2007). Paul Scherrer Institut; ESU-services Ltd. Villigen, Uster (ecoinvent report, 14)
- Umweltbundesamt UBA (Hrsg.) 2007: Umwelt-Kernindikatorensystem: Klimaänderungen : Treibhauseffekt – Eine globale Herausforderung. Übersicht, letzte Aktualisierung Juli 2007. Online verfügbar unter <http://www.env-it.de/umweltdaten/public/theme.do?nodelident=2842>
- Verband der chemischen Industrie e.V. (Ed.) (2010): VCI-Leitfaden zur Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Logistik der chemischen Industrie. Frankfurt
- Vereinte Nationen (Ed.) 1998: Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. New York. Annex A
- WRI, WBCSD 2005: The Greenhouse Gas Protocol. The GHG Protocol for Project Accounting. USA. World Resources Institute; World Business Council for Sustainable Development (Eds.)

WRI, WBCSD 2011a: Greenhouse gas protocol. Product life cycle accounting and reporting standard. Washington, Geneva, Switzerland. World Resources Institute; World Business Council for Sustainable Development

WRI, WBCSD 2011b: Greenhouse gas protocol. Corporate value chain (Scope 3) accounting and reporting standard: supplement to the GHG protocol corporate accounting and reporting standard. Washington, Geneva, Switzerland. World Resources Institute; World Business Council for Sustainable Development

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) <b>Schlussbericht</b>
3. Titel <b>Green Logistics</b>	
4. Autor(en) <b>Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML</b> Dobers, Kerstin Rüdiger, David Klukas, Achim Lammers, Wolfgang	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.03.2015
	6. Veröffentlichungsdatum geplant
	7. Form der Publikation
8. Durchführende Institution(en)  DB Mobility Logistics AG, Edmund-Rumpler-Straße 3, 60549 Frankfurt  Deutsche Post AG, Charles-de-Gaulle-Straße 20, 53113 Bonn  Fiege Deutschland Stiftung & Co. KG, Joan-Joseph-Fiege-Straße 1, 48268 Greven  Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Joseph-von-Fraunhofer Str. 2-4, 44227 Dortmund  Goodman Germany GmbH, Peter-Müller-Straße 10, 40468 Düsseldorf  Lufthansa Cargo AG, Lufthansa Basis, 60546 Frankfurt  Schmidt-Gevelsberg GmbH, Prinzenstraße 52, 58332 Schwelm  TÜV Rheinland CERT GmbH, Am Grauen Stein, 51105 Köln  United Parcel Service Deutschland Inc & Co. OHG, Goerlitzer Str. 1, 41460 Neuss  Vanderlande Industries GmbH, Krefelder Straße 699, 41066 Mönchengladbach  Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Döppersberg 19, 42103 Wuppertal	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen <b>01IC10L06 A-K</b>
	11. Seitenzahl <b>89</b>
	12. Fördernde Institution (Name, Adresse)  <b>Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn</b>
12. Fördernde Institution (Name, Adresse)  <b>Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn</b>	13. Literaturangaben 60
	14. Tabellen 19
	15. Abbildungen 41
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	

18. Kurzfassung

Im Rahmen des Verbundvorhabens »Green Logistics« erfolgte die Entwicklung und Umsetzung von ökoefizienten Logistik-Produkten und -Dienstleistungen, also realer, sowohl ökologischer als auch wirtschaftlicher Logistiklösungen.

Ziel des Verbundprojekts war, die ökologischen Wirkungen logistischer Prozesse und Systeme erstmalig verursachungsgerecht und standardisiert für die gesamte Logistikkette zu bestimmen, also integrativ für die drei Bereiche Logistikimmobilie, Intralogistik sowie Transport. Die hierfür (weiter) zu entwickelnden Methoden und Instrumente wurden in ein Zertifizierungssystem für Logistikdienstleister überführt. Ferner wurde ein exemplarisches Bewertungstool realisiert, mit welchem die Umweltwirkungen logistischer Systeme und Prozesse ermittelt und die ökoefizientesten Lösungen identifiziert werden können.

Ferner konzipierten die Projektpartner ökoefiziente Produkte und Logistiksysteme. Die Arbeiten umfassten u.a. einen CO<sub>2</sub>-neutralen Luftfrachthub, eine ökoefiziente Last Mile Logistik sowie ein ressourcensparendes Behältermanagement. Die Innovationen des Verbundprojekts lagen in der Vergleichbarkeit ökologischer Wirkungen in Bezug auf die logistische Leistungserbringung und in dem Nachweis der Existenz ökoefizienter Lösungen vor dem Hintergrund der gesamten Logistikkette.

Im vorliegenden Bericht sind die Green Logistics Arbeiten und Ergebnisse zusammenfassend beschrieben. Auf detaillierte Erläuterungen wird entsprechend auf die jeweiligen partnerspezifischen Schlussberichte verwiesen.

19. Schlagwörter

Carbon Footprint, Energie, Emission, Green Logistics, Immobilie, Intralogistik, Klima, Lager, Logistik, Dienstleistung, Ökologische Bewertung, Ressourceneffizienz, Transport, Treibhausgas, Umschlag

20. Verlag

21. Preis

## Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final report
3. title Green Logistics	
4. author(s) (family name, first name(s)) <b>Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML</b> Dobers, Kerstin Rüdiger, David Klukas, Achim Lammers, Wolfgang	5. end of project 31.03.2015
	6. publication date planned
	7. form of publication
8. performing organization(s) (name, address)  DB Mobility Logistics AG, Edmund-Rumpler-Straße 3, 60549 Frankfurt  Deutsche Post AG, Charles-de-Gaulle-Straße 20, 53113 Bonn  Fiege Deutschland Stiftung & Co. KG, Joan-Joseph-Fiege-Straße 1, 48268 Greven  Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Joseph-von-Fraunhofer Str. 2-4, 44227 Dortmund  Goodman Germany GmbH, Peter-Müller-Straße 10, 40468 Düsseldorf  Lufthansa Cargo AG, Lufthansa Basis, 60546 Frankfurt  Schmidt-Gevelsberg GmbH, Prinzenstraße 52, 58332 Schwelm  TÜV Rheinland CERT GmbH, Am Grauen Stein, 51105 Köln  United Parcel Service Deutschland Inc & Co. OHG, Goerlitzer Str. 1, 41460 Neuss  Vanderlande Industries GmbH, Krefelder Straße 699, 41066 Mönchengladbach  Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Döppersberg 19, 42103 Wuppertal	9. originator's report no.
	10. reference no. 01IC10L06 A-K
	11. no. of pages 89
	13. no. of references 60
12. sponsoring agency (name, address)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	14. no. of tables 19
	15. no. of figures 41
	16. supplementary notes
17. presented at (title, place, date)	

18. abstract

The development and realization of eco-efficient logistics products and services – therefore real, both ecological and economic logistics solutions – followed as part of the collaborative project »Green Logistics«.

The objective of this collaborative project was to determine the ecological impacts of logistics processes and systems, first-time source-specific and standardized for the whole logistics chain, so, integratively for the three areas logistics real estate, intralogistics and transport. Methods and instruments to be (further) developed for this were transferred into a certification system for logistics service providers. In addition to this, an exemplary assessment tool was realized, with which environmental impacts of logistics systems and processes can be determined and the most eco-efficient solutions identified.

Moreover, the project partners conceptualized eco-efficient products and logistics systems. Among others, the research covered a CO2 neutral airfreight hub, an eco-efficient last mile logistics as well as a resource-saving container management. Innovations of the collaborative project were the comparability of ecological impacts regarding logistic performance and evidence of the existence of eco-efficient solutions, against the background of the whole logistics chain.

The report at hand summarizes all project aspects from an overall perspective. Detailed description are given in the relevant partner reports.

19. keywords

Carbon footprint, climate, ecological assessment, emission, energy, greenhouse gas, Green Logistics, intralogistics, logistics, real estate, resource efficiency, service, transport, transshipment, warehouse

20. publisher

21. price