



Josef Kormann, BSc

**Studie zur Nachhaltigkeit in der Logistik –  
Analyse und Bewertung aktueller Ziele sowie  
Maßnahmen zur Steigerung der  
Energieeffizienz von Logistikzentren**

**MASTERARBEIT**

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau

eingereicht an der

**Technischen Universität Graz**

Betreuer

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk JODIN

Institut für Technische Logistik (ITL)

Zweitbetreuer

Dipl.-Ing. Florian Lottersberger

Graz, Dezember 2014

## **EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG**

### **AFFIDAVIT**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly indicated all material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis.

---

Datum / Date

---

Unterschrift / Signature

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen Menschen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Besonderer Dank geht an meine Familie und meine Freunde, die mich während meines gesamten Studiums immer unterstützt und an mich geglaubt haben.

Speziell bedanken möchte ich mich auch bei meiner Lebensgefährtin, die mir immer zur Seite gestanden und in jeder schwierigen Situation geholfen hat.

Ich bedanke mich auch herzlich bei Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk JODIN und DI Florian Lottersberger, die meine Arbeit betreut und mich immer mit professionellem Rat unterstützt haben.

Weiters danke ich all meinen Interviewpartnern für ihre Zeit und ihre Kooperationsbereitschaft.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>8</b>
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung.....	8
1.2	Abgrenzung der Arbeit .....	10
1.3	Zielsetzung, Forschungsfragen und Hypothesenformulierung .....	11
1.4	Vorgehensweise und Methodik .....	12
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b> .....	<b>15</b>
2.1	Von der Logistik zur Intralogistik .....	15
2.1.1	Begriffsdefinition von Logistik und Intralogistik .....	15
2.1.2	Historische Entwicklung der Intralogistik.....	17
2.1.3	Aufgabenbereich der Intralogistik .....	21
2.1.4	Entwicklungspotential der Intralogistik.....	23
2.2	Nachhaltigkeit .....	26
2.2.1	Begriffsdefinition Nachhaltigkeit.....	26
2.2.2	Historische Entwicklung der Nachhaltigkeit .....	28
2.3	Von der Logistik zur nachhaltigen Logistik .....	32
2.3.1	Begriffsdefinition Nachhaltige Logistik / Grüne Logistik .....	32
2.3.2	Historische Entwicklung der Nachhaltigen Logistik.....	33
2.3.3	Nachhaltige Intralogistik – Handlungsbereiche .....	35
<b>3</b>	<b>Erhebung Stand der Forschung</b> .....	<b>40</b>
3.1	Literaturrecherche von Nachhaltigkeitsmaßnahmen.....	40
3.1.1	Wissenschaftliche Studien.....	41
3.1.2	Unternehmen .....	46
3.2	Erkenntnisse und Fazit.....	51
<b>4</b>	<b>Befragung</b> .....	<b>57</b>
4.1	Grundsätze des qualitativen Interviews .....	57
4.2	Untersuchungsdesign .....	58
4.3	Erklärung des Fragebogens .....	60
4.3.1	Inhaltliche Gliederung.....	60
4.3.2	Detailbeschreibung der Fragen .....	61
<b>5</b>	<b>Auswertung und Resultate</b> .....	<b>71</b>
5.1	Auswertung der Unternehmensbefragung.....	71
5.2	Ergebnisse der Unternehmensbefragung.....	71
5.3	Hypothesenüberprüfung.....	91
<b>6</b>	<b>Fazit und Ausblick</b> .....	<b>95</b>
6.1	Trends nachhaltiger Logistikzentren.....	95
6.2	Conclusio .....	96

---

<b>7</b>	<b>Verzeichnisse</b> .....	<b>98</b>
7.1	Literaturverzeichnis.....	98
7.2	Abbildungsverzeichnis .....	108
<b>8</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>110</b>
8.1	Anhang 1 – Veröffentlichter Kurztext.....	110
8.1.1	Veröffentlichter Kurztext in Deutsch .....	110
8.1.2	Veröffentlichter Kurztext in Englisch .....	111
8.2	Anhang 2 – E-Mail zum Fragebogen an die Unternehmen.....	112
8.3	Anhang 3 – Auswertungsdatenbank in Excel .....	113

## Glossar

ALI	Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme
BME	Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V.
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CeMAT	Centrum für Materialflusstechnik
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
DGNB	Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
et al.	et alii: und andere
EU	Europäische Union
f	folgend
ff	fortfolgend
fml	Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik - TU München
Hrsg.	Herausgeber
IML	Institut für Materialfluss und Logistik - Fraunhofer
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IT	Informationstechnik
kWh	Kilowattstunde
LED	Light Emitting Diode
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LogBW	Logistik-Netzwerk Baden-Württemberg
OvG	Otto-von-Guericke – Universität Magdeburg
ÖGNI	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft
PIUS	Produktionsintegrierter Umweltschutz
RFID	Radio Frequency Identification
TAPA	Transport Asset Protection Association
UN	United Nations
UNEP	United Nations Environment Programme
US	United States
usw.	und so weiter
vgl.	Vergleich
WCED	World Commission on Environment and Development
WHO	World Health Organization
WKO	Wirtschaftskammer Österreich
z.B.	zum Beispiel

## Zusammenfassung

Steigende Rohstoff- und Energiepreise, wachsender CO<sub>2</sub>-Ausstoß, umweltpolitische Reglementierungen sowie Klimadebatten führen zu einem Umdenken und stellen Unternehmen vor neue Herausforderungen im Bereich der Distributionslogistik. Das Bedürfnis ist, das gesamte Logistikzentrum nachhaltiger und „grüner“ zu gestalten, weil steigende Energiekosten und damit verbundene anwachsende Belastung der Umwelt zu einem immer größeren Problem werden. Nachhaltigkeit in der Lagerlogistik meint vor allem, dass Ressourcen effizient genutzt werden und Energie eingespart wird. Dies bedeutet, dass der gesamte Logistikprozess in den Bereichen Gebäudehülle, Haustechnik, Energieversorgung und Intralogistik optimiert werden muss. Die vorliegende Masterarbeit befasst sich mit der Aussage, dass Logistikzentren sich zu einer „grünen“ und „nachhaltigen“ Logistik entwickeln und dieser Trend sich, aufgrund von politischen, betriebswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Forderungen, als dauerhafte Lösung anbietet. Durch eine vorab durchgeführte Literaturrecherche wurde der Stand der Forschung dargelegt, um einen Überblick zu erlangen und das Problemfeld abzugrenzen. Hauptaugenmerk dieser Arbeit war es, Logistikzentren von nationalen und internationalen Unternehmen auf deren Energieeffizienz hin zu untersuchen. Mithilfe eines Fragebogens wurde eine Unternehmensbefragung durchgeführt. Diese soll einen Ausblick über aktuelle Bemühungen und zukünftige Vorhaben hinsichtlich der nachhaltigen Gestaltung von Logistikzentren liefern. Im Speziellen bezieht sich dies auf die Themen Ressourcenschonung, Energieeinsparung und Verwendung von alternativen Energiequellen. Darüber hinaus sollen Pläne zur Effizienzsteigerung, etwaige Einsparungspotenziale und Zukunftstrends aufgezeigt werden. Zusammengefasst wurde durch die Befragung ersichtlich, dass für die meisten befragten Unternehmen das Thema Nachhaltigkeit bzw. „Grüne“ Logistik einen wichtigen Stellenwert in ihrer Unternehmenspolitik hat. Die Umsetzung der nachhaltigen Maßnahmen wird jedoch durch den finanziellen Aufwand noch gebremst.

# 1 Einleitung

Das erste Kapitel dieser Masterarbeit enthält eine kurze Einführung zum Thema Nachhaltigkeit in der Logistik und stellt die wesentlichen Elemente dieses Themas dar. Abgeleitet aus der Ausgangssituation und der Problemstellung, ergeben sich die Forschungsfragen und die Zielsetzung dieser Arbeit. Im Anschluss wird die Vorgehensweise und die Methodik erklärt.

## 1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Industrie ist im Wandel der Zeit und steigende Rohstoffpreise und steigender Ausstoß von Treibhausgasen zwingen die Unternehmen zum Umdenken. Wie wichtig eine nachhaltige Lebensweise ist, verankert sich immer mehr im Bewusstsein der Menschen. Das Vorhaben, so zu handeln, dass die jetzigen Bedürfnisse befriedigt werden, aber auch ein gutes Leben in der Zukunft gesichert wird, rückt in den Mittelpunkt des Wirtschaftens. Da die Unternehmen einen großen Einfluss auf die Umwelt haben, spielen Sie in der Nachhaltigkeitsdiskussion eine tragende Rolle. Die Verantwortung der Unternehmen wird wichtiger denn je und eine nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft ist nur möglich, wenn auch die Unternehmen sozial verantwortungsvoll handeln (vgl. [GT09]). Denn die Gesamtheit der Nachhaltigkeit besteht aus 3 Ebenen: Ökonomie, Ökologie und Soziales (vgl. [HB04], S.2).

Sozial verantwortlich zu handeln bedeutet für Unternehmen vor allem, dass Entscheidungen so getroffen werden, dass sie zwar der Firma zugutekommen, jedoch auch das soziale Wohlbefinden schützen und verbessern (vgl. [MA09]).

Die Logistik von Unternehmen belastet die Umwelt in verschiedenen Bereichen. Zum einen spielt der Transport eine große Rolle, zum anderen wird ein erheblicher Teil der Energie aber auch in der Intralogistik benötigt.

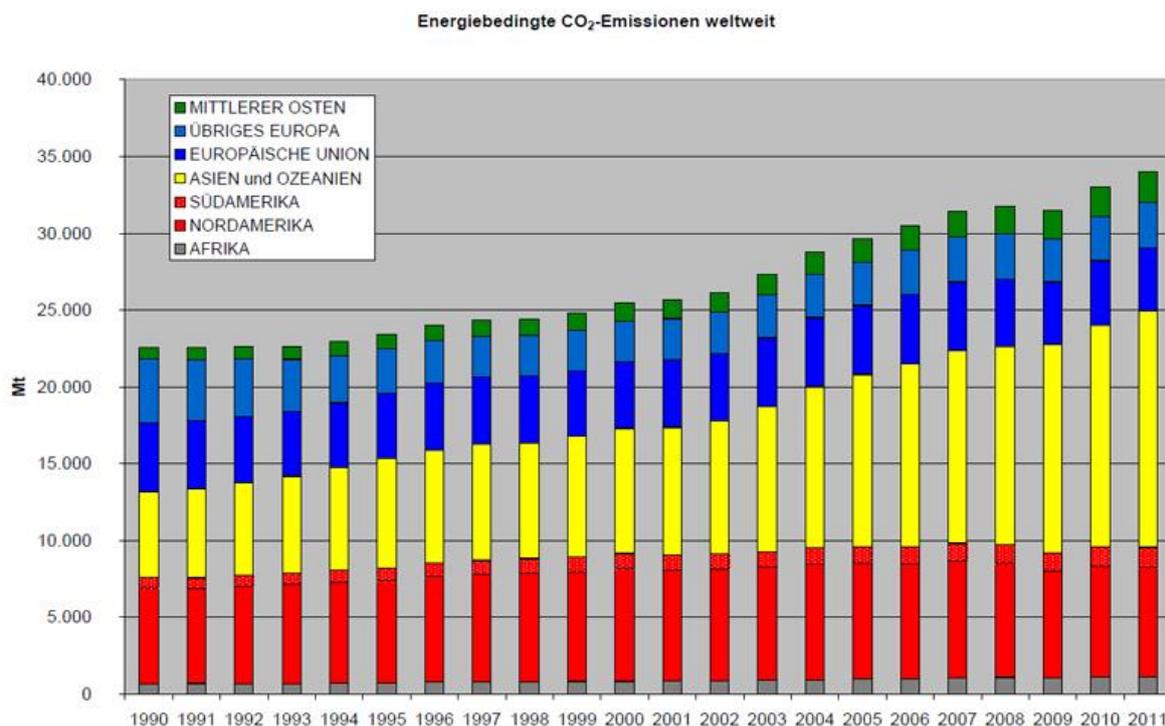
Man kann davon ausgehen, dass um die 25% des Energieverbrauchs, verursacht durch logistische Einrichtungen, für Förder-, Lager-, und Kommissionierprozesse aufgewendet werden (vgl. [FRA11]).

Der Verbrauch fossiler Brennstoffe ist gegenwärtig Hauptbestandteil der Energienutzung. Dies führt zum Versiegen der vorhandenen Rohstoffvorräte und verursacht folgenschwere Klimaveränderungen durch die Freisetzung von Treibhausgasen (vgl. [CLE07]).

Eine nachhaltige Energiepolitik wird unabdinglich. Im Zuge dieser Erkenntnis, entwickelte sich der Begriff *Grüne Logistik*, der einen verantwortungsvollen Umgang der Unternehmen mit der Umwelt voraussetzt.

Um die Logistiksysteme von Unternehmen nachhaltiger zu gestalten, muss eine Steigerung der Energieeffizienz der Logistikzentren erfolgen.

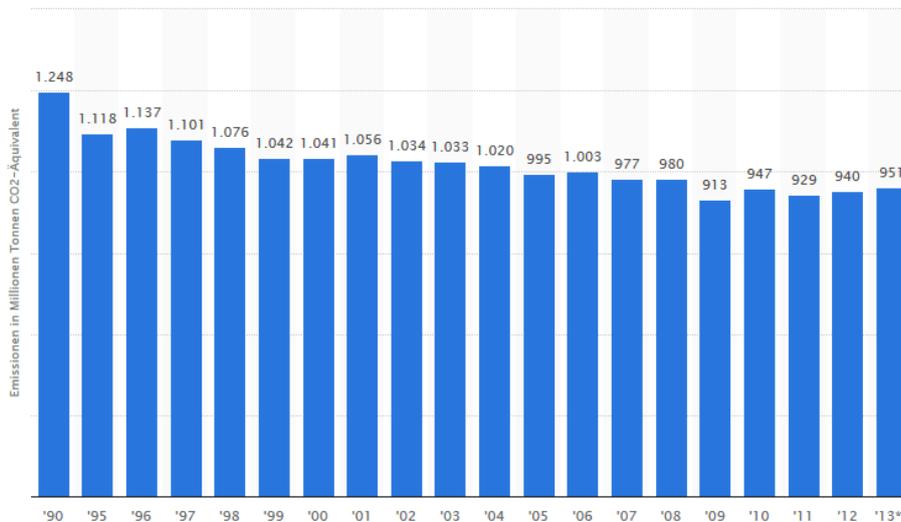
Im Bereich der Transportlogistik bedeutet dies eine sparsame Nutzung der Ressourcen und führt zu Umstrukturierungen, wie Routenoptimierung, Reduzierung des Transportaufkommens und Einsatz energieeffizienter Fuhrparks bei gleichbleibender Transporteffizienz. Im Bereich der Lagerhallen umfasst eine nachhaltige Energiepolitik die sparsame Nutzung von Beleuchtung, Heizungs- und Lüftungstechnik. Die Lagerlogistik muss eine Vermeidung von Leerläufen anstreben und energiesparende und energierückgewinnende Lagertechniken müssen eingesetzt werden. Mit einer nachhaltigen Logistikplanung und -strategie kann man also eine effizientere Ressourcennutzung und eine Minimierung von Treibhausgasen erzielen (vgl. [FRA14]). Der Anstieg der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen, in Mio. t / Jahr, ist in der nachfolgenden Abbildung 1 ersichtlich. Aus dem internationalen Vergleich geht hervor, dass Europa im Vergleich zu Asien, Süd- und Nordamerika wesentlich weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht.



**Abbildung 1: Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit ([WIR13])**

Betrachtet man die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland und Österreich in Abbildung 2 und 3 genauer, kann man vor allem in den letzten Jahren einen Rückgang feststellen. In Deutschland wurde der Höchstwert schon 1990 gemessen, in Österreich jedoch erst 2005.

**Höhe der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2013 (in Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent)**



**Abbildung 2: Höhe der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland 1990 – 2013 ([STA13])**

Auch wenn die CO<sub>2</sub>-Emissionen zurückgegangen sind, ist es zur Erreichung des Kyoto-Zieles für Österreich (Abb.3), mit einem max. Ausstoß von 68,8 Mio. Tonnen an Treibhausgasen, noch ein weiter Weg. Aus diesem Grund ist es so wichtig, dass Unternehmen auf nachhaltige Technologien setzen um die Umwelt zu schonen.



**Abbildung 3: Verlauf der österr. Treibhausgas-Emissionen 1990 – 2012 ([UMW12], Abb.1, S.18)**

## 1.2 Abgrenzung der Arbeit

Die Logistikkette eines Unternehmens hat wesentlichen Einfluss auf die Umwelt und muss für eine umfassende nachhaltige und grüne Logistik als gesamter Prozess betrachtet

werden. Für eine vollständige Logistikplanung und Strategie im Sinne der Nachhaltigkeit muss also das Logistiksystem eines Unternehmens in seiner Gesamtheit herangezogen werden.

Für diese Arbeit liegt der Fokus jedoch auf der innerbetrieblichen Logistik, auch als Intralogistik bezeichnet. Unmittelbar mit dem Bereich Intralogistik verbunden sind die Bereiche Gebäudehülle und Haustechnik. Die nachfolgende Grafik stellt die wesentlichen Bereiche dar, die in dieser Masterarbeit betrachtet werden.

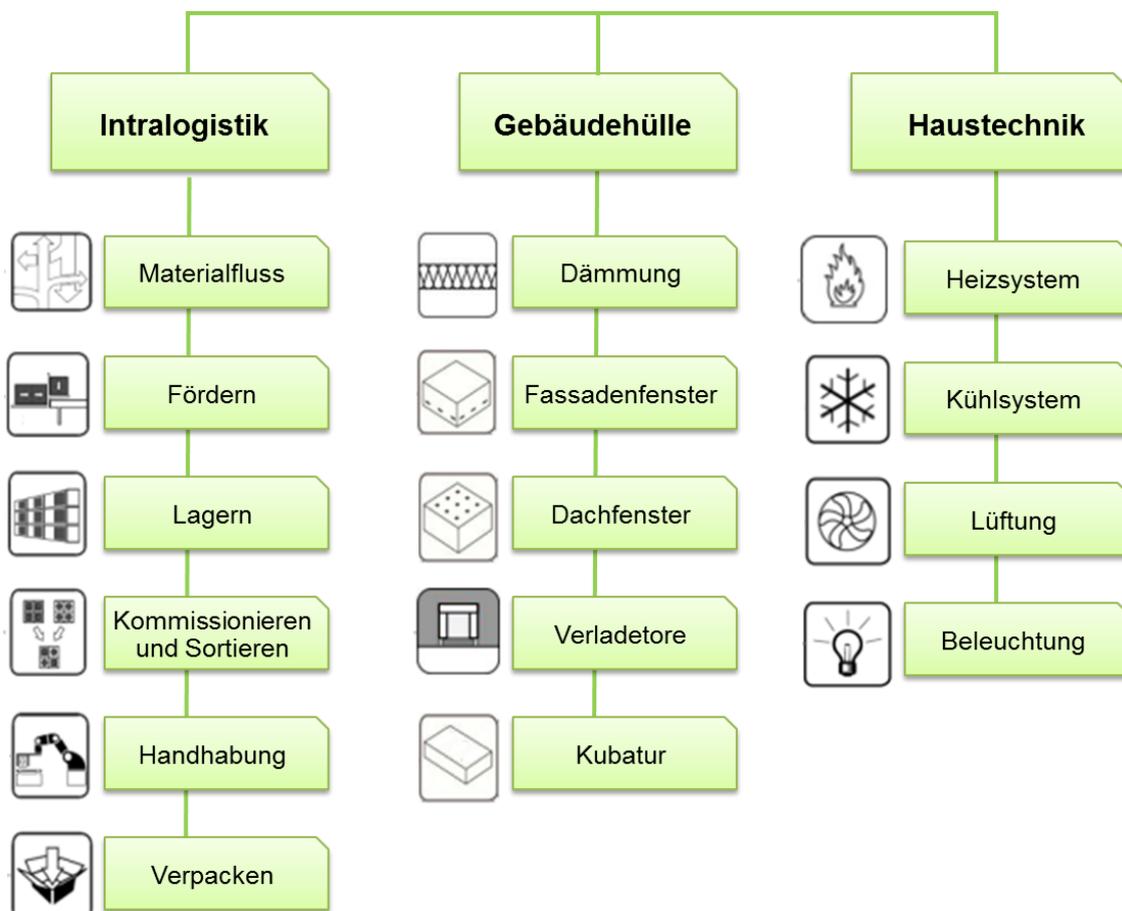


Abbildung 4: Bereiche eines Logistikzentrums (nach [GHFV14], Abb.4.11, S.23)

### 1.3 Zielsetzung, Forschungsfragen und Hypothesenformulierung

Ziel dieser Masterarbeit ist es, herauszufinden, welche Maßnahmen die Unternehmen bereits umsetzen, um die Intralogistik im Unternehmen nachhaltiger zu gestalten und wie viel Handlungsbedarf es auf dieser Ebene noch gibt.

Vorab muss geklärt werden, ob und wie sehr die Unternehmen generell daran interessiert sind, Nachhaltige Intralogistik umzusetzen. Weiters wird auf die verschiedenen Maßnahmen eingegangen, welche eine nachhaltige Entwicklung der Logistik herbeiführen. Dabei wird festgestellt, welche dieser Maßnahmen schon umgesetzt werden und wie wichtig diese für die Firmen sind. Abschließend wird dokumentiert, welche Schritte die Unternehmen im Bereich der nachhaltigen Entwicklung zukünftig planen. Darüber hinaus sollen die im Kapitel 1 formulierten Hypothesen im **Kapitel 5.2** bestätigt oder widerlegt werden. Die Fragestellungen, die den Hypothesen zugrunde liegen, beziehen sich auf die Bereiche **Logistikzentren** sowie **Nachhaltigkeit** und damit verbunden **Effizienzsteigerung**, **Ressourcennutzung**, **erneuerbare Energien**, **CO<sub>2</sub> – Minimierung** und ähnliche Maßnahmen.

**Die definierten Forschungsfragen lauten wie folgt:**

- Sind Unternehmen an einer nachhaltigen Gestaltung der Intralogistik interessiert?
- Welche Maßnahmen werden von Unternehmen getroffen, um die Nachhaltigkeit zu steigern und wie wichtig sind diese Maßnahmen?
- Welche Pläne haben Unternehmen für die zukünftige Gestaltung der innerbetrieblichen Logistik?

Die Hypothesen, die sich aus den Forschungsfragen ergeben, lauten wie folgt:

**Hypothese 1:**

Eine nachhaltige Gestaltung der Intralogistik liegt im Interesse der Unternehmen.

**Hypothese 2:**

Die meisten Maßnahmen zur Realisierung von nachhaltigen Logistikzentren wurden im Bereich der Förder-, Lager- und Kommissioniertechnik umgesetzt.

**Hypothese 3:**

Die Unternehmen haben die Wichtigkeit von nachhaltigen Logistikprozessen erkannt und planen weitere Maßnahmen für die Zukunft.

## **1.4 Vorgehensweise und Methodik**

Die Auswahl dieses Themas für die Masterarbeit resultiert aus einem großen persönlichen Interesse für Nachhaltigkeit im unternehmerischen Bereich. Der Aufbau der Masterarbeit und die Vorgehensweise sind wie in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.

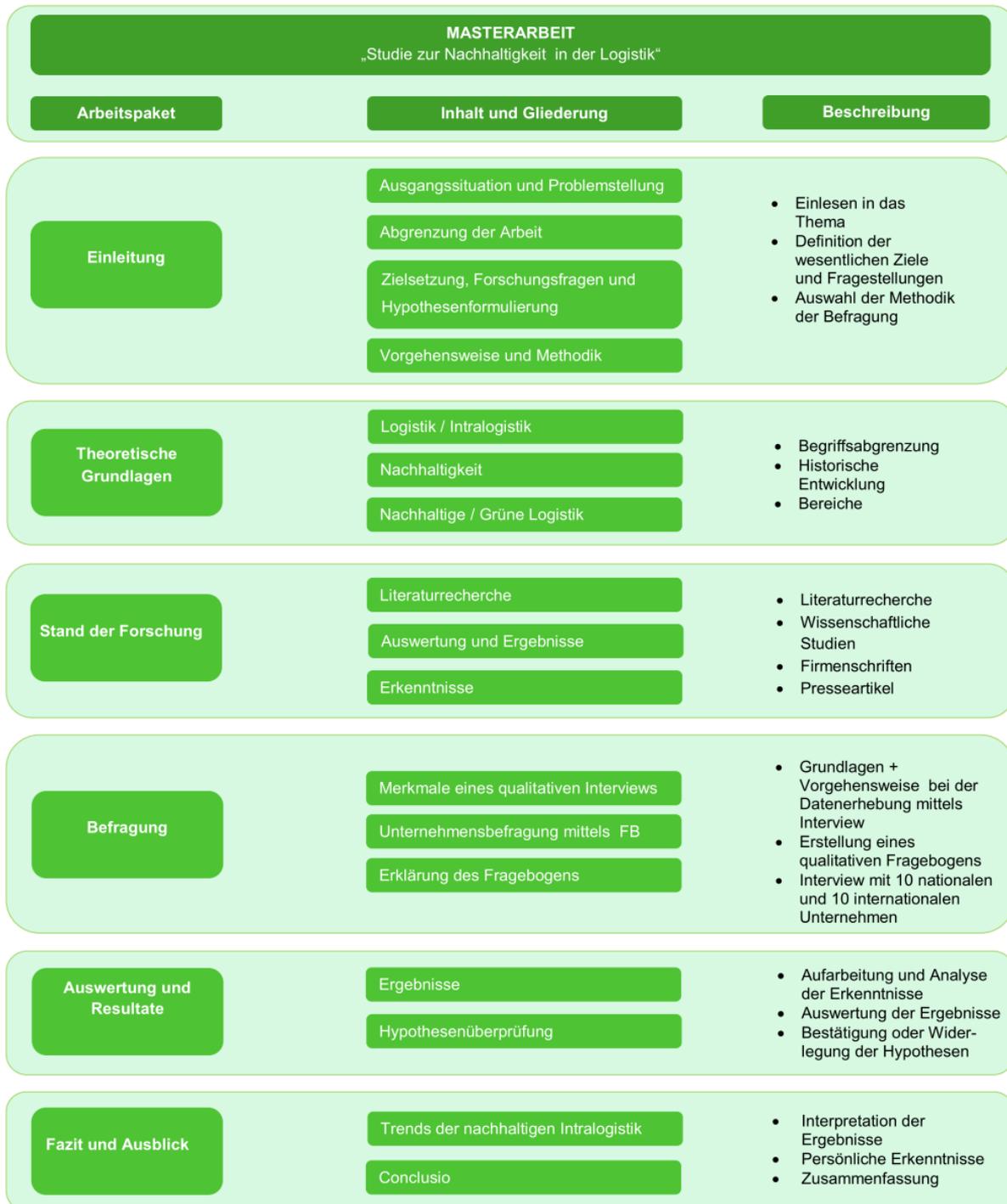


Abbildung 5: Aufbau der Masterarbeit „Studie zur Nachhaltigkeit in der Logistik“

Der erste Teil dieser Arbeit beinhaltet eine umfassende Recherche zu den Themen Nachhaltigkeit, Logistik, Intralogistik und Grüne Logistik. Die Rechercheergebnisse stützen sich auf nationale und internationale wissenschaftliche Literatur, empirische Studien, Journalartikeln, Veröffentlichungen und Presseaussendungen von Unternehmen. Daraus leiten sich Definition und Begriffsabgrenzung als Grundlage für diese Arbeit ab. Nach Einschätzung der aktuellen Situation und des Stands der Forschung, wurden die wesentlichen Forschungsfragen formuliert und daraus Hypothesen abgeleitet. Diese

Hypothesen bilden die Grundlage für den empirischen Teil der Arbeit und werden bestätigt oder widerlegt. So wird der aktuelle Stand der Umsetzung von Nachhaltigkeit in der Intralogistik in den befragten Unternehmen aufgezeigt.

Für die Befragung wird ein Fragebogen mit Fragen erstellt, die offen oder durch Ankreuzen zu beantworten sind. Befragt werden nationale und internationale Unternehmen, denen der Fragebogen nach einem Telefongespräch per E-Mail zugesandt wird. Nach der Beantwortung werden die Fragebögen anonym ausgewertet und daraus die Resultate abgeleitet. Den Abschluss der Arbeit bilden eine Conclusio über die Ergebnisse und ein Ausblick auf die weiteren Trends. Abbildung 6 stellt die genaue Vorgehensweise grafisch dar.

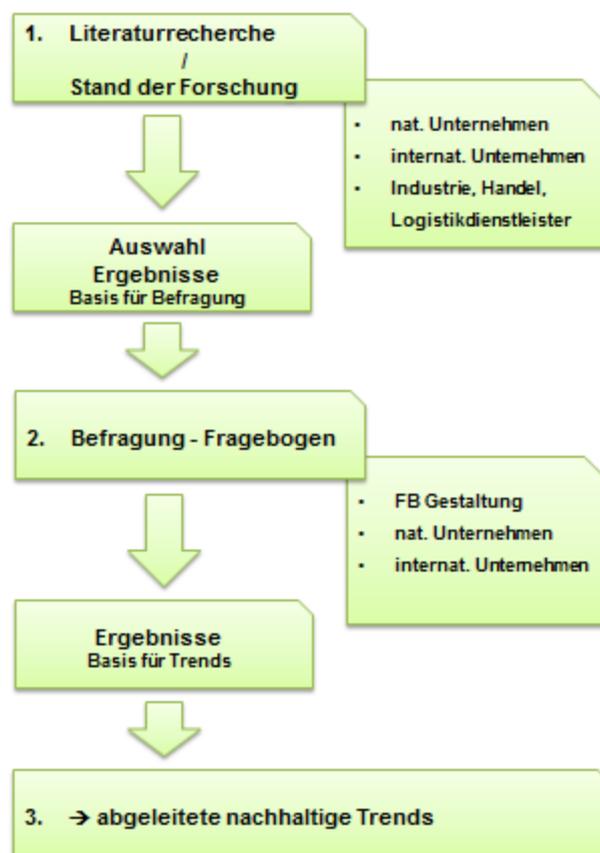


Abbildung 6: Vorgehensweise zur Datenerhebung Masterarbeit

## 2 Theoretische Grundlagen

In Kapitel 2 werden für diese Arbeit essenzielle Begriffe definiert. Dabei wird auch auf die historische Entwicklung und die Verwendungsbereiche der Termini eingegangen. Im Speziellen werden *Logistik* und *Intralogistik* diskutiert und es wird das Zusammengreifen der beiden Bereiche aufgezeigt. Im Anschluss daran wird der Begriff Nachhaltigkeit erläutert und die Überleitung auf nachhaltige bzw. grüne Logistik hergestellt.

### 2.1 Von der Logistik zur Intralogistik

Das Thema Logistik beschäftigt die Menschen schon seit langer Zeit. Die älteste Definition des Begriffes stammt aus einer Abhandlung über Kriegskunst des byzantinischen Kaisers 886-911 (n. Chr.). Er bezeichnet mit Logistik dort alle Aktivitäten zur Unterstützung des Heeres und auch in den folgenden Jahrhunderten wurde der Begriff immer wieder im Zusammenhang mit der Kriegskunst genannt. Die Wortherkunft von Logistik ist auf Begriffe aus drei verschiedene Sprachen zurückzuführen: dem altgriechischen „logistike“ (= praktische Rechenkunst), die bis zum 17. Jahrhundert die Bezeichnung für Logistik war, dem lateinischen „logica“ (= Vernunft) und dem französischen „logement“ (= Unterbringung). Den Einzug in die heutigen Wirtschaftswissenschaften fand die Logistik etwa 1950 über den militärischen Bereich. (vgl. [KOC12], S.1f).

#### 2.1.1 Begriffsdefinition von Logistik und Intralogistik

Obwohl alle drei oben genannten Wörter unterschiedliche Bedeutungen haben, zeigt sich doch, dass diese Bedeutungen auch heute noch im groben Verständnis für Logistik stehen. Laut Koch (vgl. [KOC12], S.6) gibt es keine allgemein gültige Definition von Logistik, nur mehrere Definitionsansätze, wie etwa die flussorientierte Definition:

„Unter Logistik wird oftmals eine unternehmerische Funktion verstanden, die alle Transport-, Lager- und Umschlagvorgänge in einem Unternehmen und zwischen den Unternehmen plant, steuert, realisiert und überwacht („Raum-Zeit-Transformationsfunktion der Logistik“). Hinzu kommen ergänzende Vorgänge wie z. B. Verpacken, Kommissionieren, Konfektionieren und Palettieren. Durch das Zusammenwirken all dieser Tätigkeiten wird ein Güterfluss ausgelöst, der einen Lieferpunkt mit einem zugehörigen Empfangspunkt möglichst effizient verbindet“ ([KOC12], S.6).

Eine koordinierungs- oder dienstleistungsorientierte Definition der Logistik von Weber und Kummer lautet wie folgt (vgl. [WK90], S.776):

„Logistik ist das Management von Prozessen und Potenzialen zur koordinierten Realisierung unternehmensweiter und unternehmensübergreifender Materialflüsse und der dazugehörigen Informationsflüsse (Prozessmanagement der Wertschöpfungskette). Die materialflussbezogene Koordination beinhaltet insbesondere die horizontale Koordination zwischen Lieferanten (Vorlieferanten), Unternehmensbereichen und Kunden (bis zum Endabnehmer) sowie die vertikale Koordination zwischen Planungs-, Steuerungs-, Durchführungs- und Kontrollebenen (von der strategischen bis zur operativen Ebene).“

Logistik umfasst somit alle Aufgaben zur integrierten Planung, Koordination, Durchführung und Kontrolle der Güterflüsse und ebenso die güterbezogenen Informationen von Entstehungssenkern bis hin zu Verbrauchssenkern. Die vorrangigen Ziele der Logistik liegen in der Kostensenkung von logistischen Aktivitäten, in der Verbesserung von Wert und Nutzen der physischen Produkte und Dienstleistungen sowie auch in der Verbesserung der Flexibilität von logistischen Systemen (vgl. [GAB14]).

Logistik befasst sich mit der Planung der Wege und der Durchlaufzeiten von Waren. Ziel hierbei ist, die Grundregeln der Logistik einzuhalten, die sogenannten **6 R der Logistik** (vgl. [EHR97], S.24ff):

Die richtige Ware muss

- zur richtigen Zeit
- am richtigen Ort
- in der richtigen Menge
- in der richtigen Qualität und
- zu den richtigen Kosten zur Verfügung zu stehen.

In den 80er Jahren verbreitete sich in der Fachwelt ein neuer Begriff, „Supply Chain Management“ oder zu Deutsch „Lieferkettenmanagement“. Dieser neue Begriff resultierte aus der Erkenntnis, dass man die Logistik nur weiter optimieren kann, indem man über die Unternehmensgrenzen hinweg Einfluss auf die Logistik nimmt und so die gesamte Wertschöpfungskette betrachtet. Der davor entwickelte Just-in-time Ansatz hat die Beziehung zwischen Produzent und Lieferant bereits enger gekoppelt, weitere Verbesserungen können nun nur mehr durch die Zusammenlegung von Schnittstellen und die Vereinheitlichung der Prozesse innerhalb der vollständigen Lieferkette gewonnen werden. Supply-Chain-Management beschreibt also nicht nur den Bereich der einfachen Transport- Logistik, sondern schließt darin alle Bereiche der Betriebswirtschaftslehre mit ein. Mit Hilfe dieser neuen Bezeichnung beschreibt man das gemeinsame Zusammenwirken von Marketing, Unternehmensführung, Produktion, Unternehmensrechnung und Controlling. Vielfach wird der Begriff Supply-Chain-Management mittlerweile auf gleicher Stufe mit dem

Begriff Logistik verwendet, da sich auch der Aufgabenbereich der Logistik erweitert hat. Heutzutage kümmert sich die Logistik nicht mehr nur um die Überführung von Objekten (Güter, Informationen, Waren) entlang der verschiedenen Stationen innerhalb der Lieferkette, sondern auch um die Optimierung der Logistikprozesse. Die Effektivität, also der Nutzen für den End-Kunden, soll verbessert werden und die Effizienz des Systems, also das Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen, soll gesteigert werden (vgl. [KOC12], S.246f). Mithilfe eines guten Supply-Chain-Managements wird sichergestellt, dass das Netzwerk der Lieferkette optimal versorgt wird und die bestmögliche Leistung zum rentabelsten Preis gewährleistet werden kann (vgl. [ARN06], S.21f).

Diese eher weitläufige Darstellung von Logistik eignete sich aber nicht, um die Abläufe innerhalb eines Logistikstandortes ausreichend zu beschreiben und so fehlte den Fachleuten ein Begriff der technische Lösungen für den intelligenten Warentransport innerhalb eines Logistikknotens darstellt (vgl. [ARN06], S.5).

Wie bei den anderen beiden Begriffsdefinitionen deutlich wurde, lässt sich die Geburtsstunde eines Begriffes in der Regel auf kein eindeutiges Datum festlegen. Der Begriff Intralogistik ist jedoch mit der Presseaussendung vom 30. Juni 2003 zur Ankündigung der Logistikmesse CeMAT 2005 in Hannover eindeutig datiert und lautet wie folgt:

„Die Intralogistik umfasst die Organisation, Steuerung, Durchführung und Optimierung des innerbetrieblichen Materialflusses, der Informationsströme sowie des Warenumschlags in Industrie, Handel und öffentlichen Einrichtungen“ ([ARN06], S.1).

Die Intralogistik ist also ein wichtiger Teilbereich der Logistik, welcher sich nicht nur mit Materialflusstechnik beschäftigt, sondern auch mit Informatik und betriebswirtschaftlichen Aspekten innerhalb eines Standortes (vgl. [ARN06], S.21).

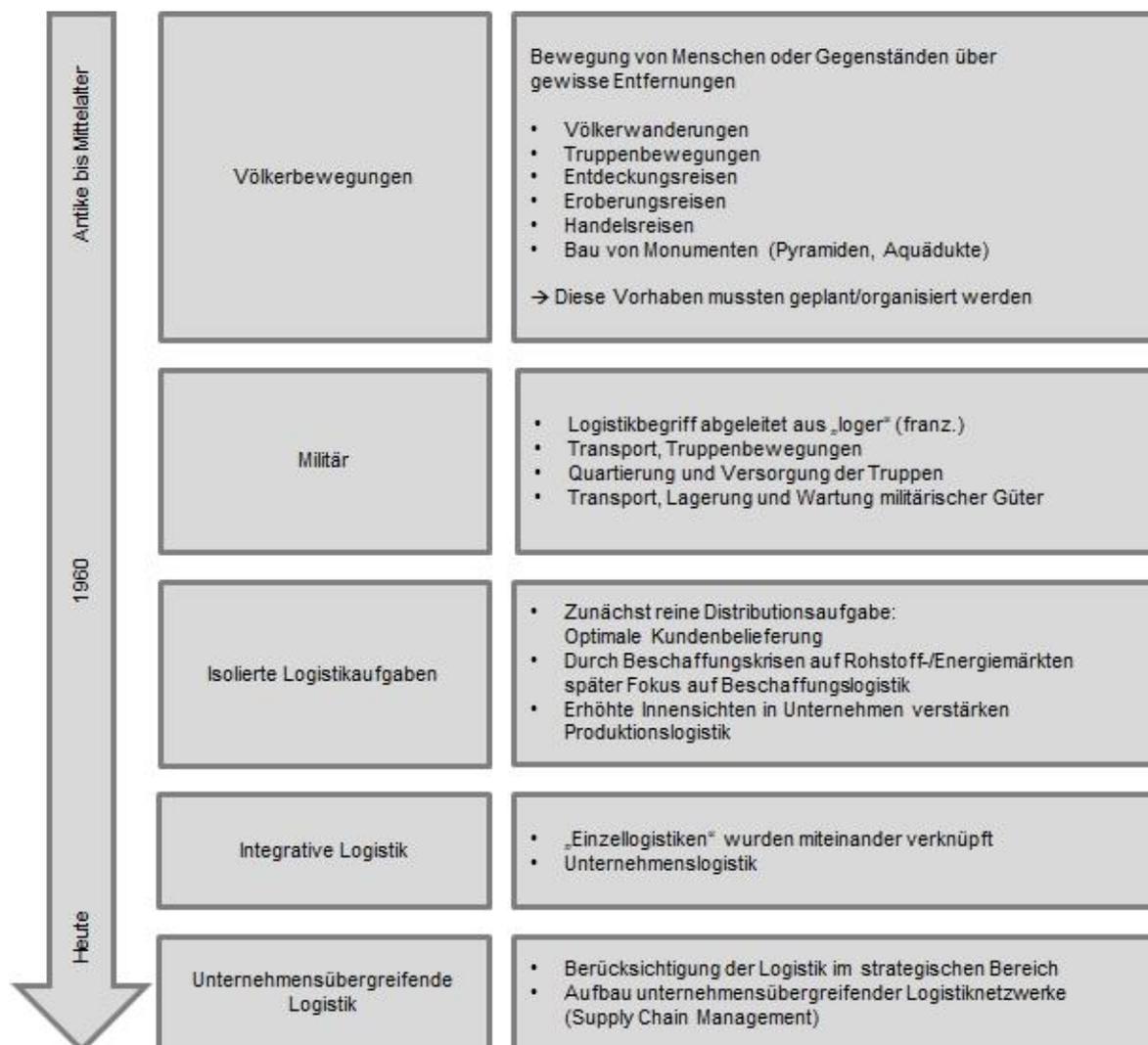
Daher ist die Intralogistik keineswegs nur ein Werkzeug der Supply Chain, sondern vielmehr der Mittelpunkt davon. Im Supply Chain Management werden die maßgeblichen Logistikknoten, Verknüpfungen und Prozesse für die Lieferkette definiert. Die Intralogistik ist es aber, die bestimmt, was die Supply Chain leisten kann (vgl. [ARN06], S.30).

### **2.1.2 Historische Entwicklung der Intralogistik**

Der Beginn der Logistik kann nicht eindeutig festgelegt werden. Wenn die Aufgabe der Logistik aber auf das Liefern und Bereitstellen von Waren vereinfacht wird, kann durchaus behauptet werden, dass die Logistik ihren Ursprung bereits in der Antike hat. Die geschichtliche Entwicklung der Logistik – siehe Abbildung 6 – ist in ihren Anfängen mehr durch militärische Zwecke geprägt, als von wirtschaftlichem Nutzen. Feldherren vergangener

Zeiten, welche mithilfe ihres logistischen Systems besser für Nachschub von Nahrung, Waffen und nicht zuletzt Kriegern sorgen konnten, trugen letztendlich den Sieg davon. (vgl. [ARN06], S.16) Deshalb zählt „Logistik“ nach „Taktik“ und „Strategie“ auch zu den drei wichtigsten Fähigkeiten der Kriegskunst (vgl. [KOC12], S.2).

Logistik im wirtschaftlichen Sinne entstand in Europa erst ab 1945, siehe Abbildung 7. Als nach dem zweiten Weltkrieg der Wiederaufbau begann und die Wirtschaft in den 50er Jahren aufblühte, bot sich die Möglichkeit, effiziente Logistikalösungen auch in wirtschaftlichen Bereichen anzubieten. Die Logistik der 50er Jahre war einfach und bestand aus den folgenden Grunddisziplinen: Fördern, Heben, Lagern und Transportieren. Da die Wirtschaft im Wachstum war und mit den Grunddisziplinen alle Aufgabenbereiche abgedeckt waren, bestand vorerst kein Bedarf weitere Optimierungen für die Logistik auszuarbeiten. So ist es nachvollziehbar, dass sich in diesen Jahren in erster Linie die Fördertechniken und Fördersysteme (z.B.: die Elektrohängebahn) und die Verteil- und Sortiertechniken weiterentwickelt haben (vgl. [ARN06], S.17f).



**Abbildung 7: Entwicklung der Logistik (nach [KOC12], Abb. 1.4, S.7)**

Als der förderliche Ansatz ausgearbeitet war, haben zunächst einzelne Firmen beschlossen auch ihren innerbetrieblichen Ablauf mehr Struktur einfließen zu lassen. Den Materialfluss innerhalb großer Lager logisch aufzubauen und die separat arbeitenden Logistikstandorte miteinander zu verknüpfen, war das Ziel der kommenden Jahre. Diese Entwicklung war sozusagen der Vorläufer der Intralogistik und wurde mit dem ersten automatischen Hochregallager, welches bei Bertelsmann 1962 fertig gestellt wurde, eingeleitet. Die Besonderheit dieses Lagers war nicht nur seine automatische Sortier- und Transportanlage, sondern vielmehr die Tatsache, dass es in den innerbetrieblichen logistischen Ablauf bei Bertelsmann intelligent eingebunden war. Somit war dieses „Bauwerk“ eine der ersten Innovationen in der Logistik und technisch gesehen ein bedeutender Schritt (vgl. [ARN06], S.19). Die wesentlichen Innovationen in der Logistik sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

### Innovationen in der Logistik

1962	Das 1. deutsche Hochregallager wurde bei Bertelsmann in Gütersloh in Betrieb genommen. Die Idee zum „Büchersilo“ hatte der Architekt Prof. Henn. Die Regaltechnik bildete zugleich die tragende Konstruktion für Dach und Wand. Das erste Hochregallager in Silobauweise war geboren. Die Ehe aus Stapler und Kran erschloss zuvor ungeahnte Höhen für die Regalbedienung, erlaubte das gleichzeitige Verfahren der Ein-/Auslagerungsvorrichtungen horizontal und vertikal und schuf durch Schienenführung in Verbindung mit elektrischen Antrieben ideale Voraussetzungen für die Automatisierung dieser damals neuen Lagertechnik.
1967/68	Automatisches Hochregallager mit Lochkartensteuerung, 1. rechnergesteuertes Hochregallager in Europa
1972	Prozessrechnersteuerung für Hochregallager in Deutschland
Ca. 1970	Kommissionierautomat für unterschiedlichste Kleinpackungen (Kosmetika, Pharmazeutik) in horizontalen Kanälen, beweglicher Entnahmekopf mit Abgabe und Bandförderer, Leistung bis 1500 Stk./h (Itematik, SI Handling)
1969 – 73	Artikelweise Vereinzelnung, automatische Codierung (Strich-Code), automatische auftragsbezogene Sortierung und Bereitstellung in Packerei für Schuh-Kartons bei Salamander (Idee Haldimann, kein Dauerbetrieb aufgenommen)
ca. 1975	Kommissionierautomat (A-Frame) für unterschiedlichste Kleinpackungen (Kosmetika, Pharmazeutik) in vertikalen Kanälen, Nachfüllen im Betrieb möglich, Auswurf auf Bandförderer, Leistung > 10.000 Stk./h (FMC USA), ab 1977 in Europa angeboten
1978	Volumenvorkalkulation in der Kommissionierung, Aufträge werden ggf. gesplittet, um das Volumen des Kommissionierhilfsmittels Behälter (auch Transportverpackung zum Endkunden) nicht zu überschreiten – Pharmazeutik
1979	Wiegekontrolle – automatisches Kontrollieren auf richtige Kommissionierung durch Verwiegen (bis 1.200 Aufträge bzw. Kommissionierbehälter/h) - Pharmazeutik
Ca. 1980	Automatische Kommissionierung von Standard-Kartons aus Durchlaufkanälen bis 1.800 Kartons/h
1982	1. Automatischer Sorter (Kippschalensorter) (Crisplant)
1983	Beleglose Kommissionierung (pick-tp-light) für bis zu 1.250 Stk./h und Kommissionierer bei AVON, Atlanta/Georgia, USA (entwickelt bei AVON Neufahrn, Deutschland) – Kosmetika
1984	1. Kommissionierautomat für Pharmazeutik in DE – theoretische Leistung bis 45.000 Stk./h, realisiert > 10.000 Stk./h, automatische Kontrolle auf richtige Kommissionierung, bei Ferd. Schulze, Mannheim (Entwicklung Siemens AG) 2. Kommissionierautomat in DE 1985 bei Gehe, Weiterstadt (Entwicklung KNAPP)
1985	Kommissionierroboter für „geschüttete, verpackte Kleinteile“ für automatische Kommissionierung von 8 Aufträgen parallel für 130-150 Auftragszeilen/h (bis 350 Stück) – Pharmazeutik bei RUWA, Unna (Entwicklung Peter-Uhren)
1985	Artikelweise Kommissionierung, Auflegen auf Sorter, automatische Identifikation, auftragsweises Sortieren bis 18.00 Sorterschalen/h bei Quelle, Nürnberg zur Versorgung von 32 Warenhäusern und 156 Verkaufsstellen. Ähnliches Prinzip, jedoch mit Förderbändern die die Waren zum Sorter führen bei Dagab / Schweden
1986	Datamobil – beleglose Kommissionierung parallel für 8 Aufträge mit automatischer Kontrolle auf richtige Kommissionierung für 220-300 Auftragszeilen und Kommissionierer – Pharmazeutik (Entwicklung Stumpf AG)
1988	Portalroboter auf Regalbediengerät zur automatischen Kommissionierung von fertigungsauftragsbezogenen Teilen (in Mini-Tablaren) bei SIEMENS AG, Poing (Entwicklung SIEMENS / IML, Reinoldus, Siemag)
1991	Artikelweise Kommissionierung Ware-zu-Mann, Etikettierung der Ware, Auftragsmäßige Zusammenführung über Sorter bei Calida, Sursee / Schweiz

**Abbildung 8: Innovationen in der Logistik (nach [ARN06], Abb.1, S.45f)**

Nachdem mit dem ersten Hochregallager der Meilenstein gelegt war, wurden in den 70er und 80er Jahren alle materialflussbezogenen Techniken schrittweise weiterentwickelt. Getrieben vom zunehmenden Rationalisierungsdruck wurde die Logistik als Einsparungspotential angesehen und es wurde begonnen, die Möglichkeiten einzelner Lager auszuweiten. Durch die rasanten Weiterentwicklungen, welche zeitgleich mit der Erfindung immer leistungsfähigerer Computersteuerungen einhergingen, wurde in den 90er Jahren eine gewisse Sättigung des Marktes erreicht. Durch den nunmehr wachsenden Konkurrenzdruck entwickelten sich die Logistik und ihre Leistungen zu einem wichtigen Entscheidungsfaktor in der freien Marktwirtschaft. Die Weiterentwicklung bzw. die Optimierung logistischer Prozesse verlief aber eher unternehmensintern. Der Grund dafür

war, dass technische Neuerfindungen zwar bekannt waren und eventuell auch kopiert werden konnten, die Einbindung dieser in die logistischen Abläufe eines Unternehmens allerdings nicht so leicht zu bewältigen war (vgl. [KOC12], S.6f).

Durch diese immer grösser werdende Aufgabe der Logistik, schienen sich ihre einzelnen Bereiche mehr und mehr zu verwischen. Da Logistik im Allgemeinen interdisziplinäre Anforderungen erfüllen muss und es nicht nur eine „Branchen-Heimat“ gab, benötigte die unternehmensinterne Logistik eine eigene Definition, um sich abzugrenzen. So entstand schließlich 2003 der Begriff „Intralogistik“, der für klare Verhältnisse sorgen sollte. Dieser Begriff setzte sich durch breite Einigung sehr schnell durch (vgl. [ARN06], S.20).

### 2.1.3 Aufgabenbereich der Intralogistik

Um die Aufgaben der Intralogistik besser beschreiben zu können wird kurz auf die Unternehmenslogistik und ihre Ziele eingegangen. Wie in Abbildung 9 dargestellt, setzt sich die Unternehmenslogistik aus der innerbetrieblichen Logistik oder Intralogistik und der außerbetrieblichen Logistik oder Extralogistik zusammen. Intralogistik wird auch bezeichnet als Betriebs-, Werks-, oder Standortlogistik und regelt die Logistik innerhalb eines Standorts vom Wareneinlauf über den Warendurchfluss (Quellen und Senken) bis zum Warenauslauf. Extralogistik regelt den Warenaustausch zwischen verschiedenen Logistikstandorten. Die außerbetriebliche Logistik wird in Zulaufrichtung als Beschaffungslogistik, in Auslaufrichtung als Distributionslogistik und in Rücklaufrichtung als Entsorgungslogistik bezeichnet (vgl. [GUD12], S.5).

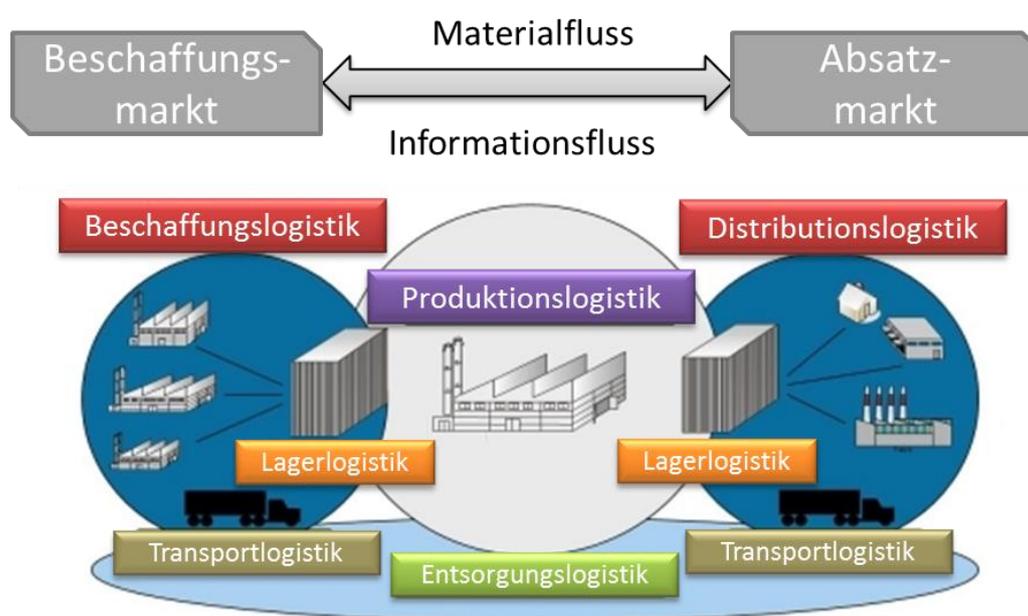


Abbildung 9: Aufgabenfelder der Logistik (nach [TUM14])

Die Unternehmenslogistik hat viele Ziele zu erfüllen, wie z.B. im wirtschaftlichen Sinne agieren, nachhaltige Umweltkonzepte umsetzen, soziale Verantwortung übernehmen und vieles mehr. Da all diese Ziele nicht linear miteinander verknüpft sind, fällt es schwer allen gerecht zu werden. Allen voran steht das oberste aller Unternehmensziele: die langfristige Sicherung von Gewinnen. So lassen sich die vorrangigen Ziele der Unternehmenslogistik wie folgt aufzählen (vgl. [GUD12], S.70):

- Leistungserfüllung
- Qualitätssicherung
- Kostensenkung

Inhalt, Priorisierung und Gewichtung der jeweiligen Ziele werden vom Betrieb vorgegeben (vgl. [GUD12], S.70).

Das Supply Chain Management erscheint auf den ersten Blick als bester Ansatz zur Erfüllung der Ziele der Unternehmenslogistik, doch den gesamten Warenfluss von und mit verschiedenen Partnern zu optimieren stellt sich als sehr kompliziert dar (vgl. [ARN06], S.21) und so liegt die weitaus größere Möglichkeit, die logistische Leistung zu beeinflussen, in der Intralogistik. Um diese Ziele realisieren zu können, lohnt es sich daher einen genauen Blick auf das Wirken der Intralogistik zu werfen. Das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Supply Chain und Intralogistik ist tatsächlich anders, als es auf den ersten Blick erscheinen mag. Die vielschichtigen, voneinander abhängigen Abläufe der Intralogistik müssen in optimaler Übereinstimmung zueinander erfolgen, denn von ihnen wird das Leistungsvermögen der Lieferkette bestimmt. Meist ist nur ein einziger Logistikknotenpunkt für die Versorgung einer gesamten Wertschöpfungskette verantwortlich. Häufig sind damit kleinere Betriebe oder einzelne Lager von Großkonzernen gemeint, aber auch Umschlaghuber der Spediteure sind in das Aufgabengebiet der Intralogistik einzugliedern (vgl. [ARN06], S.21f).

So beeinflusst die interne Logistik eines Standortes das Thema Personal, Infrastruktur und Warenbestand. Genau diese drei Faktoren bestimmen die Distributionsstrategie eines Unternehmens maßgeblich. Daraus leitet sich dann wiederum die Make-or-Buy Strategie (Eigenfertigung von Produkten oder Dienstleistungen im Unternehmen oder Fremdbezug von Lieferanten) im Transportbereich ab (vgl. [ARN06], S.21f).

Da es für den Transport von Waren einen großen Markt gibt, werden diese Aktivitäten meistens durch Unteraufträge an die jeweiligen Unternehmen geregelt. Diese Leistung wird immer wieder neu ausgeschrieben, wodurch stets eine neue Konkurrenz-Situation geschaffen wird, welche sich allerdings positiv auf das Preisniveau auswirkt. Während sich Transportaufgaben durch ihre räumliche Abgrenzung gut zur Fremdvergabe eignen, lässt

sich dies mit den häufig schwer durchschaubaren Prozessen innerhalb des Logistikzentrums weniger einfach bewerkstelligen. Häufig wurden die innerbetrieblichen logistischen Abläufe bereits in der Vergangenheit aufgebaut und Veränderungen müssen vor allem in großen Unternehmen behutsam umgesetzt werden (vgl. [ARN06], S.21f).

Es ist schwierig die Leistung eines gesamten Logistikzentrums in Kennzahlen auszudrücken, da die Prozesse ineinander gekoppelt und sehr komplex sind. Arbeitskräfte, Güter- und Informationsströme müssen koordiniert werden. Wie hoch die kosten- und auch serviceseitigen Aufwendungen in der Intralogistik dafür sein können, hängt von zwei grundsätzlichen Überlegungen ab, die jeder Betrieb für sich festlegen sollte (vgl. [ARN06], S.21f):

- Systemeigenschaften: Wie hoch darf der Automatisierungsgrad sein, der gleichzeitig ebenfalls noch genügend Flexibilität beinhaltet, um laufend auf veränderte Marktbedingungen reagieren zu können?
- Prozessabläufe: Wieviel Komplexität kann ein Prozess haben, um möglichst viel damit abzudecken und gleichzeitig so einfach wie möglich für jeden verständlich zu sein?

Das Entwicklungspotential, das die Intralogistik noch ausschöpfen kann, wird im nächsten Kapitel erläutert.

#### **2.1.4 Entwicklungspotential der Intralogistik**

Die Intralogistik hat sich aus den 50er Jahre heraus entwickelt und ist nun seit mehr als 10 Jahren namentlich anerkannt – ihre Möglichkeiten sind jedoch nach wie vor unbegrenzt. Durch wachsende Kundenwünsche, die Schnelligkeit der heutigen Zeit und die fortschreitende Globalisierung darf auch die Logistikentwicklung nicht stehen bleiben. Die Kosten sollen bei erhöhter Zufriedenheit der Kunden und gleichbleibender Qualität gesenkt werden (vgl. [ARN06], S.16).

Die Intralogistik stellt für viele Branchen das größte Optimierungspotential dar. Nicht nur weil sie als komplexer Teilbereich der Logistik ständig versucht noch effektivere Lösungen anzubieten, sondern auch weil sie als Kostenfaktor meist größeren Einfluss auf die Gesamtkosten der Supply Chain eines Unternehmers hat, als die Transportlogistik. Maßgeblich ist sie deshalb, weil die Intralogistik auch die Bestandskosten wie zum Beispiel Personalkosten, Infrastruktur und IT beeinflusst. Wie groß die Einwirkung der Intralogistik ist, hängt auch sehr stark von der jeweiligen Branche ab. Getränke oder Baustoffe zählen

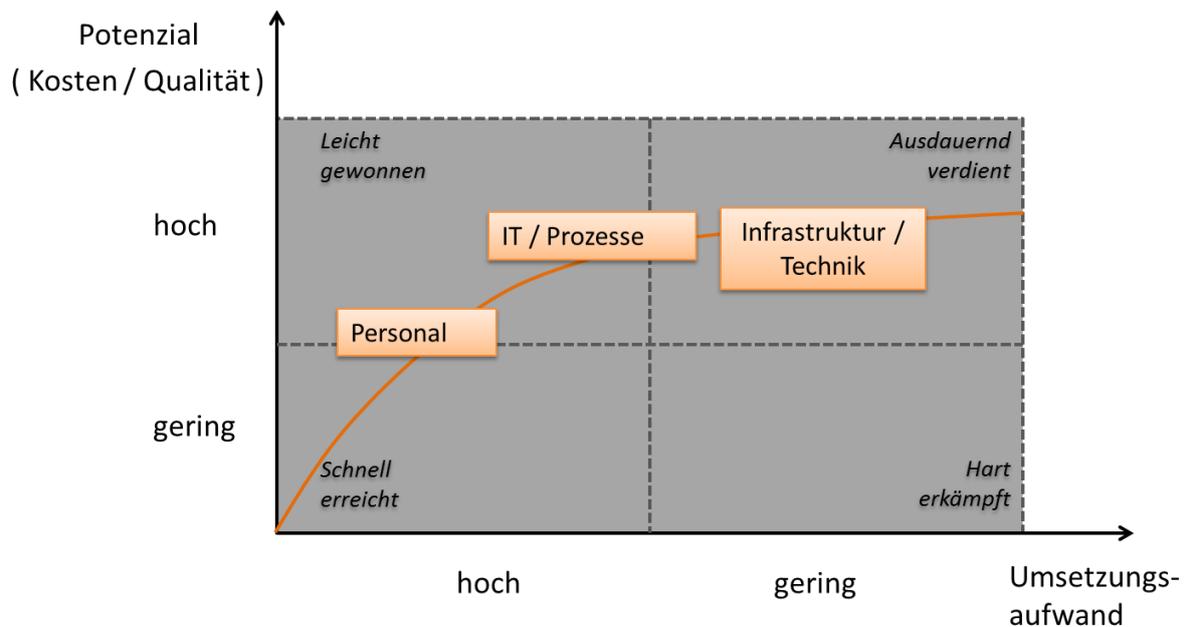
beispielsweise zu den Produkten mit niedrigen Bestandskosten, da sie nicht sehr fragil und einfach zu lagern sind. Häufig werden sie in Blocklagern verwahrt und mit Zweifach- oder Vierfachstaplern kommissioniert. Die Transportkosten dieser Güter sind allerdings im Verhältnis dazu relativ groß. Hier liegt der Anteil der Intralogistikkosten daher nur bei rund 40% der gesamten Supply Chain. In der Bekleidungsindustrie spielt die Intralogistik eine größere Rolle. In dieser Branche hat sich in den letzten Jahren vieles verändert und weiterentwickelt. Durch den asiatischen Markt hat die Textilindustrie starken Aufschwung erfahren – und durch die Erweiterung der Sortimente und die schnellen Wechsel diverser Kollektionen ist der logistische Aufwand insgesamt gestiegen. Intensive Personalkosten und größere Belastungen ergeben sich auch durch die zweistufige Kommissionierung, in der einerseits zum Kunden und andererseits zur Filiale geliefert werden muss. Ebenfalls hohen Aufwand verursacht das Retoursendungsaufkommen, welches besonders im Modebereich häufig auftritt. Der Kostenanteil der Intralogistik liegt hier also dementsprechend höher, bei circa 80% der Supply Chain. Bei hochwertigen High-Tech-Produkten, wie etwa bei medizinischen Geräten oder auch Produkten der Pharmaindustrie, sind die Intralogistikkosten im Schnitt höher als 50%, da in diesen Bereichen ein hoher Automatisierungsgrad erwünscht ist. Zum einen, da durch vermehrte Automatisierung der hohe Grad an Qualitäts- und Hygieneanforderungen gewährleistet werden kann; zum anderen, weil in diesen Branchen für gewöhnlich keine Leistungsspitzen anfallen, sondern die Produktion und Auslieferung gleichmäßig ablaufen (vgl. [ARN06], S.23).

In vielen anderen Bereichen lassen sich die Kosten nicht so klar definieren, liegen aber immer im Bereich von 50%. Allein durch diesen Kostenfaktor sowie den zu beachtenden Risiken zeigt sich welches Potential die Intralogistik für einzelne Unternehmen und ganze Branchen bietet (vgl. [ARN06], S.30).

Eines der größten Potentiale der Intralogistik liegt in der Erschließung neuer Logistikstandorte, welche die Möglichkeit für gute Infrastrukturen bieten müssen. Viel zu oft wird bei einem Entwurf einer Supply Chain in erster Linie nur an die Möglichkeiten der Fördertechnik gedacht – die dazu nötige Technik, IT und Organisation werden jedoch vernachlässigt. Wenn man in der Entwurfsphase der Materialflüsse also geschickt die Technik mit der IT und der Disposition verknüpft, kann man auf teure Optimierungsprozesse verzichten und langfristige Vorteile für das gesamte Unternehmen schaffen (vgl. [ARN06], S.30).

Die Potentiale der Intralogistik lassen sich, wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt, in drei Bereiche gruppieren:

- Personal
- IT und Prozesse
- Infrastruktur und Technik



**Abbildung 10: Erschließung von Potenzialen in verschiedenen Bereichen der Intralogistik**  
(nach [ARN06], Abb.2, S.27)

Zusammenfassend setzt das Entwicklungspotential der Intralogistik folgende Schritte voraus (vgl. [ARN06], S.24f):

- Bessere, detailliertere Automatisierungslösungen finden
- Wenn bereits ein hoher Automatisierungsgrad besteht, Möglichkeiten der Prozessverbesserung erschließen
- Lager- und technikoptimierte IT-Lösungen ausarbeiten
- IT stärker mit der Technik und dem Warenfluss in Verbindung bringen
- Bei Erschließung neuer Standorte ein „triple constraint“ zwischen Materialfluss, Technik und IT festlegen
- Pick-to-belt (Produkte kommen direkt auf ein Förderband) oder pick-by-voice (beleglose Produktkommissionierung durch Stimme; meist mittels Headset, WLAN und Computerspracherkennung) Technologien weiter ausbauen; besonders in Branchen, bei denen eine Erhöhung des Automatisierungsgrades nur beschränkt zum Erfolg führen würde
- Langfristiger und branchenweiter Einsatz von RFID – Chips

## 2.2 Nachhaltigkeit

Im Kapitel 2.2.1 wird der Begriff Nachhaltigkeit für die Verwendung in dieser Arbeit abgegrenzt und dessen Entwicklung kurz dargestellt.

### 2.2.1 Begriffsdefinition Nachhaltigkeit

Der Brundtlandbericht ist bis heute eine der wichtigsten Quellen in Bezug auf das Thema Nachhaltigkeit. Ihm entstammt auch die wohl am weitesten verbreitete Definition von Nachhaltigkeit:

„Nachhaltige Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass zukünftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“ ([HAU87], S.46).

Nach dem Konzept der Nachhaltigkeit zu handeln, beinhaltet somit die Nutzung eines regenerierbaren Systems in einer Weise, die die Erhaltung dieses Systems gewährleistet. Das heißt, dieses System muss in seinen wesentlichen Eigenschaften erhalten bleiben und es muss auch möglich sein, dass sich sein Bestand auf natürliche Weise regulieren kann. Denn das Wirtschaften und auch die Wohlfahrt im klassischen Sinne können nur durch ökologische Tragfähigkeit gewährleistet werden (vgl. [ENQ02], S.393).

Eine Entwicklung ist dann nachhaltig, wenn ein Wirtschaftsprozess lange aufrechterhalten werden kann, ohne dass es zu einer Überlastung des Ökosystems Erde kommt. Wirtschaftswachstum und zukünftige Entwicklungen können im Sinne der Nachhaltigkeit nur stattfinden, wenn dies innerhalb der Grenzen passiert, die die Ökologie setzt (vgl. [NIN97], S.51).

Anfangs lag das Hauptaugenmerk der nachhaltigen Entwicklung im Bereich Umweltschutz. Dies entwickelte sich in den letzten Jahren allerdings stark weiter. Es stellte sich heraus, dass Nachhaltigkeit auf drei Ebenen stattfinden muss, um umfassend zu funktionieren. Diese setzen sich wie folgt zusammen: der Schutz der Umwelt, die Aufrechterhaltung der Wirtschaft und das Befolgen von besonderen sozialen Belangen (vgl. [SP06]).

Im Konzept der Nachhaltigkeit greifen alle drei Bereiche ineinander und werden vereint betrachtet.

#### Die drei Säulen der Nachhaltigkeit

Die Bereiche *Ökologie*, *Ökonomie* und *soziale Ziele* bilden zusammen die *drei Säulen der Nachhaltigkeit* (Abb.11). Gleichberechtigt stellen sie eine dreidimensionale Perspektive für

eine nachhaltige Gesellschaftspolitik dar, mit dem Ziel, die ökologische, ökonomische und soziale Leistungsfähigkeit sicher zu stellen. Alle drei Belange hängen direkt zusammen und können nicht getrennt voneinander optimiert werden (vgl. [DEU04], S.2).

Diese Herangehensweise legt zu Grunde, dass ein Unternehmen durch seine Gesamtleistung beurteilt wird und nicht nur durch seinen Gewinn. Die Gesamtleistung setzt sich eben aus der Umweltqualität des Unternehmens, dem finanziellen und dem sozialen Wohlstand zusammen (vgl. [EUR01], S.26). Die Nachhaltigkeitspolitik zielt darauf ab, eine Balance der drei Teilziele zu bewerkstelligen.

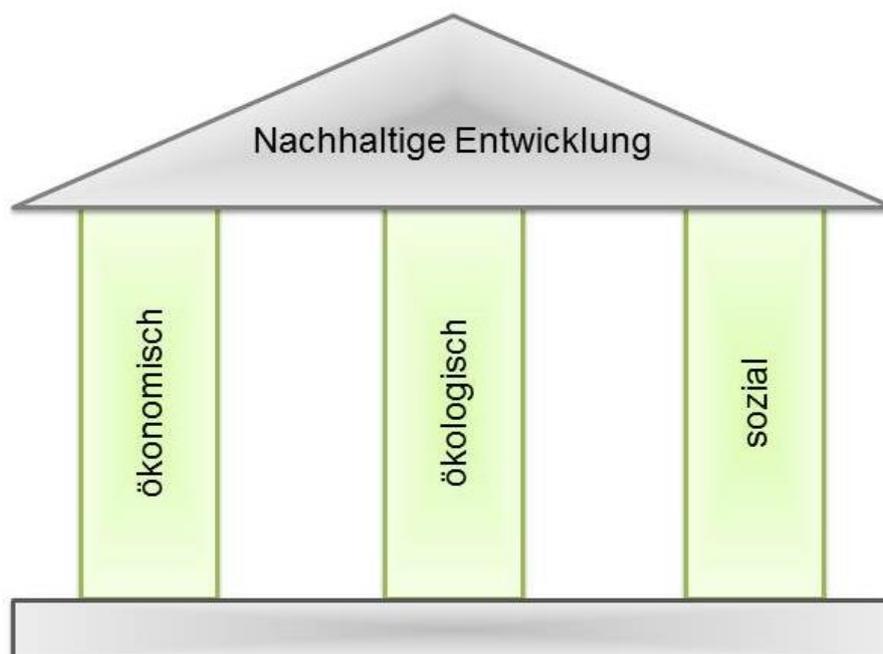


Abbildung 11: Die drei Säulen der Nachhaltigkeit (nach [ECO11])

### **Die ökonomische Dimension:**

Der wirtschaftliche Aspekt des menschlichen Handelns steht hierbei im Mittelpunkt. Das Wirtschaften hat zum Ziel, aus der Verwendung von knappen Gütern, mit möglichst wenig Kosten, die größtmögliche Wertschöpfung zu erzielen. Die Ressourcen Arbeitskraft und Produktivität sollen so eingesetzt werden, dass die Bevölkerung bestmöglich mit Gütern und Dienstleistungen versorgt werden kann, indem alle Produktionsfaktoren bestmöglich genutzt werden. Daraus ergibt sich allerdings häufig das Problem, dass soziale und ökologische Aspekte in den Hintergrund rücken und vernachlässigt werden. Neben einer effizienten Ressourcennutzung erfordert eine funktionierende Marktwirtschaft jedoch auch Solidarität, Gerechtigkeit und soziale Sicherheit (vgl. [ENQ98], S.26).

**Die ökologische Dimension:**

Im Zentrum steht hier die Beschaffenheit der Ökosysteme der Erde, welche durch menschliche Einflüsse häufig verändert oder gestört werden. Diese Störungen und Veränderungen sind teilweise so gravierend, dass die derzeitige und zukünftige nachhaltige Nutzung gefährdet ist. Das Verschwinden von Tier- und Pflanzenarten bestätigt dies. Das vorrangige Ziel muss deshalb sein, die natürlichen Lebensgrundlagen zu erhalten, die Belastbarkeit des Ökosystems nicht zu überreizen und die menschliche Gesundheit zu schützen (vgl. [ENQ98], S.25).

**Die soziale Dimension:**

Grundlage dieser Dimension bildet eine solidarische Gesellschaft der folgende Werte zugrunde liegen: Demokratie, Rechtsstaatlichkeit, Freiheit, soziale Gerechtigkeit, Wohlstand und ökologische Verantwortung. Eine parlamentarisch-demokratische Gesellschaft, soziale Marktwirtschaft, Koalitionsfreiheit und Chancengleichheit aller Menschen sind unveränderliche Fundamente diese Werte (vgl. [ENQ98], S.27).

Aufgabe der Nachhaltigkeitspolitik ist es, Probleme dimensionsübergreifend zu behandeln. Dazu müssen Erkenntnisse aller drei Aspekte zusammengeführt und schließlich Lösungen entwickelt werden, die auch auf die Wechselwirkungen der verschiedenen Dimensionen Rücksicht nehmen (vgl. [ENQ98], S.28f).

**2.2.2 Historische Entwicklung der Nachhaltigkeit**

Der Begriff der Nachhaltigkeit wurde das erste Mal im 18. Jahrhundert in der Forstwirtschaft erwähnt. Hans Carl von Carlowitz formulierte Handlungsgrundsätze, die besagten, dass nicht mehr Bäume geschlagen werden sollten, als nachwachsen können, um dauerhaft ausreichend Holz gewährleisten zu können. So sollte der Bestand gesichert werden. Dies wurde in den folgenden Jahrhunderten jedoch missachtet und nachhaltiges Handeln blieb unbedeutend (vgl. [LEE14]).

Erst im 20. Jahrhundert, als die Umweltverschmutzung, der schonungslose Umgang mit den Ressourcen und die Überbevölkerung zu tatsächlichen Problemen wurden, kam der Gedanke der Nachhaltigkeit wieder in das Bewusstsein der Menschen. Erste internationale Konferenzen zum Naturschutz fanden statt und Naturschutzverbände wurden gegründet. Die *Stockholmer Konferenz für menschliche Umwelt 1972* wurde von der UNO als weltweit erste Umweltkonferenz initiiert. In dieser Zeit wurde auch das *United Nations Environment Programme (UNEP)* entwickelt (vgl. [LEN14]).

Stagnierende Finanzhilfen und Schuldenkrisen von Entwicklungsländern ließen das Thema Nachhaltigkeit in den 80er Jahren etwas in den Hintergrund geraten (vgl. [HAU87], S.73). Allerdings führten Umweltkatastrophen, wie das Reaktorunglück von Tschernobyl, der Chemieunfall in Bhopal/Indien und die Öltanker-Havarie des Schiffes Exxon Valdez zu einem Umdenken bei der Bevölkerung (vgl. [MU07], S.113). Eine nachhaltige Entwicklung rückte so auch immer mehr in den Fokus der Politik.

Wichtige Meilensteine in der Entwicklung der Nachhaltigkeit (vgl. [LEA14]):

- 1972 – Stockholmer Konferenz für menschliche Umwelt
- 1972 – Die Grenzen des Wachstums  
(Bericht an den Club of Rome der eine neue Weltkonjunkturpolitik anstrebt)
- 1973 – Washingtoner Artenschutzabkommen
- 1980 – Der Brandt Report: „Das Überleben sichern. Gemeinsame Ziele der Industrie- und Entwicklungsländer“
- 1980 – Global 2000 (Bericht an den Präsidenten der USA vom Rat für Umweltqualität)
- 1983 – Gründung der WCED (World Commission on Environment and Development)
- 1987 – Der Brundtlandbericht: „Unsere gemeinsame Zukunft“
- 1992 – UN-Weltgipfel in Rio de Janeiro  
(wichtigste Ergebnisse: Agenda 21, UN-Artenschutz Konvention, Rio-Deklaration)
- 1993 – WHO-Programm: Globale Strategien für Gesundheit und Umwelt
- 1994 – UN-Klimarahmenkonvention
- 2000 – Millenniumsgipfel der Vereinten Nationen (Millenniumsziele 2000)
- 2002 – Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg
- 2007 – UN-Klimakonferenz Bali
- 2009 – UN-Klimakonferenz Kopenhagen
- 2009 – Weltklimakonferenz Genf
- 2010 – UN-Klimakonferenz Cancun
- 2012 – Weltgipfel Rio +20

Nachfolgend werden zum besseren Verständnis die wichtigsten der obengenannten Punkte noch genauer erklärt.

### 1972 – Die Grenzen des Wachstums

Die grundlegende Annahme dieser Studie für den Club of Rome ist, dass für die Menschheit die Chance besteht, die Lebensqualität zu erhalten und auch in Zukunft zu sichern, wenn alle

Nationen kooperieren und gemeinsam eine Gesellschaft im Gleichgewicht entsteht (vgl. [LEN14]). Die Leitidee des Club of Rome beinhaltet, so viele Menschen wie möglich dazu zu bewegen, ihr Verhalten an die begrenzten Ressourcen anzupassen und nachhaltig zu handeln (vgl. (DGC14)).

#### 1980 – Der Brandt Report

Der Bericht mit dem Titel „*Das Überleben sichern*“ wurde vom deutschen Politiker Willy Brandt als Vorsitzender der *Unabhängigen Kommission für Internationale Entwicklungsfragen* veröffentlicht. Brandt erklärte in der Einleitung das Ziel des Berichts wie folgt: Unser Bericht gründet sich auf das wohl einfachste gemeinsame Interesse: Dass die Menschheit überleben will und - wie man hinzufügen könnte - auch die moralische Pflicht zum Überleben hat. Dies wirft nicht nur die klassischen Fragen nach Krieg und Frieden auf, sondern schließt auch ein, wie man den Hunger in der Welt besiegt, wie man das Massenelend überwindet und die herausfordernden Ungleichheiten in den Lebensbedingungen zwischen Reichen und Armen. Auf einen einfachen Nenner gebracht: Dieser Bericht handelt vom Frieden (vgl. [BUN13], S.39).

#### 1987 – Der Brundtlandbericht

Im Jahre 1987 von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung veröffentlicht, hatte Gro Harlem Brundtland als Vorsitzende (ehemalige norwegische Ministerpräsidentin) im Sinn, ein weltweites Programm des Wandels zu formulieren (vgl. [HAU87], S.46). Gefordert wird eine ganzheitliche Verhaltensänderung in der Gesellschaft. Im Wesentlichen ist dauerhafte Entwicklung ein Wandlungsprozess, in dem die Nutzung von Ressourcen, das Ziel von Investitionen, die Richtung technologischer Entwicklung und institutioneller Wandel miteinander harmonisieren und das derzeitige und künftige Potential vergrößern, menschliche Bedürfnisse und Wünsche zu erfüllen ( [HAU87], S.49).

#### 1992 – UN-Weltgipfel in Rio de Janeiro

Auf der weltweit wichtigsten Umweltkonferenz wurden zwei Grundsatzerklärungen, zwei internationale Abkommen und ein Aktionsprogramm für nachhaltige Entwicklung beschlossen. Damit wurde nachhaltige Entwicklung ein wichtiges Ziel für Menschen, Verwaltungen und Betriebe und der Weltgipfel von Rio zum Symbol eines neuen Bewusstseins welchem eine gemeinsame Verantwortung aller Weltgesellschaften zugrunde liegt (vgl. [ENQ98], S.16).

Die in Rio entstandene Agenda 21 gilt als das Handlungsprogramm des 21. Jahrhunderts. Sie wurde von 179 Staaten unterzeichnet und zielt darauf ab einer weiteren Verschlechterung der Umwelt und der Lebenssituation der Menschen entgegen zu wirken.

Auch die nachhaltige Nutzung der Ressourcen soll sichergestellt werden. In Form von nationalen Umweltaktionsplänen sollen die Regierungen der beteiligten Staaten die Umsetzung von nachhaltigen Maßnahmen planen. Wichtig für den Erfolg ist zudem die Beteiligung der Öffentlichkeit und der Bevölkerung (vgl. [LEE14]). Unternehmen müssen ihre traditionellen Sichtweisen überdenken und diese zugunsten der Umwelt anpassen (vgl. [GK06], S.107).

Die **Agenda 21** ist in vier Themenbereiche unterteilt (vgl. [LEE14]):

### **1. Soziale und wirtschaftliche Dimension**

Wichtigste Aspekte: Armutsbekämpfung, Bevölkerungsdynamik, Gesundheitsschutz und nachhaltige Siedlungsentwicklung.

### **2. Erhaltung und Bewirtschaftung der Ressourcen für die Entwicklung**

Ökologieorientierte Themen: Schutz der Erdatmosphäre, Bekämpfung der Entwaldung, Erhalt der biologischen Vielfalt, umweltverträgliche Abfallentsorgung.

### **3. Stärkung der Rolle wichtiger Gruppen**

Wesentliche gesellschaftlichen Gruppen für die Umsetzung der Agenda: Frauen, Kinder und Jugendliche, Arbeitnehmer, Bauern, Privatwirtschaft, Wissenschaft und Technik und einige mehr.

### **4. Möglichkeiten der Umsetzung**

Rahmenbedingungen der für die Umsetzung benötigten finanziellen und organisatorischen Instrumente: Technologietransfer, Bildung, Rechtsinstrumente, internationale Zusammenarbeit, usw.

#### 2002 – Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg

Mit dem zweiten *Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung* sollten die in Rio 1992 festgelegten Ziele weiterverfolgt werden. Zudem wurden neue Wege überlegt, wie nachhaltige Entwicklung unter dem Aspekt der Globalisierung und des schnellen technischen Fortschritts umgesetzt werden kann (vgl. [HEI03]).

#### 2012 – Weltgipfel Rio +20

Das letzte Zusammentreffen der Staats- und Regierungschefs der Welt beschäftigte sich mit drei speziellen Themen: Entwicklung einer *grüneren* Wirtschaft, Kampf gegen die Armut und

Einbindung des Leitbilds in die politischen Systemen der UN-Mitgliedsstaaten und auf internationaler Ebene (vgl. [RAT10]).

## 2.3 Von der Logistik zur nachhaltigen Logistik

Da an der Notwendigkeit eines ökologischen Wandels der Wirtschaft kein haltbarer Zweifel mehr bestehen kann, rücken Pläne für die konkrete Umsetzung in das Zentrum der Diskussionen. Umweltschutz, Treibhausgasemissionen und Regenerationsfähigkeit von knappen Ressourcen sind dabei die Hauptthemen. Meist wird allen voran an erneuerbare Energien, energieeffiziente, schadstoffarme Antriebsaggregate und Treibstoffe gedacht. In diesem Zusammenhang bilden der weltweite Güterverkehr – als Folge der Globalisierung – und die mit ihm zusammenhängenden Logistiksysteme, als Voraussetzungen für unsere arbeits- und standortteilige Wirtschaft, einen wesentlichen Ansatzpunkt. Mögliche Einsparungspotentiale in der Logistik werden zum zentralen Thema auf dem Weg zu einer nachhaltigen Wirtschaft (vgl. [BB12], S.XVIIIf).

Routenoptimierung, Reduzierung des Transportaufkommens, Einsatz von energieeffizienten Fuhrparks, Vermeidung von Leerläufen in der Fördertechnik und sparsame Nutzung von Beleuchtung, Heizungs- und Lüftungstechnik sind Voraussetzungen für eine nachhaltige Logistik, deren Ziel es ist, Ressourcen effizient zu nutzen und die Treibhausgase zu minimieren (vgl. [FRA14]).

Im Zuge der Diskussion über wachsende Umweltbelastung durch Logistiksysteme manifestierte sich der Begriff „Grüne Logistik“ in Wissenschaft und Praxis (vgl. [ESB10]). Grüne Logistik wird somit als ökologisch nachhaltige Logistik betrachtet (vgl. [NAG12], S.63). Ziel dieser *grünen Logistik* ist es, an die Verantwortung der Unternehmen zu appellieren und ihre logistischen Abläufe hinsichtlich nachhaltigerer Logistiksysteme zu optimieren.

Nachfolgend wird der Begriff *Nachhaltige Logistik* und dessen historische Entwicklung aufgezeigt. Im Speziellen liegt der Fokus auf nachhaltiger Intralogistik.

### 2.3.1 Begriffsdefinition Nachhaltige Logistik / Grüne Logistik

Der Begriff *Grüne Logistik*, oder häufig auch englisch *Green Logistics*, etablierte sich in den vergangenen Jahren, wenn von Nachhaltigkeit im Zusammenhang mit Logistik gesprochen wurde. Betrachtet man die ökonomischen Kriterien, werden diese meist einheitlich interpretiert, die ökologischen Kriterien lassen jedoch wesentlich mehr

Bewertungsalternativen zu. Folgende Umweltwirkungen sind wichtige Kenngrößen, um Logistiksysteme umweltbewusst und somit *grüner* zu gestalten: Feinstaubemissionen, Flächenverbrauch und Lärm. Somit steht Grüne Logistik nicht nur für reduzierte Treibhausgasemissionen, sondern vor allem für Umweltverträglichkeit und Ressourceneffizienz (vgl. [DUK11], S.11f).

Ein Ansatz um die Klimaauswirkungen von Produkten, Dienstleistungen oder täglicher Handlungen messen zu können, ist der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck oder auch Carbon Footprint. Dieser gibt die CO<sub>2</sub>-Emissionen an, die ein Mensch in einer bestimmten Zeit verursacht. So kann man die Auswirkungen der alltäglichen Aktivitäten auf die Umwelt feststellen und die Klimabilanz berechnen. Die Bestimmung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks kann als Basis verwendet werden, um den eigenen oder den CO<sub>2</sub>-Ausstoß eines Unternehmens zu senken (vgl. [LEC14]).

Grüne Logistik ist die ganzheitliche Umwandlung und Ausweitung von Logistik-Visionen, -Strategien, -Netzwerkstrukturen, -Prozessen und -Systemen in Unternehmen. Sie dient der Sicherung des Ressourcennachschubs und der Ressourcenregeneration in der Wertschöpfungskette und schafft Logistikaktivitäten, die ressourceneffizient und umweltgerecht funktionieren. Eine nachhaltige Logistik verfolgt das Ziel, einen nachhaltigen Unternehmenswert zu schaffen, indem sie ökonomische und ökologische Effizienz und Effektivität über räumliche und zeitliche Unternehmensgrenzen hinaus in den Unternehmensalltag integriert. Erst die Sicherung und Substanzerhaltung des Ressourcennachschubs und der Ressourcenregeneration entsprechen dem Nachhaltigkeitsprinzip (vgl. [BTC09]).

Die Grüne Logistik umfasst demnach alle Maßnahmen zur Reduzierung verkehrsbedingter und stationärer Umweltbelastungen in der Logistik, sowie die Gestaltung umweltfreundlicher Logistikprodukte, die für den Kunden einen umweltrelevanten Mehrwert bieten (vgl. [BL12], S.83]).

Grüne Logistik bezeichnet außerdem die bewusste Gestaltung umweltfreundlicher Logistikprodukte, die für die Kunden im Vergleich zu klassischen Logistikprodukten einen umweltrelevanten Mehrwert bieten (vgl. [LSH10]).

### **2.3.2 Historische Entwicklung der Nachhaltigen Logistik**

In der Wissenschaft und in Unternehmen wurde der Begriff *Logistik* erstmals vor etwa 60 Jahren gebraucht. Davor fand er vor allem im militärischen Kontext Verwendung. Die Logistik

durchlief drei bis vier Entwicklungsstufen und bildete sich so zum heutigen Supply-Chain-Management heran (vgl. [GÖP09], S.59f).

Unternehmen maßen der Optimierung der einzelnen Funktionen im Gesamtprozess mehr Bedeutung zu, versuchten Schnittstellenprobleme zu lösen und einen umfassenden Transferprozess umzusetzen. Im Mittelpunkt stand das Management von Fließsystemen. Zudem kam es zu einer Verknüpfung des Logistik- und Produktionsmanagements, was zu einer unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskette, einer sogenannten Supply Chain, führte (vgl. [MÜL09], S. 8f; vgl. [GÖP09], S.59f).

Das primäre Ziel während dieser Entwicklung war, die Logistik dahingehend zu optimieren, den größtmöglichen Profit für das Unternehmen zu erzielen. Externe Kosten und Auswirkungen auf die Umwelt wurden vorwiegend nicht beachtet. Durch das wachsende Umweltbewusstsein in Politik und Gesellschaft gerieten die Unternehmen jedoch unter Druck, die Umweltbelastungen innerhalb Ihrer Logistikkette zu verringern (vgl. [MCK10], S.3).

Daraus entwickelte sich der oben erwähnte Begriff der Grünen Logistik, welcher in der Wissenschaft und der Wirtschaft intensiv diskutiert wird (vgl. [BOG10], S.6).

Die Grüne Logistik entstand Anfang 1990 und erschien meist unter den Begriffen Rückführlogistik oder Entsorgungslogistik. Ab Mitte 1990 wurde der Umweltschutz verstärkt auch in den Unternehmen vorangetrieben, was die weitere Verbreitung der nachhaltigen Logistik sehr begünstigte. Die ersten Umweltmanagementsysteme entstanden in dieser Zeit und mit Ende 1990 und Anfang des 21. Jahrhunderts wurden die Auswirkungen der Logistik auf die Umwelt zum Betrachtungsgegenstand. Die Diskussion des Themas in den Unternehmen war jedoch noch sehr zurückhaltend (vgl. [RAU10], S.687ff).

Das Bewusstsein der Öffentlichkeit für Umwelt- und Ressourcenschutz hat sich in den letzten Jahren verstärkt. Daher nahm auch die Bedeutung einer nachhaltigen Logistik zu. Einen wesentlichen Schritt in diese Richtung bewirkte auch der Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007, wo die Folgen des Klimawandels verdeutlicht wurden. Der Bericht zeigt, wie notwendig es ist, Kohlendioxidemissionen und Treibhausgase zu reduzieren (vgl. [RAU10], S.689). Die folgende Abbildung 12 zeigt die zentralen Anspruchsgruppen für logistischen Umwelt- und Ressourcenschutz und deren Anforderungen und Aktivitäten dahingehend.

Phase	Zentrale Anspruchsgruppen für Umwelt- und Ressourcenschutz in der Logistik	Hauptanforderungen an die Logistik	Aktivitäten für Grüne Logistik
1990 – 1995	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Politik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Umsetzung Kreislaufwirtschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rückführlogistik &amp; Kreislaufwirtschaft</li> </ul>
1995 – 2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Politik und Regulierung</li> <li>➤ Wissenschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rückführlogistik und Kreislaufwirtschaft</li> <li>➤ Integration von Umweltschutz in der Logistik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rückführlogistik</li> </ul>
2006 – 2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gesellschaft und Endverbraucher</li> <li>➤ Politik und Regulierung</li> <li>➤ Unternehmenskunden</li> <li>➤ Natürliche Ressourcen</li> <li>➤ Versicherungen und Kapitalmarkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ CO<sub>2</sub>-Vermeidung und Klimaschutz</li> <li>➤ Luftreinhaltung</li> <li>➤ Lärmvermeidung</li> <li>➤ Verkehrsvermeidung</li> <li>➤ Vermeidung von Bodenversiegelung</li> <li>➤ Ressourcenschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Umwelt- und Ressourcenschutz auf Einzelunternehmensebene</li> </ul>
2010 +	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Politik und Regulierung</li> <li>➤ Gesellschaft und Endverbraucher</li> <li>➤ Wettbewerb</li> <li>➤ Verfügbarkeit und Preise natürlicher Ressourcen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Umwelt- und klimaschonende Produkte und Dienstleistungen</li> <li>➤ Grüne Wettbewerbsvorteile und -differenzierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Grünes Supply Chain Management</li> </ul>

**Abbildung 12: Grüne Logistik: Treiber – Anforderungen – Aktivitäten (nach [RAU10], S.688ff)**

### 2.3.3 Nachhaltige Intralogistik – Handlungsbereiche

Wie zuvor bereits erwähnt, nimmt die Intralogistik eine wesentliche Stellung in der Logistikkette ein. Am Weg zu einer grünen Logistik gibt es gerade in der Intralogistik eines Unternehmens wesentliche Punkte, die optimiert werden können, um nachhaltige Verbesserungen zu erzielen.

Eine grüne Intralogistik hat unmittelbaren Einfluss auf den „Grünheitsgrad“ bzw. die Nachhaltigkeit der gesamten Wertschöpfungskette. Wenn eine umfassende Grüne Logistik das Ziel ist, können schließlich nicht nur die Transporte optimiert werden, sondern der Fokus muss auch auf den Energie- und Emissionseinsparungspotentialen in Lagern, Fabriken und in der Fördertechnik liegen. Besonders im Mittelpunkt steht hierbei die Energieeffizienz (vgl. [GT09], S.1).

Nachfolgend werden einige Handlungsansätze in den verschiedenen Bereichen der Intralogistik dargestellt, um einen Einblick in die Verbesserungspotentiale aufzuzeigen. Eine umfassende Darstellung der Handlungsansätze für nachhaltige Intralogistik in Unternehmen ist im Fragebogen dieser Arbeit in Kapitel 4.3 zu finden.

#### **Nachhaltige Gebäude und Materialflusstechnik**

Betrachtet man die Energiekostenaufteilung in der Intralogistik, so wird ersichtlich, dass die Förder-, Lager- und Kommissioniertechnik mit ca. 48% am meisten Energie verbraucht. Wie

in Abbildung 15 ersichtlich, werden rund 35% von der Heizungs- und Lüftungstechnik in Anspruch genommen und etwa 15% fallen für die Beleuchtungstechnik an. Fast die Hälfte der Energie lässt sich durch eine höhere Effizienz in der Technik des Gebäudes einsparen (vgl. [TÖP13], S.3).

Dafür gibt es verschiedene Ansätze wie (vgl. [LOG14], S.188):

- Regenerative Energien
- Photovoltaik
- Gebäudeisolierung
- Wärmerückgewinnung aus Abluft
- Fußbodenheizung
- Energiesparleuchten
- Selektive Beleuchtung nach Bedarf

### **Möglichkeiten der Effizienzsteigerung in Gebäude- und Materialflusstechnik**

#### **➤ Beleuchtungstechnik**

Die Beleuchtung verbraucht in Logistikimmobilien etwa 50% vom Gesamtstrom. Durch moderne und intelligente Beleuchtungstechnik kann der Stromverbrauch um ca. 90% gesenkt werden (vgl. [WIL13], S.30).

Wesentlich ist dabei die Wahl eines energiesparenden Beleuchtungsmittels. Weiters sollten Bewegungsmelder eingesetzt werden, die eine selektive Beleuchtung, je nach Bedarf, ermöglichen. Durch das EU Verbot von Glühlampen im Jahr 2009 drängen effiziente Lampen mit Leuchtdioden (LED) immer mehr in den Vordergrund. Die LED Lampen bieten mit 89% einen wesentlich höheren Wirkungsgrad als normale Glühlampen und bringen somit eine erhebliche Verbesserung (vgl. [TEN11], S. 26).

Weiters verringern LED Lampen den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen um circa 65% und weisen eine sehr niedrige Ausfallquote, eine lange Lebensdauer und sehr niedrige Instandhaltungskosten auf (vgl. [WIL13], S.30).

#### **➤ Regaltechnik**

In der Praxis wird seit längerer Zeit schon eine Regalkonstruktion in Form von vielfach gekanteten Profilen verwendet, um die Effizienz zu steigern. Der technische Vorteil hierbei liegt darin, dass die Wandstärken des Profils wesentlich geringer sein können und trotzdem gleich stabil bleiben. Somit wird weniger Material benötigt und auch das Gewicht wird

geringer, was sich wiederum positiv auf den Transport auswirkt und dabei Energie einspart. Um die ökologische Effizienz zu steigern, sollte grundsätzlich Holz statt Stahl verwendet werden (vgl. [LOG14], S.190).

Die Vorteile von Holz gegenüber Stahl sind folgende (vgl. [TÖP13], S.5ff):

- Nachwachsender ökologischer Baustoff
- Geringerer Energieverbrauch in der Herstellung
- Bessere Leistungswerte zum Brandschutz als Stahl

#### ➤ **Fördertechnik: Unstetigförderer (Flurförderfahrzeuge)**

Zur Optimierung von Gabelstaplerprozessen sind schlanke Transportprozesse nötig, die z.B. mit einem güterflussorientiertem Lagerlayout und durch neue Steuerungsstrategien umgesetzt werden können (vgl. [GTG09], S.5).

Folgende Bereiche bieten weitere Angriffspunkte zur Effizienzsteigerung bei Staplern (vgl. [GTG09], S.5; [TÖP13], S.9ff):

- Anwendung moderner Antriebstechnik (Hybridantriebe, Wasserstoffmotoren, Brennstoffzellen)
- Start-Stopp-Automatik
- Leichtbauweise
- Energierückgewinnung beim Bremsen und Lastabsenken
- Verbesserung des Rollwiderstandes der Reifen

Da Flurförderfahrzeuge meist im Stop-and-Go-Betrieb sind, leisten moderne Antriebstechniken wie Elektro- oder Hybridantriebe besonders effiziente Arbeit. Auch Batterien und alternative Energiespeicher wurden weiterentwickelt und verbessern so den energetischen Nutzungsgrad (vgl. [GTG09], S.6).

So kann der Einsatz von energieeffizienten Motoren die Energieverluste um bis zu 40% verringern (vgl. [TÖP13], S.12).

#### ➤ **Fördertechnik: Stetigförderer**

Stetigförderer eignen sich für den Transport größerer Materialmengen auf festgelegten Strecken und weisen wegen der vielen elektrischen Antriebe einen hohen Stromverbrauch auf. Energiesparende Antriebe, präzise Motordimensionierung und eine Reduktion der Übertragungsverluste vom Motor zum Tragmittel können Abhilfe schaffen. Weiters kann durch eine Reduzierung der Reibung die benötigte Antriebsleistung verringert und somit der Energiebedarf gesenkt werden (vgl. [GTG09], S.4).

Zusätzlich sollten in der Behälterfördertechnik ineffiziente Antriebe, wie Flach- und Zahnriemen sowie Ketten, durch Niedervoltantriebe ersetzt werden. Damit sind Verbesserungen, wie Reduzierung der Drehzahl, automatisierter und geregelter Getriebeeinsatz, Anpassung der Motorenleistung an benötigte Leistungsanforderungen und höhere Wirkungsgrade bei einem geringeren Energieverbrauch umsetzbar (vgl. [LOG14], S.191).

### ➤ **Regalbediengeräte (RBG)**

Bei den automatisierten Kleinteilelagern gibt es zwei unterschiedliche technische Lösungen: den über die komplette Gassenhöhe vertikal fahrenden sogenannten Miniload (automatisches Kleinteilelager) und den auf jeder Gassenebene installierten horizontal fahrenden Multi-Shuttle. Der Vorteil des Multi-Shuttles gegenüber dem Miniload ist sein wesentlich geringeres Gewicht. Da er nur rund 10 % des Gewichts eines Miniloads aufweist ist sein Energieverbrauch erheblich geringer und der Einsatz leichter Verbundwerkstoffe kann dies noch optimieren (vgl. [LOG14], S.191).

Bei automatisierten Lagersystemen können neben einer Energierückspeisung beim Bremsen und Lastabsenken folgende Maßnahmen die Energieeffizienz steigern (vgl. [AUG11], S.87ff):

- Nutzung energieeffizienter Antriebe
- Zur Reduzierung des Standby-Energieverbrauchs Hauptschütz abschalten
- Nutzung frei werdender und generatorisch aufgenommener Energien für den Antrieb
- Effizienzsteigerung durch den Einsatz vollsynthetischer Leichtlaufgetriebeöle

### ➤ **Fahrstrategien**

Durch intelligente Software-Steuerung können Belastungsspitzen (durch Beschleunigen und Anfahren) und Stromverbrauch in modernen Lagersteuerungssystemen reduziert werden. Ein zeitversetztes Anfahren kann Spitzenlasten verhindern und so Strom einsparen. Zudem können durch eine entsprechende Steuerung Gassen und Ebenen, die nicht benötigt werden, ausgeschaltet werden, um noch mehr Energie einzusparen (vgl. [LOG14], S.191).

Untenstehend werden weitere Vorteile aufgelistet, die eine intelligente Software-Steuerung bietet (vgl. [GW11]):

- Aktuelle Belastungszustände der Lagerautomatisierung werden berücksichtigt. Dadurch reduzieren sich Stehzeiten, Verschleiß, Alterung, Instandhaltungs- und Wartungskosten
- Schnell verfügbare Daten und Status zu allen Lagerbereichen

- Optimierung der Wege und Routen bei der Auftragsabwicklung
- Online-Monitoring zum schnellen und dynamischen Eingreifen in laufende Prozesse

Eine beträchtliche Energieersparnis kann auch durch die Konsolidierung mehrerer moderner Server erreicht werden, die Rechnerkapazitäten besser nutzt und die Kühlleistung reduziert (vgl. [TÖP13], S.12).

### 3 Erhebung Stand der Forschung

Dieses Kapitel befasst sich mit der Erhebung des aktuellen nationalen und internationalen Forschungsstands zum Thema nachhaltige Logistikzentren. Gesucht wurde unter anderem in Fachzeitschriften, Bibliotheken und direkt bei Unternehmen. Wissenschaftliche Studien, Nachhaltigkeitsberichte von Unternehmen, Fachartikel uvm. setzen sich wie in Abbildung 13 dargestellt, mit dem Thema intensiv auseinander.



Abbildung 13: Stand der Forschung - Literaturrecherche

#### 3.1 Literaturrecherche von Nachhaltigkeitsmaßnahmen

Zum Thema *Nachhaltigkeit in Logistikzentren* gibt es eine Vielzahl an unterschiedlicher Literatur. Studien, Journalartikel und Presseaussendungen von wissenschaftlichen Instituten und Beratungsunternehmen wie *Fraunhofer IML*, *Fraunhofer ALI*, *TU München*, *Umweltbundesamt*, *BME*, *TIM CONSULT GmbH* und andere, befassen sich mit diesem Thema. Weiters nehmen auch Unternehmen, die ein eigenes Distributionszentrum betreiben, wie etwa *L'Oréal*, *REWE* und *Hugo BOSS*, zu diesem Thema Stellung.

Die Mehrzahl der untersuchten Quellen und Studien betonen die zunehmende Wichtigkeit von nachhaltigen, energie- und kostensparenden Logistikzentren. In Bezug auf die Trends im Bereich der Entwicklung nachhaltig gestalteter Logistikzentren, findet man jedoch nur wenige

Veröffentlichungen. Vorliegende nationale und internationale wissenschaftliche Studien, Berichte und wissenschaftliche Vorträge kommen zu ähnlichen Erkenntnissen.

Anhand der Studien ist zu erkennen, dass die Bemühungen hinsichtlich nachhaltiger Planung und Entwicklung von Logistikzentren in den letzten Jahren bedeutend gewachsen sind. Wird daher in Studien von nachhaltigen Logistikzentren gesprochen, so werden, um eine Optimierung zu erlangen, die Bereiche Intralogistik, Gebäudehülle und Haustechnik als Gesamtsystem betrachtet. Die jeweiligen Trends leiten sich von dem Entwicklungsstandard in den unterschiedlichen Bereichen ab.

Letztlich muss jedoch erwähnt werden, dass der Umfang der Untersuchungen, die sich mit diesem Thema befassen – insbesondere auf nationaler Ebene – relativ gering ist. Forschungen, deren detaillierte Resultate auf zukünftige Trends schließen lassen, müssen noch verstärkt werden.

Diese Masterarbeit zum Thema *Studie zur Nachhaltigkeit in der Logistik – Analyse und Bewertung aktueller Ziele sowie Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Logistikzentren* soll einen Teil dieser Forschungslücken schließen.

### 3.1.1 Wissenschaftliche Studien

Der Rechenschwerpunkt liegt hier bei Veröffentlichung von Studien an **Instituten, Forschungseinrichtungen, Universitäten** und **Tagungen**. Nachfolgend wird ein Auszug an wesentlichen Veröffentlichungen dargestellt.

#### **fml - Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik, TU München**

Im Zuge der Recherchearbeit hat sich herausgestellt, dass der *Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik* an der TU München hier eine wichtige Rolle im Bereich der Nachhaltigkeitsforschung einnimmt. So wurden unter anderem Studien zum Thema Nachhaltige Logistik, CO<sub>2</sub> – Emissionsreduktion, Routenoptimierung, Energiekostensenkung, Energieeffiziente Planungen und Strategien und innovative Techniken in der Logistik veröffentlicht. Nachfolgend werden einige der wichtigsten aufgezählt: *Analyse der Wechselwirkungen zwischen Gebäude, Haustechnik und Intralogistik zu Steigerung der Energieeffizienz von Logistikzentren, Das CO<sub>2</sub>-neutrale Logistikzentrum - Entwicklung von ganzheitlichen Handlungsempfehlungen für energieeffiziente Logistikzentren, Change to Green - Wege zu einer energieeffizienten Logistik und Roadmap für eine nachhaltige Intralogistik* und viele mehr. Dabei wurde sichtbar, dass Unternehmen, die ein eigenes Logistikzentrum betreiben, durch wachsende Energiekosten und klima- und energiepolitische Reglementierungen gezwungen sind, sich mit der Thematik der Energieeffizienz zu befassen. Hierbei liegen die Bestrebungen vor allem darauf, den Gesamtenergiebedarf zu

reduzieren, die benötigte Energie aus erneuerbaren Energiequellen zu generieren und somit einen Niedrigst-Energiestandard für Neubauten zu erzielen. Auch aus diesen Forschungsberichten ist ersichtlich, dass die Bereiche Gebäudetechnik, Haustechnik und Materialfluss zusammen wirken müssen, um die Gesamtenergieeffizienz zu steigern. Dabei werden Grundelemente mit dem Ziel optimiert, minimalen Energieverbrauch bei maximaler Energienutzung zu erreichen und somit eine positive Energiebilanz des Logistikzentrums zu schaffen. CO<sub>2</sub>-neutrale Lösungsansätze werden hier vor allem in den Bereichen Beleuchtung und Heizungstechnik erarbeitet. Durch den Einsatz von natürlichen Dämmstoffen bei Dach- und Fassadenflächen, tageslichtabhängiger Beleuchtungssteuerung sowie Energierückgewinnung in der Förder-, Lager- und Sortiertechnik, leiten sich Handlungsempfehlungen für ein energieeffizientes Logistikzentrum ab. Durch die Umfrage wurde ersichtlich, dass das Bestreben nach nachhaltigen Logistikzentren sehr hoch ist und Maßnahmen dahingehend auch in Zukunft umgesetzt werden. Als Beweggründe zur Umsetzung von „grüneren Logistikzentren“ stehen Effizienzsteigerung und Kostensenkung im Vordergrund. Jedoch sind zu hoher finanzieller Aufwand, hohe Komplexität, noch zu geringe Wirtschaftlichkeit und die am Markt fehlende Innovationen Hindernisse, die den Umsetzungen teilweise noch im Weg stehen (vgl. [GHFV14]).

### **Fraunhofer IML – Institut für Materialfluss und Logistik**

Eine wichtige Rolle im Bereich der logistischen Nachhaltigkeitsforschung nimmt auch das *Fraunhofer IML* ein. Von ihm wurden Berichte in den Bereichen Ökobilanz und Carbon Footprint, produktionsintegrierter Umweltschutz, Stoffstrom- und Ressourcenmanagement, Biomasselogistik, Umwelt- und Ressourcenlogistik und Optimierung der Kreislaufwirtschaft veröffentlicht. Die wichtigsten Veröffentlichungen sind unter anderem *2°- Deutsche Unternehmer für Klimaschutz, Ökonomische und Ökologische Bewertung, PIUS – Produktionsintegrierter Umweltschutz, Green Logistics – ein Siegel für grünes Handeln und Logistik für Ressourcen und Ressourcenmanagement* und *Nachhaltigkeitsindex für Logistikdienstleister - Orientierungshilfe in einem intransparenten Markt*. Dabei ist zu erkennen, dass die Unternehmen gesellschaftliche und ökonomische Verantwortung übernehmen. Um dem Klimawandel entgegenzuwirken und die Treibhausgase zu reduzieren, müssen Verbesserungsansätze in den Bereichen Lagerimmobilien, Intralogistik und Transportlogistik geschaffen werden. Im Bereich der Transportlogistik wird vermehrt im Fuhrpark auf Bio-Kraftstoffe und Hybrid-Antriebe gesetzt. Um die CO<sub>2</sub>-Emissionen weiter zu senken, kommt es zu Routenoptimierungen und Verlagerung des Straßenverkehrs auf die Schiene (vgl. [DUK11], S.1ff).

In der Intralogistik und den Lagerimmobilien werden vor allem Ansätze zur Erhöhung der Energieeffizienz und Reduzierung des Energieverbrauches angewendet, um

klimafreundliche Logistiksysteme zu schaffen. Großes Energieeinsparpotential liegt in der Förder-, Lager- und Umschlagtechnik. Dabei wird vermehrt auf Leichtbauweise, Verwendung alternativer Materialien und Energierückgewinnung bei Abbremsvorgängen gesetzt. Bei der Optimierungen der Logistikimmobilien stehen vor allem die Verringerung der Heizungs-, Lüftungs- und Klimakosten im Vordergrund. Optimierungen setzten auf den Einsatz von Deckenstrahlern und Fußbodenheizung in Verbindung mit Geothermie, Biomassekraftwerken, Solarzellen und Wärmepumpen. Großes Einsparpotential birgt auch der Bereich Beleuchtung. Die Anbringung von Photovoltaikanlagen, Bewegungsmeldern, Dämmerungsschaltern, Zeitschaltern und Lichtkuppeln führt zu einer energieeffizienten Beleuchtung im Logistikzentrum (vgl. [DUK11], S.20ff).

### **Fraunhofer ALI – Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme**

*Das Fraunhofer ALI - Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme* führte eine Befragung von Unternehmen zum Thema „Grüne“ Logistik – *Modethema oder Nachhaltigkeit?* durch. Hierbei wurde ersichtlich, dass für die Unternehmen das Thema *umweltgerechte Logistik* all jene Maßnahmen umfasst, die zur Verbesserung der Ökobilanz beitragen. Dabei müssen alle Handlungen, nicht nur außer- und zwischenbetriebliche, sondern auch innerbetriebliche bzw. intralogistische Aktivitäten herangezogen werden. Weitere Erkenntnisse sind, dass Ressourcen- und Umweltschutz keine Modethemen sind. Durch Kundenwünsche, Eigenmotivation und gesetzliche Auflagen entwickelt sich das Umweltbewusstsein der Unternehmen weiter und Entscheidungen zu diesem Thema werden sogar auf Führungsebene getroffen. Gegen eine „grüne Logistik“ sprechen die hohen Investitionskosten, fehlendes Know-How, mögliche entstehende Konflikte bei bestehenden Prozessen und fehlende Forschungsberichte. Schließlich ist zu erkennen, dass sich Unternehmen immer mehr bewusst und auch unterbewusst „grüner“ und somit nachhaltiger orientieren und „Grüne Logistik“ nicht nur eine Modeerscheinung ist, sondern sich zu einer Selbstverständlichkeit der Nachhaltigkeit entwickelt hat (vgl. [FAL13]).

### **TIM CONSULT GmbH**

Ein weiterer Forschungsbericht wurde von der Firma TIM CONSULT GmbH auf dem 7. LogBW-Expertenworkshop in Mannheim 2013 präsentiert. Der Schwerpunkt des Forschungsberichtes zielte auf die Optimierungsmethoden zur Steigerung der Effizienz in der nachhaltigen Materialfluss- und Gebäudetechnik ab.

Ansätze zur Optimierung von Logistikzentren umfassen auch hier wieder die drei Bereiche Transportlogistik, Intralogistik und Gebäudetechnik. Durch die Verwendung hocheffizienter und nachhaltiger Gebäudetechnik lässt sich der Energieverbrauch auf fast die Hälfte

reduzieren. Der Gebrauch von erneuerbaren Dach- und Wandisolerstoffen, Wärmerückgewinnung aus der Abluft sowie Fußbodenheizung kann Heizkosten verringern. Auch laut diesem Bericht bietet die Beleuchtung in den Logistikzentren großes Einsparpotential. Durch Einsatz von Energiesparleuchten, Bewegungsmeldern und selektiver Beleuchtungssteuerung kann ein Großteil der Energie eingespart werden. In Verbindung mit einer Photovoltaikanlage lässt sich somit nicht nur Energie sparen, sondern es können in weiterer Folge auch Kosten gesenkt werden. In den Bereichen der Intralogistik wird vor allem auf innovative Erneuerungen gesetzt. Im Regalbau werden neue Profile und Materialien verwendet (z.B. Holz statt Stahl.) Mithilfe von energieeffizienten Motoren und Antrieben lässt sich der Energieverlust verringern. Der Austausch von Zahn-, Flachriemen und Ketten führt zu einer ökonomischen Effizienzerhöhung. Zusätzliches Einsparpotential liegt auch in der Steuerungsstrategie, die zum Ziel hat, bei Spitzenlasten einen reduzierten Stromverbrauch zu ermöglichen, ohne die Leistung zu beeinflussen. Um eine Effizienzsteigerung im Transportbereich zu erlangen, muss vermehrt auf den Einsatz von Fuhrparks mit neuester Motorentechnik und Reifentechnik gesetzt werden. Ein zusätzliches Fahrstiltraining und die Optimierung der Routen ermöglichen eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen (vgl. [TÖP13]).

#### **OvG Universität Magdeburg – Fakultät Maschinenbau - IML**

*Energieeffizienz, Ressourcenschonung und Emissionsbewertung* bildeten die drei Schwerpunkte zum Thema *Nachhaltiges Logistikzentrum* auf der CeMAT 2011 Green Warehousing Tagung. Im Rahmen der Tagung wurden die Bereiche Wärme und Strom als die größten Energieverbraucher in einem Logistikzentrum hervorgehoben. Insbesondere die dabei anfallenden Verluste müssen reduziert werden, um die Effizienz der Anlagen zu steigern und den Energiebedarf zu mindern. Beheizung von schlecht gedämmten Lagerhallen sowie die Beleuchtung von leeren Räumen soll vermieden und die Abwärme der Anlagen soll verstärkt genutzt werden. Um die benötigte elektrische und thermische Energie zu generieren, soll der Schwerpunkt auf erneuerbaren Energiequellen, wie etwa geothermische Kraft- und Heizwerke, Solarzellen, Wärmepumpen, Windenergiekonverter und Biomasseheizkraftwerke, liegen. Im Bereich der Intralogistik bietet das Einsparpotential durch die Verwendung von energieeffizienten Antrieben, Energiespeicherung, Energierückspeisung, Geschwindigkeitsreduktion bei Schwachlasten, Synchronisation der Hub- und Fahrbewegung und Wirkungsgradverbesserung durch Materialoptimierung einen großen Handlungsspielraum. Darüber hinaus soll der Einsatz von Brennstoffzellen für Flurförderfahrzeuge erhöht werden. Deren Effizienz ist durch den höheren Wirkungsgrad im Vergleich zu einem Verbrennungsmotor oder zu einem Batteriefahrzeug sowie durch die geringere Tank- bzw. Ladezeit gekennzeichnet (vgl. [ZAD11]).

## **Technomar Gesellschaft für Investitionsgütermarktforschung und Unternehmensberatung mbH**

Technomar veröffentlichte 2010 eine Studie zum Thema: *Green Logistics - Lösungsansätze, Potentiale und Vertriebsstrategien in Deutschland*. Die Studie untersuchte folgende relevante Aspekte:

- Übersicht relevanter Green Logistics Trends und Lösungen
- Analyse potentieller Zielkunden für Green Logistics Lösungen
- Übersicht und Ausblick auf mögliche Förderprogramme und Verordnungen
- Wirtschaftlichkeitsanalyse einzelner Lösungen für potentielle Zielkunden
- Akzeptanz dieser Lösungen durch die analysierten Zielkunden
- Abschätzung der Marktpotentiale dieser Lösungen für den Zeitraum von 5 Jahren
- Strategieempfehlungen für Vertrieb und Marketing

Insgesamt wurden 150 Interviews mit Logistikkunden aus Bereichen wie Automatiklager, Staplerlager, manuelle Lager und Unternehmen mit eigenen LKW- und Transporter-Flotten geführt. Auch hier wurde belegt, dass Grüne Logistik ein langfristiger Trend zur Kosten- und Ressourceneinsparung ist und als ein Gewinner in schweren Zeiten angesehen wird (vgl. [TEC10]).

Zum ökologischen Bewusstsein in Industrie und Handel wurden auch einige andere Studien veröffentlicht, wie etwa hierauf angeführte Beispiele (vgl. [BOP10], S.6):

- *Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland*, McKinsey&Company
- *2008 Supply Chain Monitor "How mature is the Green Supply Chain?"*, Bearing Point
- *Building a Green Supply Chain*, Aberdeen Group
- *CO<sub>2</sub> und Modal Split*, BME
- *Pathways to a Low-Carbon Economy*, McKinsey&Company
- *2016 The future value chain*, gci, capgemini,
- *2016 Future supply chain*, gci, capgemini,
- *Energieeffizienz – Die intelligente Energiequelle*, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- *Change to Green*, Logistik Resultate
- *Land unter für den Klimaschutz?* PricewaterhouseCoopers
- *Sustainable Value in der Automobilproduktion*, Sustainable Value

### **BME – Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V.**

Der BME veröffentlichte 2009 eine Studie zum Thema *Green-Logistics – hohe Bedeutung auch in Krisenzeiten* in der 171 Unternehmen aus Bereichen wie Chemie und Pharma, Maschinenbau, Handel und Dienstleister und Logistikdienstleister befragt wurden. Zusammengefasst konnte die Studie aufzeigen, dass Grüne Logistik zum Befragungszeitpunkt und in den darauffolgenden 3 Jahren eine hohe Bedeutung für die Unternehmen hat. Zwei Drittel gaben an, dass sie die CO<sub>2</sub> Emissionen reduzieren wollen und eine Umweltzertifizierung anstreben. Geplante Maßnahmen in diesem Zusammenhang sind der Einsatz von Hybridfahrzeugen, Verlagerung auf Schiene, alternative Kraftstoffe und einige mehr (vgl. [BME09]).

### **Umweltbundesamt**

Das Umweltbundesamt veröffentlichte schon 2005 eine sehr interessante Studie mit dem Thema *Energieeffiziente Technologien und effizienzsteigernde Maßnahmen*. In dieser Studie werden Technologien beschrieben, die energieeffizient sind oder sich noch in der Entwicklung dahingehend befinden. Zudem werden deren Einsparpotentiale und Einsatzmöglichkeiten und dazu passende Fallbeispiele aufgezeigt. Unter diesen energieeffizienten Technologien werden Steuerungsmethoden, Apparaturen, Verfahrensabläufe und ähnliches verstanden, welche im Vergleich zum derzeitigen Stand der Technik, weniger Energie benötigen.

Anhand dieser Veröffentlichung ist auch zu erkennen, dass der Gedanke des Energiesparens schon seit längerer Zeit ein zentrales Thema ist. Energieeffizienz ist laut dieser Studie von hoher energiepolitischer, umweltpolitischer und wirtschaftspolitischer Bedeutung und es zeigt sich, dass vor allem auch die Reduktion der negativen Auswirkungen von Unternehmen auf die Umwelt sehr wichtig ist (vgl. [BBC05], S.9ff).

### **3.1.2 Unternehmen**

Auch Unternehmen, mit eigenem Logistikzentrum, betreiben Forschungen zu diesem Thema. Die Rechenschwerpunkte lagen besonders auf **Internetpräsenz** und **veröffentlichten Nachhaltigkeitsberichten**. Nachfolgend werden wesentliche Veröffentlichungen einiger Unternehmen dargestellt.

#### **L'Oréal**

Der Kosmetikkonzern L'Oréal hat sein Nachhaltigkeitskonzept für 2020 vorgestellt. Dabei sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Logistikzentren bis zum Jahr 2020 um 60 % verringert werden. Als Vergleichsniveau wird dabei das Jahr 2005 herangezogen. Dabei werden nur die vom Unternehmen selbst betriebenen Logistikzentren berücksichtigt. Die Beheizung der

Logistikzentren wird zukünftig mittels Gasheizungen erfolgen. Strom soll aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen und auf energiesparende LED-Beleuchtung umgerüstet werden. Darüber hinaus werden alle Mitarbeiter in Bezug auf Energieverbrauch und Energieverbrauchsenkung geschult (vgl. [LOR13]).

### **Yves Rocher**

Für den Kosmetikkonzern Yves Rocher wurde 2010 im französischen Sainte-Marie-de-Redon ein nachhaltiges Logistikzentrum von dem Logistikimmobilienentwickler Gazeley fertiggestellt. Dieses hochmoderne Distributionszentrum, welches für die Lagerung und Kommissionierung der Verpackungsartikel konzipiert wurde, besitzt eine Vielzahl an nachhaltigen Elementen. Das Gebäude wurde mit einer Regenwassernutzungsanlage ausgestattet. Das dadurch gewonnene Wasser wird für die Reinigung der Hallenböden benutzt. Durch Solarzellen auf den Lagerhallendächern wird das Brauchwasser für die sanitären Anlagen erwärmt. Optimierte Technik in den Bereichen Beleuchtung, Heizung und Kühlung führt in Zusammenhang mit verstärkter Hallenisolierung durch Sandwich-Paneele zu einem minimalen Energieverbrauch (vgl. [LOG10]).

### **Rhenus Logistics**

Dem Thema Nachhaltigkeit wird bei sämtlichen Neubauten große Bedeutung zugeordnet. Dabei werden die Logistikzentren nach DGNB-Standard (Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) zertifiziert. Darüber hinaus werden auch die verschiedenen Standorte nach DIN EN ISO 14001 zertifiziert. Damit wird zwischen den Standorten ein Best Practice Sharing durch ein internes Umwelt-Benchmarking ermöglicht. Um die Energieeffizienz zu erhöhen und den Energieverbrauch zu senken, kommen modernste Technologien zum Einsatz. Stetige Optimierung der laufenden Prozesse, Routenoptimierung, abzielend auf eine Verkürzung des Weges, tageslichtgesteuerte Beleuchtung, Photovoltaikanlagen, Einsatz von Elektroschlepper und Elektrostapler sowie die Verwendung von Hybrid-Leichtbau-LKWs leisten ihren Beitrag zu einem nachhaltigen Logistikzentrum. Dadurch sind Grüne Logistik, Ressourcenschonung und Umweltschutz für Rhenus Logistics nicht nur eine Marketingstrategie (vgl. [RHE14]).

### **Schachinger Logistik**

Das Unternehmen Schachinger Logistik hat 2013 mit seinem neuen Distributionszentrum in Linz-Hörsching Maßstäbe im Bereich nachhaltige Logistikimmobilie gesetzt. Ziel war es eine – in ökologischer und ökonomischer Sicht – ressourcenschonende Immobilie zu errichten. Dabei wurde der gesamte Gebäudekomplex aus Massivholz und CO<sub>2</sub>-armen Beton errichtet. Die Beheizung und Belüftung der Anlage wird durch eine thermische Grundwassernutzung

realisiert. Zusätzlich kommt eine Klimatisierungsmethode zum Einsatz, welche bei einer Kühlleistung bis 25 % ohne Wärmepumpenleistung auskommt. Der benötigte Strom für die Wärmepumpe wird durch eine am Dach angebrachte Photovoltaikanlage erzeugt. Die gesamte Logistikanlage ist mit neuester LED-Beleuchtung ausgestattet. Tageslichtabhängige Bedarfssteuerung, sowie aufblasbare Torabdichtungen realisieren eine effiziente Energienutzung im Bereich der Lagerinnenräume. Durch diese Maßnahmen lässt sich ein Null-Energieniveau verwirklichen. Dies ermöglicht schlussendlich eine Energiekennzahl der Anlage von 10,3 kWh/m<sup>2</sup> und die gesamte Lagerimmobilie als fast autark ausweist (vgl. [MÜL13]).

### **DEICHMANN SE**

Das 2013 neu entwickelte Distributionszentrum in Monsheim bei Essen ist ein hochmodernes Hochregallager, in dem pro Jahr mehr als 20 Millionen Paar Schuhe umgeschlagen werden. Sichtbeton, Fassadenplatten und Glas bilden die Fassade des Logistikkomplexes. Die großflächige Industrieglasfassade und zusätzliche Schrägdachfenster versorgen das Distributionszentrum mit ausreichend Tageslicht. Darüber hinaus sind alle Bereiche der Lagerhallen mit energieeffizienten LED-Leuchtbändern ausgestattet. Alle Hallenflächen sind mit einer modernen Fußbodenheizung ausgestattet. Die Kombination mit einer Niedertemperatur-Heizungsanlage ermöglicht es, angenehme Arbeitsbedingungen zu schaffen und energieeffiziente nachhaltige Lagerbewirtschaftung zu gewährleisten (vgl. [MYN12]).

### **Rip Curl**

Prologis, eines der weltweit führenden Unternehmen im Bereich der Entwicklung von nachhaltigen Lagern, entwickelte 2013 für das Unternehmen Rip Curl ein Distributionszentrum in Frankreich. Rip Curl achtet auf die Entwicklung von umweltfreundlichen und nachhaltigen Produkten und fördert diese Projekte auch mit ihrer eigenen Stiftung. Darum wurde im Bereich von Design und Konstruktion besonders großer Wert auf Nachhaltigkeit des Lagers gelegt. Eine Photovoltaikanlage versorgt das Logistikzentrum mit 275.000 kWh Energie pro Jahr. Durch eine Regenwassersickeranlage wird das Brauchwasser für die Sanitäreanlagen gespeichert. Mittels einer zusätzlichen, auf der Dachkonstruktion des Bürokomplexes befindlichen, Solaranlage wird das Brauchwasser für die Anlage erwärmt und 3.085 kWh an Energie gespart. Oberlichter, für reichlich Tageslicht und High-Output Leuchtstofflampen in den Lagerhallen ermöglichen eine Reduktion von 131.000 kWh an Beleuchtungsenergie und reduzieren den CO<sub>2</sub>-Verbrauch um bis zu 11 Tonnen pro Jahr (vgl. [PRO13]).

**Vos Logistics**

Das im Jahr 2012 errichtete Logistikzentrum in Roosendaal entspricht den Standards nach BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) für Nachhaltigkeit und nach TAPA (Transport Asset Protection Association) für Sicherheit. Durch das Nachhaltigkeitsprogramm „Eco-Safe-Logistics“ werden verschiedene Maßnahmen ergriffen, um die Klimabilanz des Unternehmens für Fahrzeuge und Räumlichkeiten zu reduzieren und einen Wettbewerbsvorteil gegenüber Mitkonkurrenten zu generieren. Bei dem Bau des Logistikzentrums wurde auf Nachhaltigkeit, Umweltfreundlichkeit und Energieeffizienz gesetzt. Das gesamte Distributionszentrum wurde mit energiesparender LED-Beleuchtung und Bewegungsmeldern ausgestattet. Der Strom für die Betreuung der Anlage wird von einer Photovoltaikanlage geliefert, die am Dach der Lagerhallen angebracht wurde. Das gesamte Gebäude wird durch eine Wärmepumpe mit Erdwärme beheizt. Um zusätzlichen Heizaufwand entgegen zu wirken, ist das Logistikzentrum energieeffizient isoliert. Zusätzliche Schulungen für Mitarbeiter dienen dem Stärken des nachhaltigen Bewusstseins und führen zum sparsamen Umgang mit Energie (vgl. [VOS12]).

**Pfenning Logistics**

Das Unternehmen Pfenning Logistics betreibt mit dem „multicube“ eines der größten Logistikzentren Deutschlands welches 2013 mit dem DGNB-Zertifikat in Gold ausgezeichnet wurde. Um unabhängig gegenüber steigenden Energiepreisen zu sein und um die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Betreuung des Logistikzentrums zu reduzieren, wurde eine kristalline Aufdach-Solaranlage auf der 11 Hektar großen Dachfläche angebracht. Umfassende Fassadendämmung und Dachdämmung ermöglicht eine Reduzierung der Heiz- und Kühlungskosten. Dabei wurde die gesamte Anlage mit nachhaltiger Mineralwolldämmung versehen, statt der üblichen Hartschaumdämmung. Um ein optimales Raumklima zu gewährleisten und um zusätzlichen Heiz- bzw. Kühlaufwand zu vermeiden, wurden in den Fuß- und Deckenböden des gesamten Logistikzentrums Kapillarrohrmatten eingebaut. Vorgestellte Loadhouses kommen anstatt der üblichen Ladebrücken zum Einsatz und vermeiden somit ungewünschte Kältebrüche (vgl. [PFE13], S.17).

**Sick AG**

Um die Silber-Zertifizierung nach DGNB-Standard zu erhalten, wurde das Distributionszentrum der Firma Sick AG 2014 nach den Themenbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales ausgerichtet. Ziel war es, in der Herstellungs- und Nutzungsphase einen ökologischen Fußabdruck des Gebäudes zu berechnen und somit die CO<sub>2</sub>-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus zu reduzieren. Dies beinhaltet eine Verminderung des

Energie- und Ressourcenverbrauches, die Verwendung von schadstoffarmen Materialien, d.h. zertifizierte Hölzer aus nachhaltiger Forstwirtschaft, und die Verringerung des Trinkwasserbedarfes für die sanitären Anlagen. Während der Bauphase wurden die Fachbereiche Architektur, Gebäudetechnik, Haustechnik und Fördertechnik nachhaltig mitgestaltet. Damit wurde die Flexibilität des Gebäudes so angepasst, dass es zukünftigen Nutzungsanforderungen entspricht. Modernste Heizungs- und Lüftungsanlagen in Verbindung mit einer optimierten Gebäudehülle und energiesparender Beleuchtung ermöglichen somit ein energieeffizientes betreiben der Logistikanlage (vgl. [SIC14]).

### **Goodman Logistics**

Das 2014 fertig gestellte Distributionszentrum des Unternehmen Goodman Logistics in Oakland wurde durch das US-Green Building Council mit der LEED-Silber Zertifizierung ausgezeichnet. Der Schwerpunkt zur Erreichung dieses Standards lag auf der Reduzierung des Energieverbrauchs, Schonung der natürlichen Ressourcen und Vermeidung von umweltschädlichen Stoffen. Beim Bau der Anlage wurden ausschließlich Materialien verwendet, deren Recycling-Anteil höher als 20 % ist. Um die Verschmutzung des Grundwassers und den Wasserverbrauch zu reduzieren, wurde eine Regenwassernutzungsanlage installiert. Damit werden die sanitären Anlagen und die Bewässerungsanlage für die Grünflächen am Logistikareal versorgt und es wird eine 40-%ige Reduzierung des Trinkwasserverbrauches ermöglicht. 35 % der benötigten Energie werden durch erneuerbare Energiequellen gedeckt. Dabei kommen Photovoltaik- und Erdwärmetechnologien zum Einsatz. Eine permanente Überwachung der Lüftungs- und Klimaanlage ermöglicht ein optimales Raumklima und reduziert zusätzliches Heizaufkommen (vgl. [GOO14]).

### **Walmart**

Im Jahr 2013 nahm Walmart eines der größten Distributionszentren in Kanada in Betrieb. Durch Wasserstoff-Brennstoffzellen, Windkraft, Solarthermie und nachhaltiger Intralogistik wurde eine Erhöhung der Energieeffizienz um 60 % gegenüber den traditionellen Logistikkühlhäusern von Walmart erzielt und dem Unternehmen in den nächsten 5 Jahren Zusatzkosten bis zu 5 Millionen US-Dollar erspart (vgl. [WAL13]).

Im Vordergrund des Projektes standen eine Null-Abfall-Strategie und eine totale Energieversorgung aus erneuerbaren Energiequellen. Durch den Einsatz von Wasserstoff-Brennstoffzellen anstatt der herkömmlichen Säure-Batterien im LKW-Fuhrpark und bei Gabelstaplern wird keine Zeit mehr für die Ladung bzw. für das Auswechseln der Batterien benötigt. Zusätzlich wird eine 55-%ige Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ermöglicht (vgl. [DOH11]). Die Anlage wird von zwei 30 kW Windkraftanlagen mit Strom versorgt und eine

am Dach angebrachte Solaranlage heizt das benötigte Wasser für die Logistikimmobilie auf. Alle Bereiche – Büros, Lagerhallen und Parkplätze – wurden mit LED-Beleuchtung ausgestattet. Für das Kühlsystem wurde Ammoniak anstatt Freon als Kühlmittel verwendet, welches eine höhere Energieeffizienz der Anlage ermöglichte und umweltschonender ist. Die Abwärme, die beim Kühlprozess entsteht, wird verwendet, um den Untergrund im Winter frostfrei zu halten. Um den Energieverlust bei der Kühlung der Tiefkühlkammer so gering wie möglich zu halten, kamen High-Efficiency Dock Türen und Türöffnungen zum Einsatz. Durch die ausreichende Dämmung der Dach- und Wandkonstruktion aus Naturfaserstoffen wurde eine geringere Kühlleistung notwendig (vgl. [WAL13]). Intralogistisch wurde ein neuartiger Pick-by-line-Ansatz eingesetzt. Hierbei werden sämtliche Aufgaben und Schritte, die ein einzelnes Produkt betreffen, wie etwa Entladung und Qualitätsprüfung, in einem *Staging* Bereich und nicht im Regallager durchgeführt. Um den Energiebedarf so gering wie möglich zu halten, kommen neueste Förder-, Sortier- und Verpackungstechnologien zum Einsatz. Zusätzlich zu den technischen Nachhaltigkeitsoptimierungen werden laufend Mitarbeiterschulungen zum Thema Nachhaltigkeit durchgeführt. Dabei wird das Nachhaltigkeitsbewusstsein der Mitarbeiter gestärkt und diese werden dazu angehalten, Ideen und Vorschläge zu dem Thema Nachhaltigkeit auszuarbeiten und umzusetzen (vgl. [DOH11]).

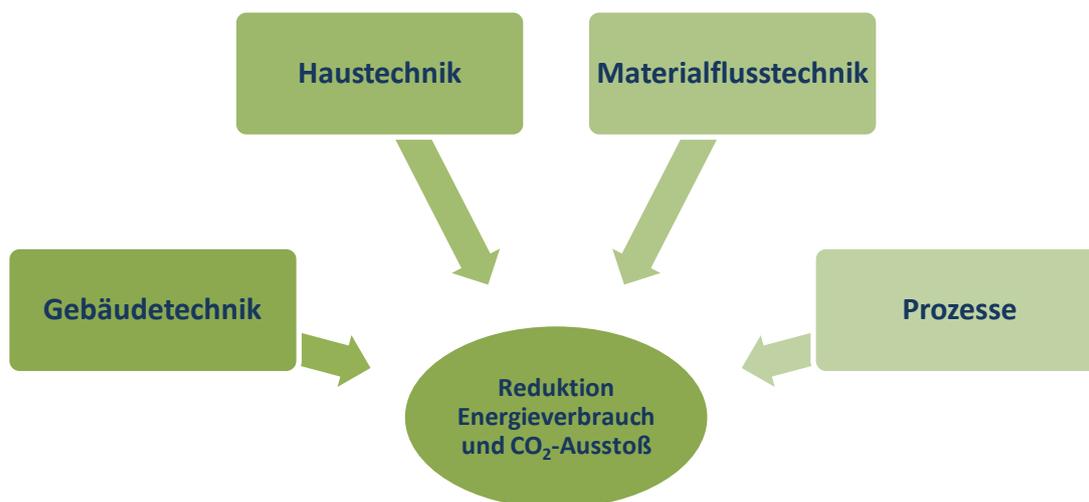
### **Portale**

Weitere Berichte zum Thema Nachhaltigkeit in Logistikzentren wurden auf folgenden Portalen veröffentlicht: [log.m@il](mailto:log.m@il), [LOGIS.NET](http://LOGIS.NET), [gruenelogistik.blogspot.co](http://gruenelogistik.blogspot.co), Bundesvereinigung für Logistik BVL, Bundesministerium für Wirtschaft, [nachhaltigkeitsrat.de](http://nachhaltigkeitsrat.de), Lexikon der Nachhaltigkeit, [nachhaltigkeit.org](http://nachhaltigkeit.org), [materialfluss.de](http://materialfluss.de), Intralogistics Today, Logistik-Initiative Hamburg, MM Logistik- das Portal für Logistiker, Internationale Transportzeitschrift, Deutsche Verkehrszeitung DVZ, CeMAT, LogiMAT, Forum Intralogistik, VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Verkehr – INT. Wochenzeitung für Transport + Logistik + Wirtschaft, BME – Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V., [ecoplus.at](http://ecoplus.at), Wirtschaftskammer Österreich WKO, Bundesvereinigung Logistik Österreich uvm.

## **3.2 Erkenntnisse und Fazit**

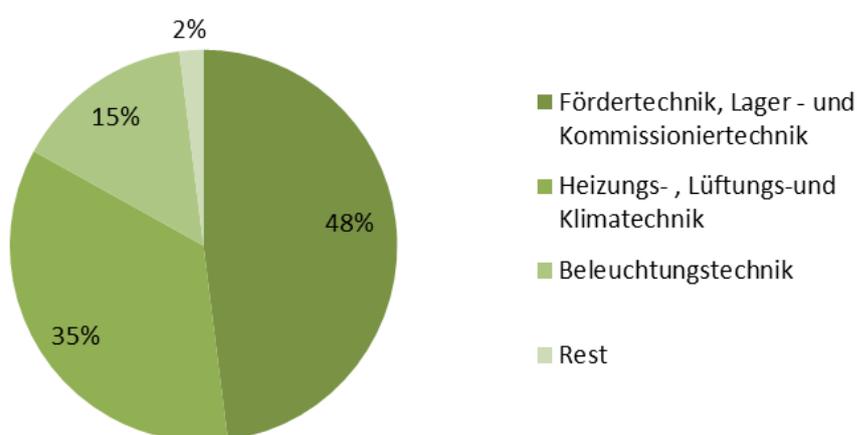
Im Rahmen dieser Literaturrecherche wurde ersichtlich, dass in einem nachhaltigen Logistikzentrum die Bereiche Materialflusstechnik, Gebäudehülle und Haustechnik, wie in der folgenden Abbildung 14 dargestellt, als Gesamtheit betrachtet werden müssen. Zudem

müssen Prozesse und Abläufe in den Unternehmen neu gestaltet, angepasst und optimiert werden. (vgl. [GEB10])



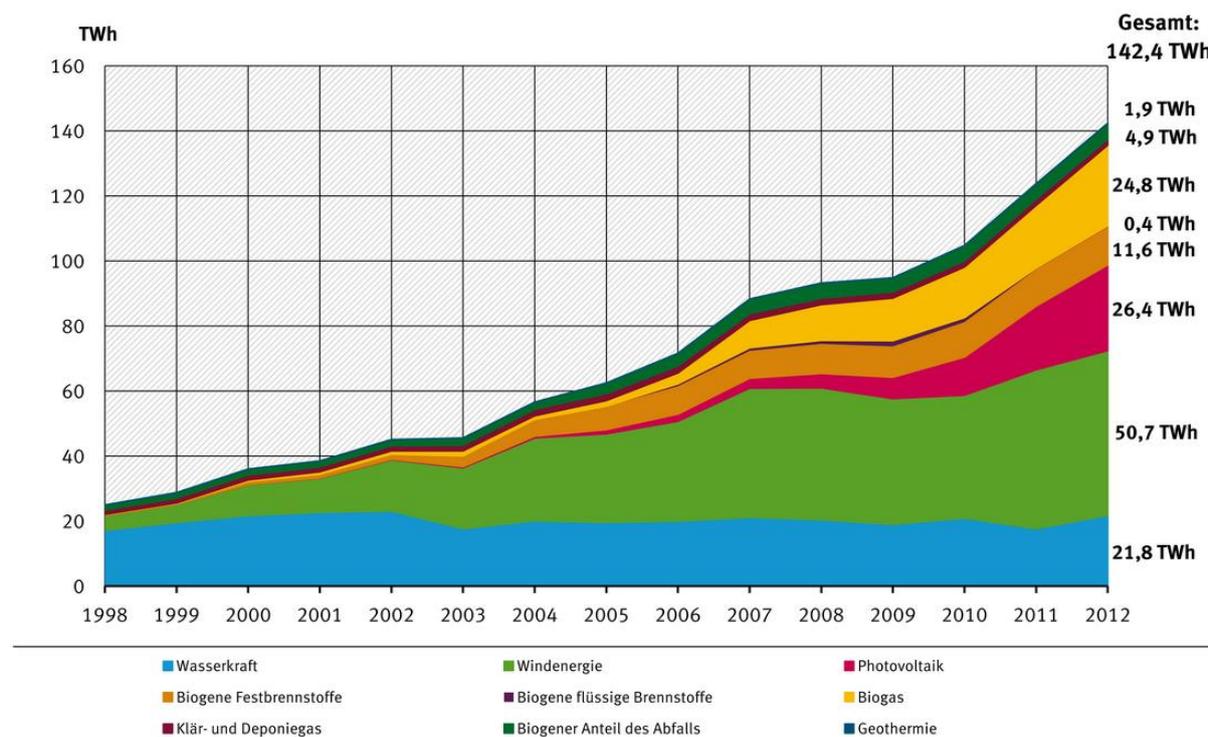
**Abbildung 14: Energieverbrauch - Gesamtlösungsansatz im Logistikzentrum (nach. [GEB10])**

Die in der Abbildung 15 ersichtlichen Energieverbraucher innerhalb eines Logistikzentrums zeigen, dass ein Großteil der verbrauchten Energie und die damit verbundenen Kosten in die zwei Bereiche Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik und Materialflusstechnik fließen. Aufgrund der steten Weiterentwicklung der Technologien ist eine Kosten- und Energieverbrauchsenkung aber auch immer mit Investitionen verbunden.

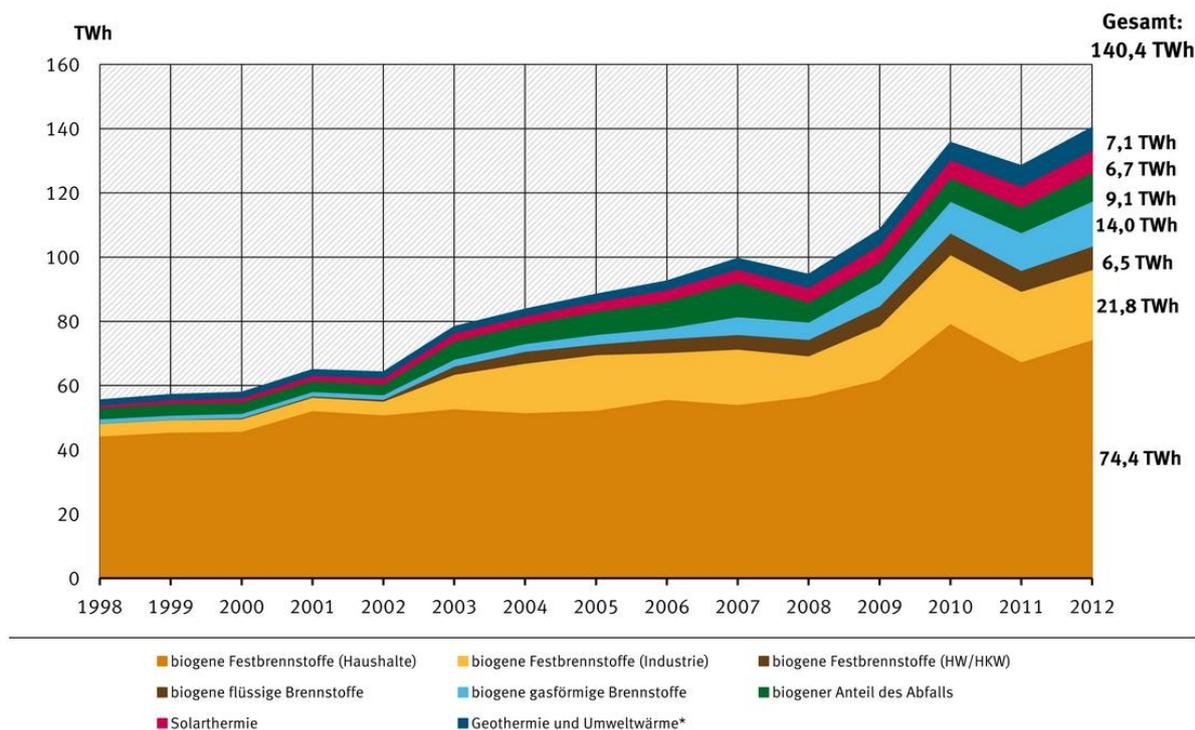


**Abbildung 15: Aufteilung Energieverbrauch in einem Logistikzentrum (nach. [GÜN09], Abb. 1, S.16)**

Eine weitere Erkenntnis aus dieser Literaturrecherche ist, dass durch die steigenden Energiekosten und das Versiegen der Rohstoffvorkommen, der Fokus bei der Energiebereitstellung, der Wärmebereitstellung und dem Energiebezug sehr stark auf Nachhaltigkeit und erneuerbaren Energiequellen liegt. Dies ist in den folgenden Abbildungen grafisch dargestellt.



**Abbildung 16: Entwicklung Strombereitstellung aus erneuerbarer Energie (nach [UMW14])**



**Abbildung 17: Entwicklung Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energiequellen (nach [UMB14])**

Zusätzliche Schulungen von Mitarbeitern, um den sparsamen Umgang mit Wasser, Strom und Rohstoffen zu verinnerlichen, sind weitere Maßnahmen, um die Energiekosten langfristig zu senken.

#### **Nachhaltige Lösungsansätze im Bereich Ökozertifizierung:**

- DGNB - Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
- LEED - Leadership in Energy and Environmental Design
- DIN EN ISO 14001 / 15001
- BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

#### **Nachhaltige Lösungsansätze im Bereich erneuerbare Energiequellen:**

- Windenergiekraftwerke
- Geothermische Kraftwerke
- Solarkraftwerke
- BIO-Masse-Kraftwerke
- Verwendung von Ab- und Prozesswärme
- Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

**Nachhaltige Lösungsansätze im Bereich Gebäudetechnik:**

- Verwendung natürlicher Dämmungsmaterialien
- Regenwassernutzungsanlagen
- Leitungs- und Ventildämmung
- Austausch alter Fenster und Türen
- Automatische Türschließer
- High-Efficiency Docking

**Nachhaltige Lösungsansätze im Bereich Haustechnik:**

- Austausch alter ineffizienter Anlagen
- Optimierung Lüftungs- und Heizperioden
- Optimierung Lüftungs- und Heizregelung
- Kombination von Bodenheizung und Dachventilatoren
- Nutzung von Prozess- und Abwärme
- Einsatz Wärme- und Kälterückgewinnungsanlagen
- Verringerung der Strömungswiderstände
- Vermeidung umweltschädlicher Kältemittel
- Regelmäßige Wartung

**Nachhaltige Lösungsansätze im Bereich Beleuchtungstechnik:**

- LED-Beleuchtung
- Leuchtstofflampen mit Reflektoren
- Bewegungsmelder
- Selektive Lichtsteuerung (Tageslichtabhängige Steuerung, automatische Abschaltung in wenig frequentierte Bereichen)
- Optimale Lichtplanung (Fensternehe Beleuchtung in eigenen Stromkreis schalten)
- Einsatz natürlicher Lichtquellen
- Helle Wand- und Bodenflächen

**Nachhaltige Lösungsansätze im Bereich Materialflusstechnik:**

- Leichtbauweise
- Effizientere Antriebe
- Hybrid- und Alternativantriebe (Brennstoffzelle)
- Reduktion des Rollwiderstands
- Energierückgewinnung
- Start- und Stoppautomatik
- Mehrweg- und biologisch abbaubare Einwegverpackung

- Prozess- und Layoutoptimierungen
- Plug & Play-Materialflusssysteme

### Fazit

Schon viele Forschungseinrichtungen haben sich mit dem Thema Nachhaltigkeit in der Logistik befasst. Auch immer mehr Unternehmen setzen sich mit dem Thema ausführlich auseinander und es ist offensichtlich, dass das Bestreben zu einer „grüneren“ Logistik immer größer wird. Einzelne Unternehmensberichte stellen jedoch nicht immer eine vollständige Betrachtung dar. Sie zeigen zwar auf, in welchen Bereichen Optimierungen zum Einsatz kommen, jedoch ist nicht immer ersichtlich, welche Maßnahmen tatsächlich umgesetzt werden bzw. wurden. Es ist zu sehen, dass nachhaltig gestaltete Logistikzentren nicht nur ein Trend, sondern eine dauerhafte Entwicklung sind. Das Bewusstsein hat sich dahingehend entwickelt, dass Nachhaltigkeit keine unangenehme Sonderaufgabe ist, sondern vielmehr eine Notwendigkeit zur Ressourcenschonung und CO<sub>2</sub>-Minimierung geworden ist – und dem Unternehmen längerfristig einen Mehrwert generiert.

Letztendlich konnte eine große Anzahl an oberflächlichen Informationen eingeholt werden, Detailinformationen zur Ableitung von technischen Lösungsansätzen fehlen allerdings. Um diese Informationslücken zu schließen wird eine Unternehmensbefragung mittels detailgenauem Fragebogen durchgeführt. Der Aufbau des Fragebogens und die Auswahl der Fragen beruht auf den Erkenntnissen, die aus dieser Recherche gewonnen wurden. Die Fragen wurden so formuliert, dass Informationen zu nachhaltigen technischen Lösungen gewonnen werden können und sich zukünftige Trends daraus definieren lassen. Der Schwerpunkt liegt hier auf den Bereichen **Haustechnik** (Beleuchtung, Heizung, Lüftung, Klimatechnik), **erneuerbare Energiequellen** (Solar, Photovoltaik), **Gebäudehülle** (Dämmung, Vollwärmeschutz, Kubatur) und **Intralogistik** (Materialflussplanung, Verpackung, Materialflusstechnologien).

## 4 Befragung

In diesem Kapitel werden zunächst die Kennzeichen eines qualitativen Interviews definiert. Anschließend wird die Auswahl der Interviewpartner erläutert und schließlich der Fragebogen erklärt.

Im ersten Teil dieser Masterarbeit wurde, wie in Abbildung 4 ersichtlich, eine umfassende Literaturrecherche zum Thema Nachhaltigkeit in der Logistik durchgeführt und die dabei gewonnenen Erkenntnisse festgehalten. Festzustellen war, dass eine Fülle an Informationen erhoben werden konnte, der Detailgrad dieser Informationen für eine aussagekräftige Bestimmung von zukünftigen aber Trends nicht ausreichend war. Basierend auf diesen Fakten wurde der zweite Teil, die Unternehmensbefragung, gestaltet.

Der zweite Teil, siehe Abb. 4, ist der praktische Teil dieser Masterarbeit und wurde mit Hilfe eines Fragebogens umgesetzt. Die Fragen die gewählt wurden, schließen die in Kapitel 3 aufgezeigten Informationslücken zur Bestimmung von nachhaltigen Trends in der Logistik. Der Fragebogen wurde von den Unternehmen via E-Mail beantwortet. Inhalt des Fragebogens und Ablauf des Interviews werden nachfolgend beschrieben. Dabei sollen die derzeitigen Bemühungen und die zukünftigen Pläne sowie Maßnahmen der Unternehmen für ein nachhaltiges Logistikzentrum aufgezeigt werden.

### 4.1 Grundsätze des qualitativen Interviews

Die qualitative Forschung setzt theoretisches Wissen über den Untersuchungsbereich voraus und geht induktiv vor. Hierbei soll eine Annäherung an die zu untersuchenden Zusammenhänge erzielt und Theorien aus den empirischen Untersuchungen entwickelt werden. Der Gegenstand der Untersuchung wird dabei im alltäglichen Kontext betrachtet und beinhaltet einen umfassenden Rahmen, Komplexität und unterschiedliche Sichtweisen und Handlungen. Auch die Beobachtungen, Eindrücke, Emotionen, Irritationen, Handlungen etc. des Forschers fließen hierbei in die Interpretation ein (vgl. [FLI05], S.12f).

Die Datenerhebung und –analyse der qualitativen Sozialforschung ist durch Offenheit und durch Kommunikation geprägt (vgl. [FLI05], S.28f).

Seit Entstehung der qualitativen Interviewforschung haben sich viele verschiedene Optionen dieser Interviewart entwickelt. Das klassische Interview gibt es somit nicht und eine Dokumentation der methodischen Vorgehensweise ist immer erforderlich. Das Forschungsdesign ist die Grundlage der empirischen Untersuchung und somit neben der eigentlichen Zielsetzung ein wesentlicher Bestandteil bei der Umsetzung der Arbeit. Unterschieden werden explorative, kausale und deskriptive Forschung. Während die

explorative Forschung die Problemstellung eingrenzt, einen Handlungsbedarf ableitet und daraus Hypothesen aufstellt, weißt die Kausalforschung Zusammenhänge des Forschungsgegenstands meist durch Experimente nach. Die deskriptive Forschung beschreibt Eigenschaften von bestimmten Gruppen, Anteilsschätzungen von Personen an der Grundgesamtheit oder bestimmtes Verhalten (vgl. [KB01], S.204).

In dieser Arbeit handelt es sich um eine explorative Untersuchung. Es wurde ein Fragebogen erstellt, der sich aus offenen und geschlossenen Fragen zusammensetzt. Angelehnt ist diese Befragung an ein Leitfadeninterview. So besteht einerseits ausreichend Möglichkeit zur Meinungsäußerung, andererseits ist die Befragung klar strukturiert und gelenkt.

Das Strukturierungsniveau eines Leitfadeninterviews kann sehr unterschiedlich sein. Diese Untersuchung liegt einer halbstandardisierten Befragung zugrunde. Ihr Ziel ist es, Sachverhalte darzustellen. An vorher festgelegten Stellen kann der Befragte frei antworten und bekommt so mehr Raum für eigene Formulierungen. Der restliche Teil der Befragung setzt sich aus vorgegebenen Fragen zusammen, die nur eingegrenzte Antwortmöglichkeiten erlauben. So können einige wichtige Daten schnell erhoben und später gut miteinander verglichen werden (vgl. [STA00]).

Die Expertenbefragung ist eine Variante des Leitfadeninterviews. Sie richtet sich an eine bestimmte Zielgruppe, die über die Fachkenntnisse verfügt, um die Fragen beantworten zu können. Das wesentliche Merkmal ist die Struktur der Befragung. Der Leitfaden für die gesamte Befragung stammt hier von aus der Praxis gewonnenem Wissen und Erfahrungen. Der Experte ist dabei nicht nur Person für sich, sondern auch Repräsentant einer ganzen Gruppe. Er soll hierbei über Tatbestände informieren und Themen aus seiner Sicht erläutern. Die Steuerung der Befragung durch einen Leitfaden ist sehr wichtig, um das wesentliche Themengebiet einzugrenzen (vgl. [MAY08], S. 37f).

Der Interviewleitfaden für diese Arbeit wurde mit Hilfe des in Kapitel 3 durch Internet- und Literaturrecherche erlangten Wissens und Erkenntnissen aufgesetzt und mit dem Betreuer der vorliegenden Masterarbeit abgestimmt. Die genaue Darstellung dieser Literaturrecherche ist in Kapitel 3 *Stand der Forschung* vorzufinden.

## 4.2 Untersuchungsdesign

Die Gesamtzahl der Befragung – national und international – umfasst 60 Unternehmen. Wesentliches Kriterium bei Auswahl der Unternehmen war die Verfügbarkeit eines stark frequentierten innerbetrieblichen Bereichs, wie es bei Kommissionierlagern oder Distributionszentren der Fall ist.

Die Auswahl der befragten Unternehmen resultierte aus einer Ermittlung über etwaige Ansprechpartner auf nationaler und internationaler Ebene. Dabei wurde auf die Hilfe von nationalen Logistikdienstleistern zurückgegriffen, um eine möglichst hohe Rücklaufquote zu gewährleisten. Bei der Wahl der Unternehmen wurde keine Differenzierung hinsichtlich Mitarbeiteranzahl, Branche und Portfolio gemacht.

Um einen möglichst hohen Grad an qualitativ hochwertigen Information zu erhalten, wurden nur Personen befragt, die sich im Unternehmen direkt mit dem Thema „Nachhaltigkeit“ und „Logistik“ auseinandersetzen. Informationen aus den Unternehmensbereichen Public Relations/Öffentlichkeitsarbeit und Marketing wurden nicht herangezogen.

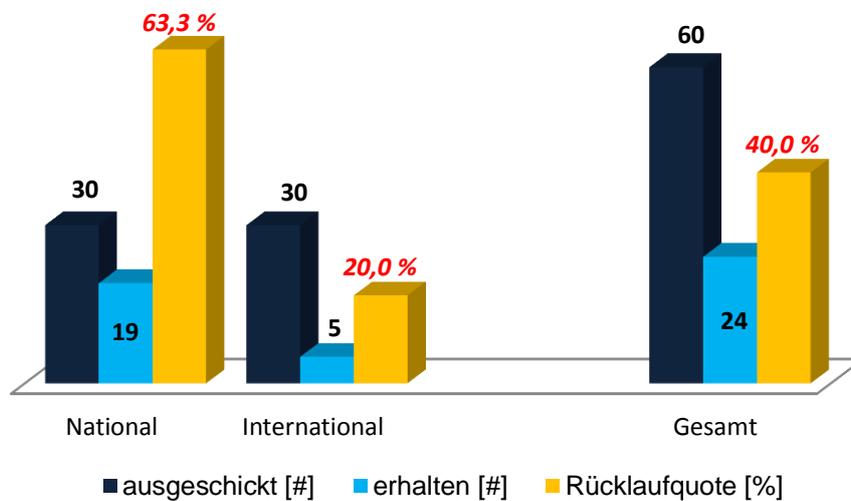
### **Ablauf**

Vorab wurden alle Unternehmen telefonisch kontaktiert und das Thema sowie das Ziel dieser Masterarbeit im Detail besprochen.

Relativ schwierig gestaltete sich die Einhebung der Fragebögen, besonders auf internationaler Ebene. Das Interesse am Fragebogen war vorab sehr groß. Alle befragten Unternehmen, 30 nationale und 30 internationale Unternehmen, waren dem Thema „Nachhaltigkeit in Logistikzentren“ gegenüber sehr aufgeschlossen und sagten zu, den Fragebogen innerhalb der nächsten 14 Tage zu beantworten. Dies gestaltete sich teilweise allerdings als äußerst schwierig. Abwesenheit, Schulungen, Umstrukturierungen sowie komplexe administrative Aufgaben forderten konsequente Nachfrage und ständigen telefonischen Kontakt mit den Unternehmen, um schließlich Antwort zu erhalten. Ein weiteres Problem war, dass aufgrund von Firmenvorschriften, aus Diskretionsgründen und auch mangels Informationen gewisse Daten nicht bzw. nur teilweise preisgegeben wurden. Auch die Vielzahl an Unternehmensbefragungen, durch unterschiedlichste Forschungsarbeiten und die damit einhergehende zeitintensive Bearbeitung, wurde als Grund für eine Nichtteilnahme an der Umfrage genannt. Ein Impuls zur Teilnahme der Unternehmen an dieser Studie war jedoch, dass Ihnen die anonymen Ergebnisse nach der Auswertung zur Verfügung gestellt wurden. Vor allem die eigene Darstellung im Vergleich zu anderen Unternehmen war für viele Unternehmen reizvoll und schließlich auch ausschlaggebend für eine Teilnahme.

Insgesamt wurden 60 Fragebögen ausgeschickt. Die Rücklaufquote davon betrug 24 Fragebögen, die dann für die Auswertung herangezogen werden konnten (Abb. 18). Auf nationaler Ebene war die Resonanz wesentlich größer als international. Hier konnte mit einer Rücklaufquote von 63,3% ein gutes Ergebnis erzielt werden. International konnte nur eine Rücklaufquote von 20% erreicht werden. Begründet wurde dies unter anderem mit der

großen Anzahl an Studien aus dem eigenen Land, die bei der Beantwortung bevorzugt werden. Gesamt ist eine Rücklaufquote von 40% als zufriedenstellend zu betrachten.



**Abbildung 18: Grafische Darstellung der Rücklaufquote des Fragebogens**

Damit die formale Korrektheit, der logische Ablauf und die allgemeine Verständlichkeit des Fragebogens gewährleistet werden konnte, wurde an sechs neutralen Personen ein Vorabtest durchgeführt.

Die Befragung wurde im Zeitraum von 15.08.2014 bis 10.10.2014 durchgeführt.

## 4.3 Erklärung des Fragebogens

Nachfolgend wird der Aufbau und der Inhalt des Fragebogens detailliert vorgestellt.

### 4.3.1 Inhaltliche Gliederung

Der Fragebogen wurde, wie in Abbildung 19 ersichtlich, aus den drei Bereichen *Basisinformationen zum Unternehmen*, *Nachhaltigkeitsbewusstsein im Unternehmen* und *nachhaltige Maßnahmen im Unternehmen*, aufgebaut. Viele der Fragen wurden geschlossen gestellt, um mögliche Missverständnisse vorab zu vermeiden und eine bessere Vergleichbarkeit bei der Auswertung zu gewährleisten. Zudem erleichtern und beschleunigen vordefinierte Antworten das Ausfüllen des Fragebogens.

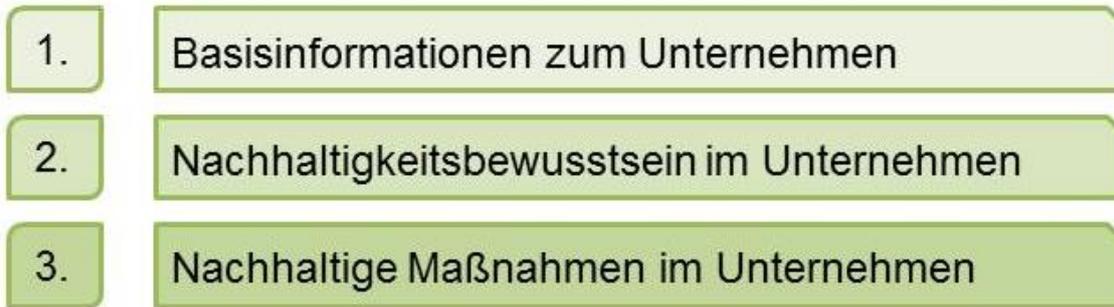


Abbildung 19: Gliederung des Fragebogens

Der erste Teilbereich des Fragebogens liefert Aufschlüsse über das Unternehmen und das Distributionszentrum. Der zweite Teilbereich stellt die Haltung des Unternehmens zum Thema Nachhaltigkeit dar und der dritte Teilbereich zielt auf alle derzeitigen und zukünftigen Maßnahmen ab, die sich mit dem Thema Nachhaltigkeit auseinandersetzen.

#### 4.3.2 Detailbeschreibung der Fragen

Nachfolgend wird auf die einzelnen Fragestellungen des Fragebogens eingegangen und die Intention verdeutlicht.

- *Basisinformationen zum Unternehmen*

##### 1. Allgemeine Grunddaten des befragten Unternehmens

Unternehmen	
Ansprechperson	
Funktion / Position	
Abteilung / Sektor	
E-Mail	
Telefonnummer	
Datum	

Abbildung 20: Unternehmensbefragung: Frage 1

Ziel dieser Frage ist es, einen Überblick darüber zu bekommen, welche Personen sich mit dem Thema „**Nachhaltigkeit in Logistikzentren**“ im Unternehmen auseinandersetzen.

Vorab kann aus dieser Fragestellung geschlossen werden, ob das Thema eine ökonomische und ökologische Bedeutung hat oder ob es nur aus PR-Zwecken betrieben wird.

## 2. Umsatz des Unternehmens (€/Jahr)

<input type="checkbox"/> <1,9 Mio. €	<input type="checkbox"/> 2 – 9,9 Mio. €	<input type="checkbox"/> 10 – 49,9 Mio. €	<input type="checkbox"/> >50 Mio. €
--------------------------------------	---	---	-------------------------------------

**Abbildung 21: Unternehmensbefragung: Frage 2**

Diese Frage nimmt auf die Größe des Unternehmens Bezug und teilt die Unternehmen entsprechend des Jahresumsatzes ein. Die vordefinierten Werte erleichtern die Klassifizierung bei der Auswertung und bieten den Befragten die Möglichkeit, nicht den genauen Umsatz bekanntgeben zu müssen.

## 3. Mitarbeiteranzahl im Logistikzentrum

<input type="checkbox"/> <10	<input type="checkbox"/> 10 - 100	<input type="checkbox"/> 100 - 250	<input type="checkbox"/> >250
------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-------------------------------

**Abbildung 22: Unternehmensbefragung: Frage 3**

Die Mitarbeiteranzahl im Logistikzentrum des Unternehmens gibt Auskunft über dessen Größe und die Zahleneinteilung erleichtert es, die einzelnen Unternehmen miteinander zu vergleichen.

## 4. Baujahr des Logistikzentrums

<input type="checkbox"/> vor 1990	<input type="checkbox"/> 1990 - 2000	<input type="checkbox"/> 2000 - 2010	<input type="checkbox"/> 2010 - 2014
-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

**Abbildung 23: Unternehmensbefragung: Frage 4**

Das Baujahr des Logistikzentrums ist wichtig, weil damit verglichen werden kann, welche Maßnahmen in älteren Logistikzentren im Vergleich zu neueren nötig sind. Zudem kann dadurch auf einen Zusammenhang zwischen Automatisierungsgrad und Baujahr des Logistikzentrums geschlossen werden.

## 5. Größe des Logistikzentrums (m<sup>2</sup>)

<input type="checkbox"/> < 5.000	<input type="checkbox"/> 5.000 - 15.000	<input type="checkbox"/> 15.000 - 30.000	<input type="checkbox"/> 30.000 - 55.000	<input type="checkbox"/> > 55.000
----------------------------------	---	--	--	-----------------------------------

Abbildung 24: Unternehmensbefragung: Frage 5

Diese Frage gibt Aufschluss über die Größe des Logistikzentrums in m<sup>2</sup>. Zusammen mit den vorhergehenden Fragen ergibt sich so ein gutes Gesamtbild zur Einschätzung des ganzen Logistikzentrums.

## 6. Automatisierungsgrad im Logistikzentrum

<input type="checkbox"/> manuell	<input type="checkbox"/> teilautomatisch	<input type="checkbox"/> vollautomatisch
----------------------------------	--	--

Abbildung 25: Unternehmensbefragung: Frage 6

Der Automatisierungsgrad zeigt, wie modern ein Logistikzentrum ist und lässt darauf schließen, wieviel Handlungsbedarf nötig ist, um optimale Abläufe zu schaffen.

## 7. Arbeitstage im Logistikzentrum

<input type="checkbox"/> 5-Tage-Woche	<input type="checkbox"/> 6-Tage-Woche	<input type="checkbox"/> 7-Tage-Woche
---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------

Abbildung 26: Unternehmensbefragung: Frage 7

Die Frage zu den Arbeitstagen im Logistikzentrum gibt Informationen über die gängigste Arbeitsweise in Logistikzentren preis. Daraus kann abgeleitet werden, welche Auslastung nötig ist, um den logistischen Aufwand des Unternehmens bewältigen zu können.

## 8. Welchen Stellenwert hat ein nachhaltiges Logistikzentrum grundsätzlich in Ihrem Unternehmen?

<input type="checkbox"/> Sehr wichtig	<input type="checkbox"/> Wichtig	<input type="checkbox"/> Eher wichtig	<input type="checkbox"/> Eher unwichtig	<input type="checkbox"/> Unwichtig
---------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------	---	------------------------------------

Abbildung 27: Unternehmensbefragung: Frage 8

Mittels einer vorgegebenen Skala wird im Allgemeinen die Wichtigkeit bzw. die Unwichtigkeit von einem nachhaltigen Logistikzentrum für das Unternehmen selbst ermittelt.

**9. Seit wann gibt es in Ihrem Unternehmen ein Umdenken hinsichtlich Nachhaltigkeit im Logistikzentrum?**

<input type="checkbox"/> seit 2 Jahren	<input type="checkbox"/> seit 5 Jahren	<input type="checkbox"/> seit 10 Jahren	<input type="checkbox"/> seit mehr 10 Jahren
--	--	---	--

**Abbildung 28: Unternehmensbefragung: Frage 9**

Ziel dieser Frage ist es herauszufinden, seit wann das Unternehmen Energie- und Rohstoffsparende Maßnahmen im Logistikzentrum umsetzt.

**10. Werden die CO<sub>2</sub> – Emissionen in Ihrem Logistikzentrum bilanziert?**

<input type="checkbox"/> JA, gesamter Logistikprozess	<input type="checkbox"/> JA, nur Distributionszentrum	<input type="checkbox"/> JA, nur im der Transportlogistik	<input type="checkbox"/> NEIN	<input type="checkbox"/> in Planung
---	---	---	-------------------------------	-------------------------------------

**Abbildung 29: Unternehmensbefragung: Frage 10**

Durch diese Frage wird ersichtlich, ob den Unternehmen das Problem der wachsenden CO<sub>2</sub> – Emissionen bewusst ist. Darüber hinaus wird klar, ob bereits eine Bilanzierung der Emissionen durchgeführt wird und wenn ja, in welchen Bereichen.

**11. Gibt es Bestrebungen hinsichtlich Öko-Zertifizierung in Ihrem Unternehmen?  
Wenn ja welche? (Mehrfachnennungen möglich)**

<input type="checkbox"/> ISO 14001
<input type="checkbox"/> DGNB - Standard (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen)
<input type="checkbox"/> LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)
<input type="checkbox"/> BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)
<input type="checkbox"/> EMAS (Eco Management and Audit Scheme)
<input type="checkbox"/> NEIN
<input type="checkbox"/> in Planung

**Abbildung 30: Unternehmensbefragung: Frage 11**

Diese Frage gibt Auskunft darüber, ob sich Unternehmen bei dem Neu- bzw. Umbau von ihrem Logistikzentrum an den Kriterien der internationalen Öko-Zertifizierung orientieren und einen nachhaltigen Standard des Logistikzentrums anstreben.

- *Nachhaltigkeitsbewusstsein im Unternehmen*

**12. Wie wichtig ist die Umsetzung folgender Maßnahmen, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen? (nach. [BUN07], Abb.55, S.221)**

Nachhaltigkeit	Wichtigkeit im Unternehmen				
	Bewerten Sie mit „x“ von 1 – 5: 1 – sehr wichtig, 2 – wichtig, 3 – eher wichtig, 4 – eher unwichtig, 5 – unwichtig				
<b>Ökonomie</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Effiziente Ressourcennutzung					
Energiekostensenkung					
Berichterstattung über das Unternehmen in der Öffentlichkeit					
Gute Beziehungen zu Stakeholdern (Interessensgruppen), Kundenerwartungen					
Nachhaltige Unternehmenspolitik, Firmenziele					
Positives Image des Unternehmens					
Verbesserung der Marktposition des Unternehmens, Wettbewerbsvorteil					
Produktinnovationen (für umweltfreundlichere Produkte)					
<b>Ökologie</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Umweltschutz					
Umweltfreundliche Produktionstechnologien					
Minimierung der Schadstoffbelastung am Arbeitsplatz					
Umweltqualität der Produkte					
Erhaltung der natürlichen Ressourcen der Erde					
Bestehende / erwartete Gesetze und Vorschriften					

**Abbildung 31: Unternehmensbefragung: Frage 12**

Mit dieser Frage wird der Einstieg in das Thema Nachhaltigkeit erleichtert. Die Frage umfasst die generellen Nachhaltigkeitsaktivitäten in den Bereichen Ökologie und Ökonomie. Die Skalierung, von unwichtig bis sehr wichtig, gibt Aufschluss darüber, wie wichtig Nachhaltigkeit im Unternehmen ist.

**13. Welche Ziele werden mit den umgesetzten Maßnahmen, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, angestrebt? (vgl. [GHFV13])**

Ziele	Wichtigkeit im Unternehmen <i>Bewerten Sie mit „x“ von 1 – 5: 1 – sehr wichtig, 2 – wichtig, 3 – eher wichtig, 4 – eher unwichtig, 5 – unwichtig</i>				
	1	2	3	4	5
Nachhaltige Unternehmenspolitik, Firmenziele					
Unabhängigkeit gegenüber steigenden Energiepreisen					
Steigerung des Unternehmensimages					
Wettbewerbsvorteil gegenüber Konkurrenz					
Kundenerwartungen					
Bestehende / erwartete Gesetze und Vorschriften					

**Abbildung 32: Unternehmensbefragung: Frage 13**

Mit Frage 13 werden die Unternehmensziele, die mit einem nachhaltigen Logistikzentrum verfolgt werden, dargestellt. Die Frage ermöglicht zudem einen Überblick, welche Motivation sich hinter diesen Maßnahmen verbirgt.

**14. Was spricht gegen das Umsetzen / Entwickeln von Maßnahmen, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen? (vgl. [GÜN09], S.30)**

Fehlendes KNOW HOW

Lösungen am Markt nicht vorhanden

Kundennachfrage nicht vorhanden

Industriepartnernachfrage nicht vorhanden

kein ersichtlicher Mehrwert für das Unternehmen

Konfliktpotenzial mit aktuellem Geschäftsprozess

Kosten

**Abbildung 33: Unternehmensbefragung: Frage 14**

Diese Frage bildet den Abschluss des Themengebietes „Nachhaltigkeitsbewusstsein im Unternehmen“ und nennt mögliche Beweggründe der Nichtumsetzung von nachhaltigen Maßnahmen. Ziel ist es, herauszufinden ob deren Umsetzung an technische und/oder an wirtschaftliche Aspekte geknüpft ist.

- *Nachhaltige Bestrebungen im Unternehmen*

**15. Welchen Stellenwert haben Maßnahmen im Bereich Haustechnik, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen? (vgl. [GHFV13])**

Haustechnik	Umsetzungsgrad im Unternehmen <i>Bewerten Sie mit „x“ von 1 – 5. 1 – nicht in Planung, 2 – wird diskutiert, 3 – ist in Planung, 4 – wird umgesetzt, 5 – wurde umgesetzt</i>				
	1	2	3	4	5
<b>Beleuchtung</b>					
Energieeffiziente Leuchtmittel / LED					
Effiziente Tageslichtnutzung					
Tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung					
Bewegungsmelder					
Helle Umgebungs- und / oder Bodenflächen					
Abschaltung des Hauptschutzes zur Reduzierung des Standby-Energieverbrauchs					
<b>Heizung / Lüftung</b>					
Bodenheizung					
Abwärme -Heizung					
Lüftung mit Wärmerückgewinnung					
Dachventilatoren					
Kreuzstromwärmetauscher, Rotationswärmetauscher					
Feuchtegesteuerte Lüftung					
Solarthermische Klimatisierung					
Gebäudeklimatisierung durch Regenwasser					
Grauwassernutzungsanlagen / Regenwassernutzung					

**Abbildung 34: Unternehmensbefragung: Frage 15**

Beginnend mit Frage 15, stehen konkrete nachhaltige Technologien im Zentrum der Befragung. Hier wird direkt auf das Thema **Haustechnik** mit den Bereichen Beleuchtung, Heizung und Lüftung/Klimatechnik Bezug genommen. Mithilfe einer Skalierung wird der Umsetzungsgrad im Unternehmen für die jeweilige Maßnahme dargestellt. Die Beurteilung erfolgt durch eine Skala von eins bis fünf und lautet wie folgt:

1 – nicht in Planung, 2 – wird diskutiert, 3 – ist in Planung, 4 – wird umgesetzt und 5 – wurde umgesetzt. Somit wird klar, welche Maßnahmen am wichtigsten und am unwichtigsten sind.

**16. Welchen Stellenwert haben Maßnahmen im Bereich erneuerbare Energieversorgung, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen (vgl. [GHFV13])**

Erneuerbare Energieversorgung	Umsetzungsgrad im Unternehmen <i>Bewerten Sie mit „x“ von 1 – 5: 1 – nicht in Planung, 2 – wird diskutiert, 3 – ist in Planung, 4 – wird umgesetzt, 5 – wurde umgesetzt</i>				
	1	2	3	4	5
Solarthermie (Grundwasser, Erdreich, Außenluft)					
Biomasse					
Blockheizkraftwerk für Strom und Wärme					
Bezug Bio-Ökostrom					
Photovoltaik					
Abwärme / Prozesswärme					

**Abbildung 35: Unternehmensbefragung: Frage 16**

Frage 16 befasst sich mit nachhaltigen Technologien im Bereich **erneuerbare Energieversorgung** wie Solarthermie, Photovoltaik oder Biomasse. Die Beurteilung erfolgt, wie auch bei den folgenden Fragen, durch eine Skala von eins bis fünf und lässt somit auf die Wichtigkeit der angegebenen Maßnahmen schließen.

**17. Welchen Stellenwert haben Maßnahmen im Bereich Gebäudehülle, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen (vgl. [GHFV13])**

Gebäudehülle	Umsetzungsgrad im Unternehmen <i>Bewerten Sie mit „x“ von 1 – 5: 1 – nicht in Planung, 2 – wird diskutiert, 3 – ist in Planung, 4 – wird umgesetzt, 5 – wurde umgesetzt</i>				
	1	2	3	4	5
<b>Fenster / Tore / Aufbau</b>					
Optimale Fensterausrichtung (Süd-Ost)					
Austausch der alten Fenster zur Erhöhung der Energieeffizienz					
Dachfensteroptimierung					
Compact-Cross-Docking					
Verladeschleusen					
Aufblasbare Torabdichtungen					
<b>Nachhaltige Dämmung und Vollwärmeschutz</b>					
Schafwolle					
Holzfaser, Hanffaser, Flachsfaser					
Isolierkork					
Mineralschaumplatte					
Perlit					

**Abbildung 36: Unternehmensbefragung: Frage 17**

Das Hauptaugenmerk liegt hier auf der **Gebäudehülle** mit den Schwerpunktthemen Fenster und Dämmung. Hier wird ersichtlich, wie wichtig Punkte wie nachhaltige Fensterausrichtung, Isolierung und Vollwärmeschutz für das Unternehmen sind.

### 18. Welchen Stellenwert haben Maßnahmen im Bereich Intralogistik, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen (vgl. [GHFV13])

Intralogistik	Umsetzungsgrad im Unternehmen <i>Bewerten Sie mit „x“ von 1 – 5. 1 – nicht in Planung, 2 – wird diskutiert, 3 – ist in Planung, 4 – wird umgesetzt, 5 – wurde umgesetzt</i>				
	1	2	3	4	5
<b>Materialflussplanung</b>					
Layout Optimierung					
Reduzierung Transportaufkommen					
Durchlaufzeitverkürzung					
Online Monitoring (um in laufende Prozesse eingreifen zu können)					
<b>Verpackung</b>					
Verzicht auf Verpackungen					
Mehrwegverpackungen					
Einsatz nachhaltigen fossiler Rohstoffen					
biologisch abbaubare Einwegverpackung					

Abbildung 37: Unternehmensbefragung: Frage 18-1

<b>Fördern / Lagern / Kommissionieren / Sortieren / Handhaben / Verpackung</b>	1	2	3	4	5
Alternative energieeffiziente Antriebe, wie z.B.: Hybridantriebe					
Leichtbauweise					
Start-Stopp-Automatik					
Energierückgewinnung beim Bremsen und Lastabsenken					
Leitsysteme für hohe Auslastung					
Leichtlaufreifen zur Verbesserung des Rollwiderstandes					
vollsynthetischer Leichtlaufgetriebeöle					
Gleichstromzwischenkreisschaltung (Nutzung frei werdender Energien)					
Widerstandsminimierende Führungen					
Funktionsspezifische Materialauswahl					
Hochleistungsfaserseile statt Stahlseile					
Kunststoff-Textilverbund als Trag- und Zugmittel					
Pick by Systeme					
Multi Order Picking					
Piclocationsystemierung					

Abbildung 38: Unternehmensbefragung: Frage 18-2

Im Bereich Intralogistik von Frage 18 wird auf die Materialflussplanung, Verpackung und das Fördern / Lagern / Kommissionieren / Sortieren / Handhaben / Verpacken eingegangen. In diesen Bereichen gibt es vor allem in Bereichen wie Layout Optimierung, Mehrwegverpackungen, Energierückgewinnung und Kommissionierung Potential für Maßnahmen die in absehbarer Zeit umgesetzt werden können. Die Antworten dieser Frage zeigen die Bemühungen dahingehend.

**19. Welche Maßnahmen/Programme sind, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen für die Zukunft geplant?**

Nachhaltigkeitsmaßnahmen in Planung	Beschreibung der Maßnahmen	Geplanter Umsetzungs termin	Wichtigkeit der Maßnahmen für das Unternehmen				
			Bewerten sie mit „x“ von 1 – 5: 1 – sehr wichtig, 2 – wichtig, 3 – mittel, 4 – eher unwichtig, 5 – unwichtig				
			1	2	3	4	5

**Abbildung 39: Unternehmensbefragung: Frage 19**

Die letzte Frage dient der Ermittlung, ob Unternehmen neue Nachhaltigkeitsmaßnahmen für die Zukunft erwägen, welche Bedeutung diese im Unternehmen haben und wann der Umsetzungstermin geplant ist. Dadurch lässt sich der Stellenwert und die Bedeutung des Themas im Unternehmen darstellen.

## 5 Auswertung und Resultate

In diesem Teil der Arbeit wurden die 24 Fragebögen ausgewertet, die Ergebnisse grafisch dargestellt und die aufgestellten Hypothesen überprüft.

### 5.1 Auswertung der Unternehmensbefragung

Alle beantworteten Fragebögen werden gesammelt und anschließend für jede einzelne Frage eine eigene Excel Tabelle erstellt. Anschließend werden alle Befragungsergebnisse in diese Excel Tabellen eingetragen und die Durchschnittswerte für jeden abgefragten Punkt berechnet. Dadurch kann eine deskriptive, eindimensionale Auswertung erreicht und die Ergebnisse jedes einzelnen Untersuchungspunktes geordnet werden. Auf dieser Basis ist es möglich, die Gegebenheiten statistisch strukturiert zu erfassen und danach zu bewerten.

Die Ergebnisse der Durchschnittsberechnungen können nun grafisch in Form von farbigen Balken- oder Kreisdiagrammen dargestellt werden. Es wird immer die Diagrammform gewählt, die die jeweilige Frage am Übersichtlichsten darstellt. Bei Fragen mit wenigen Antwortmöglichkeiten werden Kreisdiagramme verwendet. Bei komplexen Fragen, die eine Vielzahl an Antwortmöglichkeiten bieten, eignen sich Balkendiagramme zur übersichtlichen Darstellung besser. Eine detaillierte Darstellung der Auswertung in Excel findet sich im Anhang I.

### 5.2 Ergebnisse der Unternehmensbefragung

#### Frage 1: Allgemeine Grunddaten des befragten Unternehmens

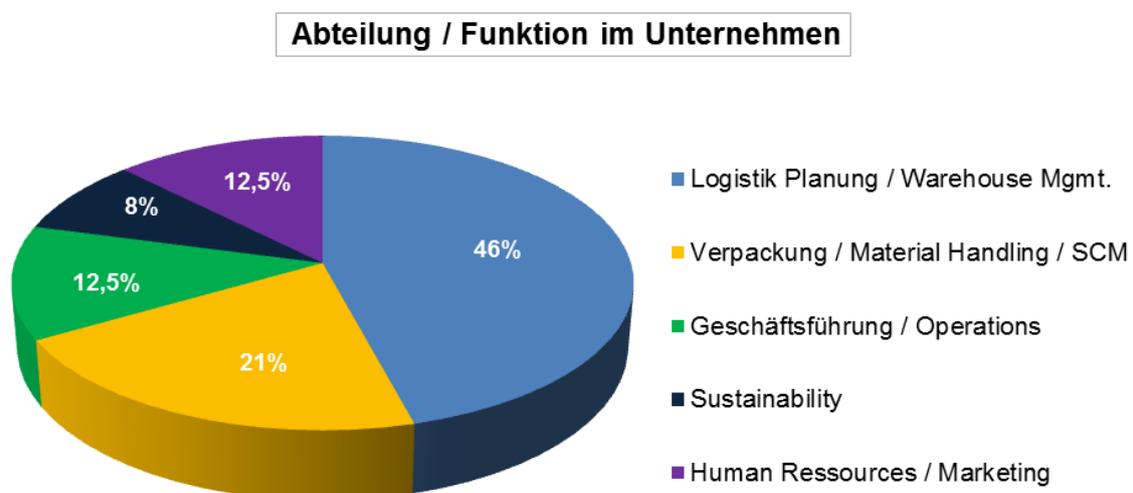


Abbildung 40: Ergebnis Frage 1

Der Großteil (nämlich 46%) der befragten Personen in den Unternehmen sind in der Abteilung Logistik Planung/Warehouse Management tätig und üben dort eine leitende Position aus. Insgesamt 21% stammen aus dem Bereich Verpackung/Material Handling/Supply Chain Management. Die restlichen Befragten setzen sich aus der Geschäftsführung, Mitarbeitern der Abteilungen Human Ressource und Sustainability zusammen.

### Frage 2: Umsatz des Unternehmens

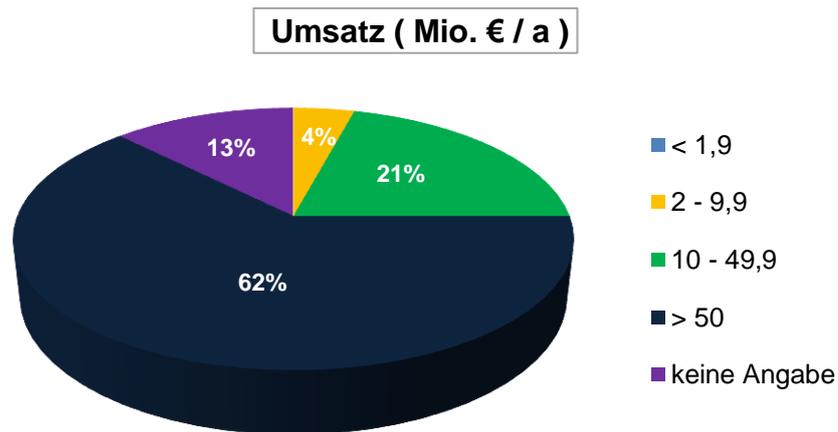
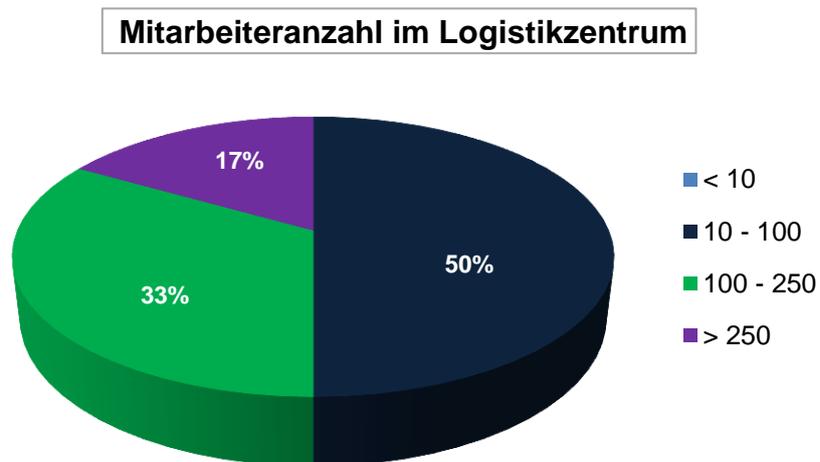
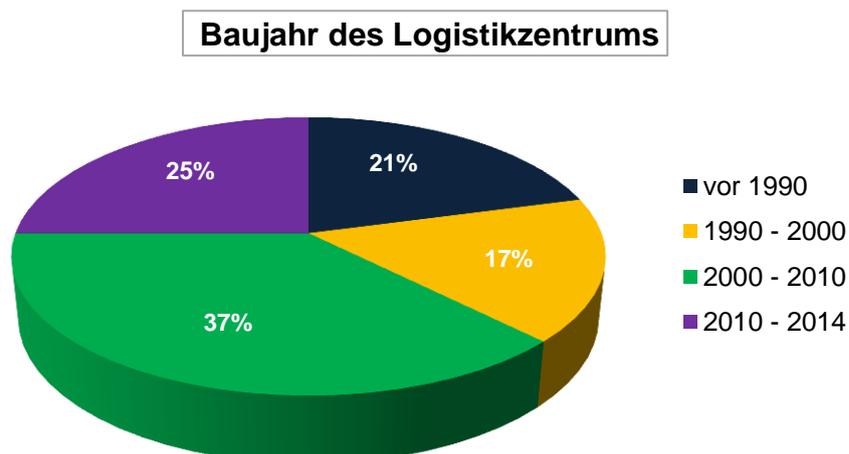


Abbildung 41: Ergebnis Frage 2

Etwa 62% der befragten Unternehmen verzeichnen mehr als € 50 Mio. Umsatz im Jahr. Unternehmen mit einem Jahresumsatz von € 2 – 9,9 Mio. p.a. bilden den kleinsten Teil der Befragten.

**Frage 3: Mitarbeiteranzahl im Logistikzentrum****Abbildung 42: Ergebnis Frage 3**

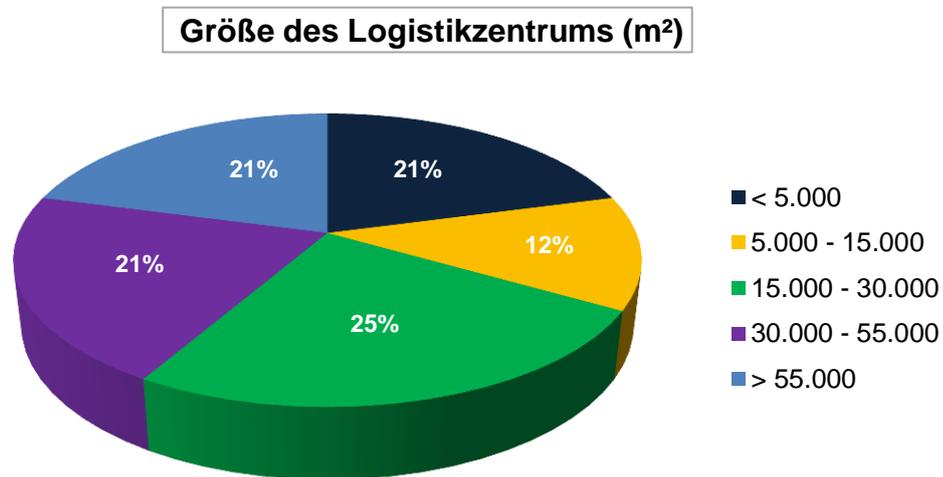
Die Hälfte der befragten Unternehmen haben 10 bis 100 Mitarbeiter, die in Ihrem Logistikzentrum tätig sind. Ein beträchtlicher Teil der Unternehmen, etwa 33 %, hat jedoch auch bis zu 250 Mitarbeiter. Nur 17 % der Befragten haben mehr als 250 Mitarbeiter.

**Frage 4: Baujahr des Logistikzentrums****Abbildung 43: Ergebnis Frage 4**

Die meisten Logistikzentren der Unternehmen sind in den Jahren 2000 bis 2010 errichtet worden. Circa 25% der Unternehmen geben an, dass Ihr Logistikzentrum erst in den letzten

4 Jahren, zwischen 2010 und 2014, gebaut worden ist und sich damit als sehr neu einstufen lässt.

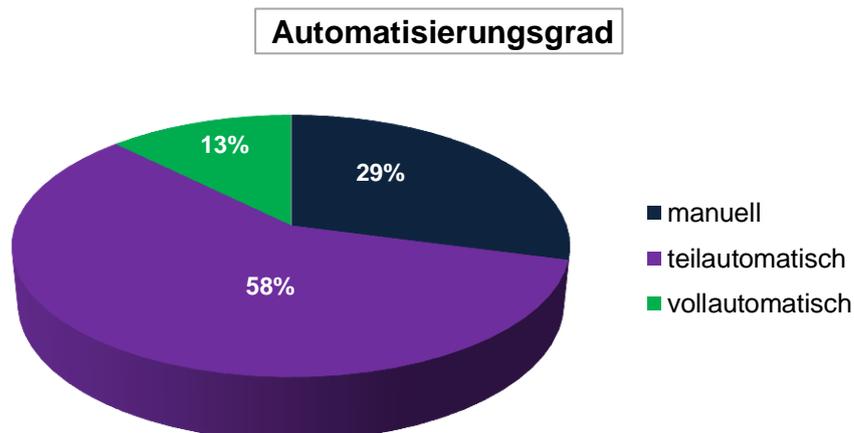
#### Frage 5: Größe des Logistikzentrums (m<sup>2</sup>)



**Abbildung 44: Ergebnis Frage 5**

Die Größenverteilung der Logistikzentren ist sehr ausgewogen und liegt recht nah beieinander. Die meisten Unternehmen haben ein Logistikzentrum von mittlerer Größe im Bereich von 15.000 bis 30.000 m<sup>2</sup>. Insgesamt 42% Unternehmen verfügen über noch mehr Fläche, 33% weniger als das Mittelmaß.

#### Frage 6: Automatisierungsgrad im Logistikzentrum



**Abbildung 45: Ergebnis Frage 6**

Fast 60% der befragten Unternehmen verfügen über ein teilautomatisiertes Logistikzentrum. Rund 13% gaben an, ihr Logistikzentrum vollautomatisch zu betreiben. Allerdings weisen 29% aller Logistikzentren Verbesserungspotential auf, da sie noch vollständig manuell bedient werden.

#### Frage 7: Arbeitstage im Logistikzentrum

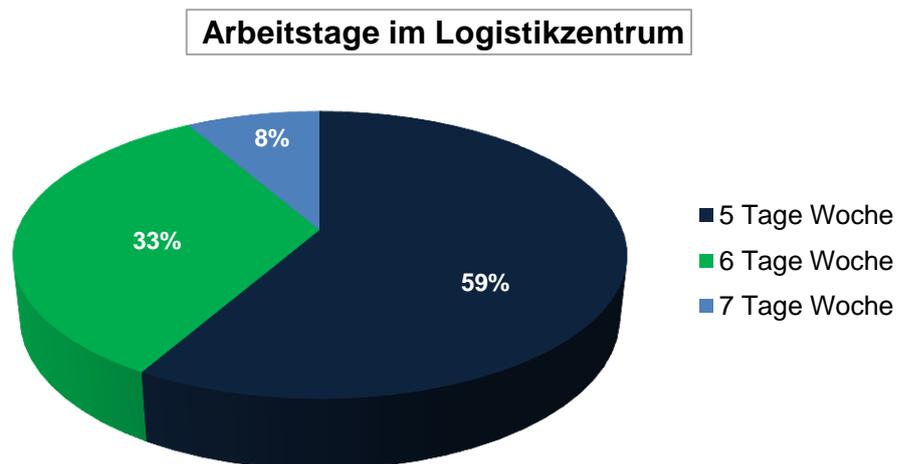


Abbildung 46: Ergebnis Frage 7

In 59% der Unternehmen gestaltet sich die Arbeitszeit durch eine 5 Tage Woche. Nur etwa 8% der Unternehmen sind 7 Tage die Woche in Betrieb.

#### Frage 8: Welchen Stellenwert hat ein nachhaltiges Logistikzentrum grundsätzlich in Ihrem Unternehmen?

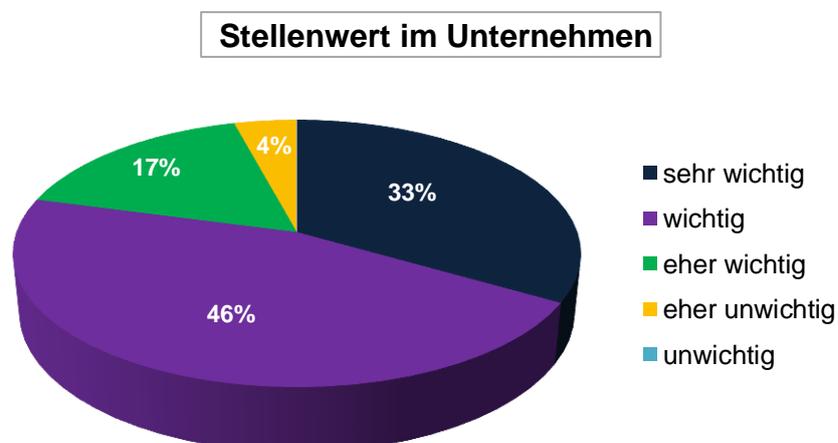
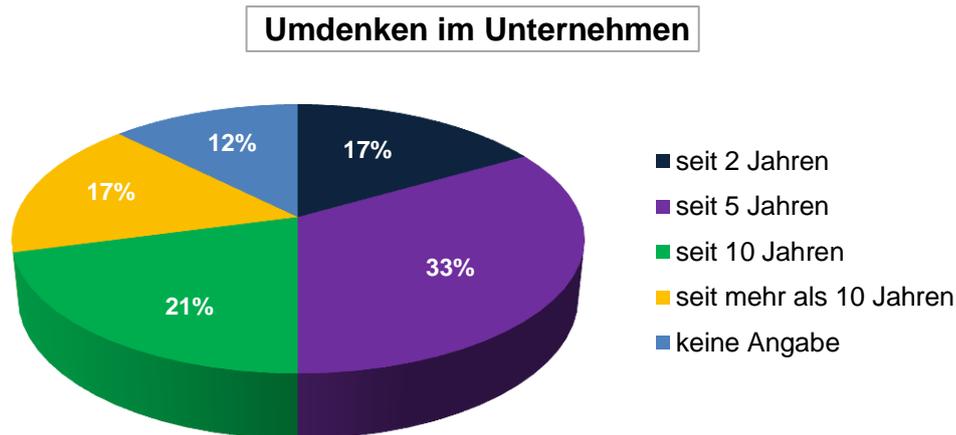


Abbildung 47: Ergebnis Frage 8

Fast 80% aller 24 befragten Unternehmen führen an, dass ein nachhaltiges Logistikzentrum für Sie einen wichtigen oder sehr wichtigen Stellenwert im Unternehmen einnimmt. Nur 4% bezeichneten diesen Punkt als eher unwichtig. Keiner der Befragten jedoch bezeichnete ein nachhaltiges Logistikzentrum als gänzlich unnötig.

**Frage 9: Seit wann gibt es in Ihrem Unternehmen ein Umdenken hinsichtlich Nachhaltigkeit im Logistikzentrum?**



**Abbildung 48: Ergebnis Frage 9**

In den meisten Unternehmen fand in den letzten 5 bis 10 Jahren ein Umdenken statt – dabei rückte das Thema Nachhaltigkeit zunehmend in den Vordergrund. Rund 17% haben erst vor 2 Jahren begonnen, sich damit genauer auseinanderzusetzen.

### Frage 10: Werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Ihrem Logistikzentrum bilanziert?

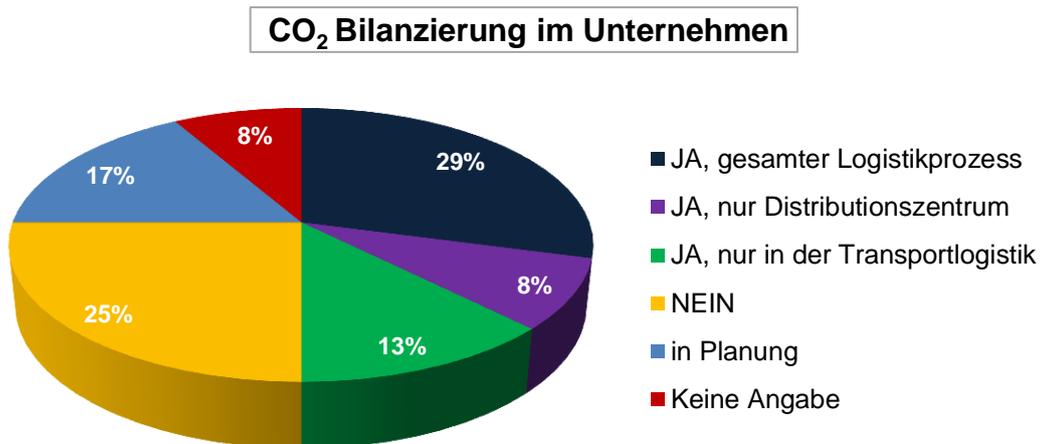


Abbildung 49: Ergebnis Frage 10

Insgesamt 42% der Unternehmen bilanzieren die CO<sub>2</sub>-Emissionen ihres Logistikzentrums nicht oder planen erst, damit anzufangen. Rund 29% zeichnen den gesamten Logistikprozess auf, der Rest der Befragten nur Teile davon.

### Frage 11: Gibt es Bestrebungen hinsichtlich Öko-Zertifizierung in Ihrem Unternehmen? Wenn ja, welche?

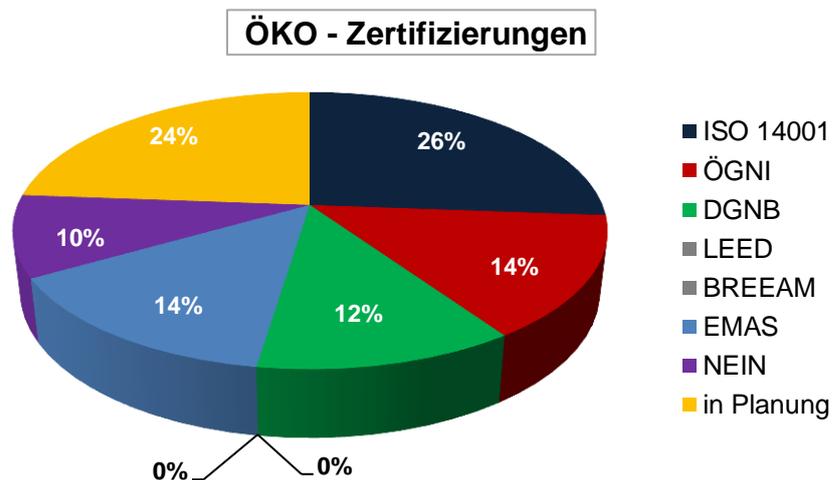
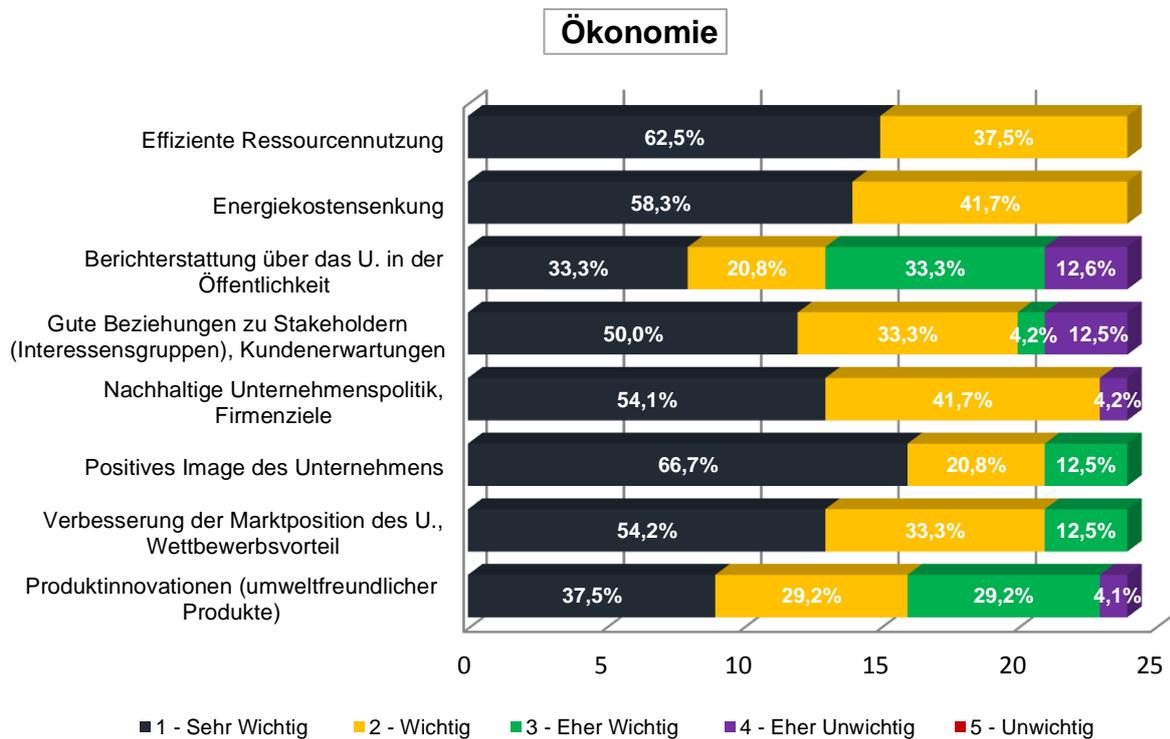


Abbildung 50: Ergebnis Frage 11

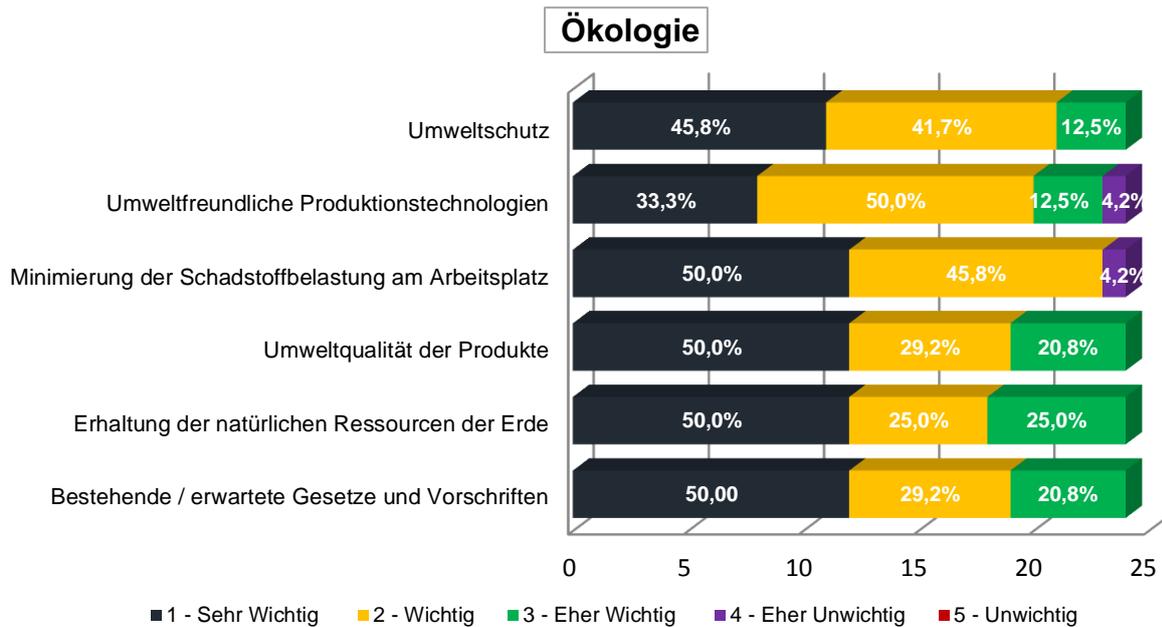
Fast alle Unternehmen haben eine Öko-Zertifizierung oder streben diese an. Nur 10% gaben an, dass eine Öko-Zertifizierung für sie nicht von Relevanz ist.

**Frage 12: Wie wichtig ist die Umsetzung folgender Maßnahmen, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen?**



**Abbildung 51: Ergebnis Frage 12**

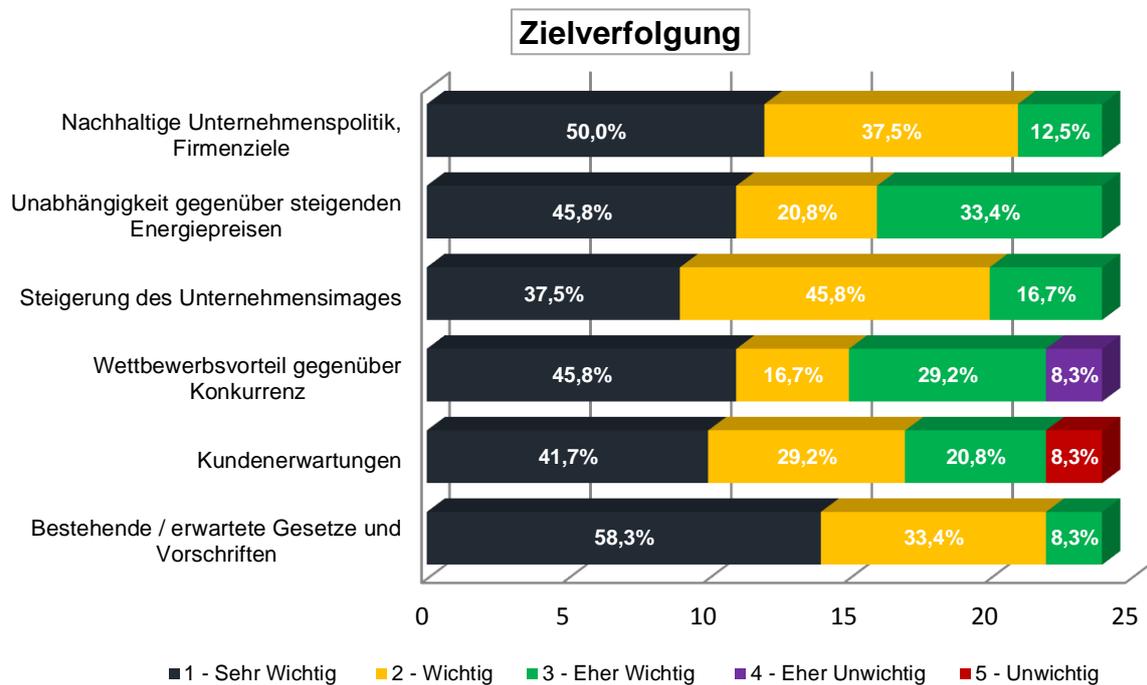
Im Bereich Ökonomie war zu erkennen, dass das positive Image des Unternehmens, die effiziente Ressourcennutzung und die Senkung der Energiekosten für das Unternehmen signifikant sind. Die Berichterstattung über das Unternehmen in der Öffentlichkeit nimmt dabei den geringsten Stellenwert ein.



**Abbildung 52: Ergebnis Frage 12**

Hinsichtlich ökologischer Nachhaltigkeitskriterien waren sich ein Großteil der Unternehmen einig, dass die Umweltqualität der Produkte, die Einhaltung bestehender Gesetze, der Ressourcenschutz und die Minimierung der Schadstoffbelastung am Arbeitsplatz sehr wichtig oder wichtig sind. Nur 4% der Unternehmen gaben umweltfreundliche Produkte und die Minimierung der Schadstoffbelastung am Arbeitsplatz als eher unwichtig an.

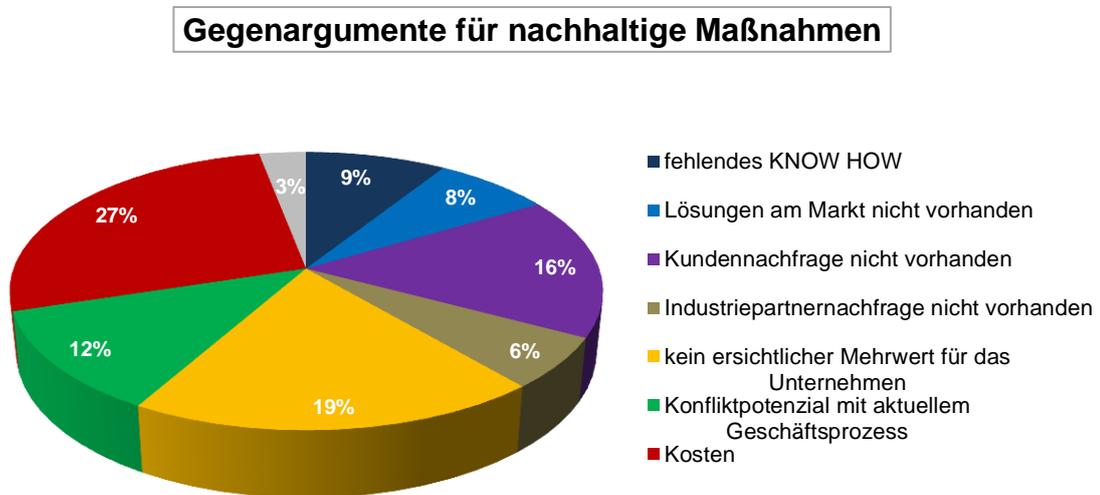
**Frage 13: Welche Ziele werden mit den umgesetzten Maßnahmen, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, angestrebt?**



**Abbildung 53: Ergebnis Frage 13**

Die Einhaltung von Gesetzen und Vorschriften gilt als das wesentliche Ziel, das Unternehmen mit der Umsetzung der nachhaltigen Maßnahmen erreichen wollen. Sehr wichtige Aspekte sind allerdings auch eine nachhaltige Unternehmenspolitik, Unabhängigkeit von steigenden Energiepreisen und ein Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz. Als relevanter Punkt wurde zudem das Image des jeweiligen Unternehmens angeführt. Im Widerspruch dazu gaben 8% der Unternehmen an, dass Kundenerwartungen für Sie unwichtig sind.

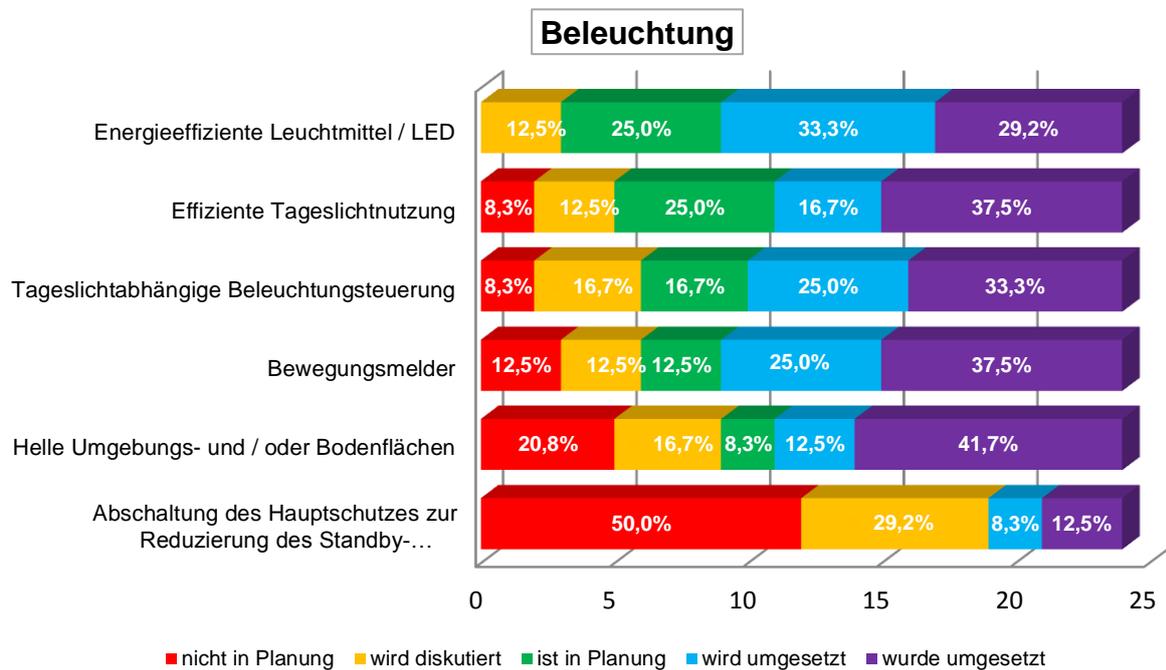
**Frage 14: Was spricht gegen das Umsetzen/Entwickeln von Maßnahmen, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen?**



**Abbildung 54: Ergebnis Frage 14**

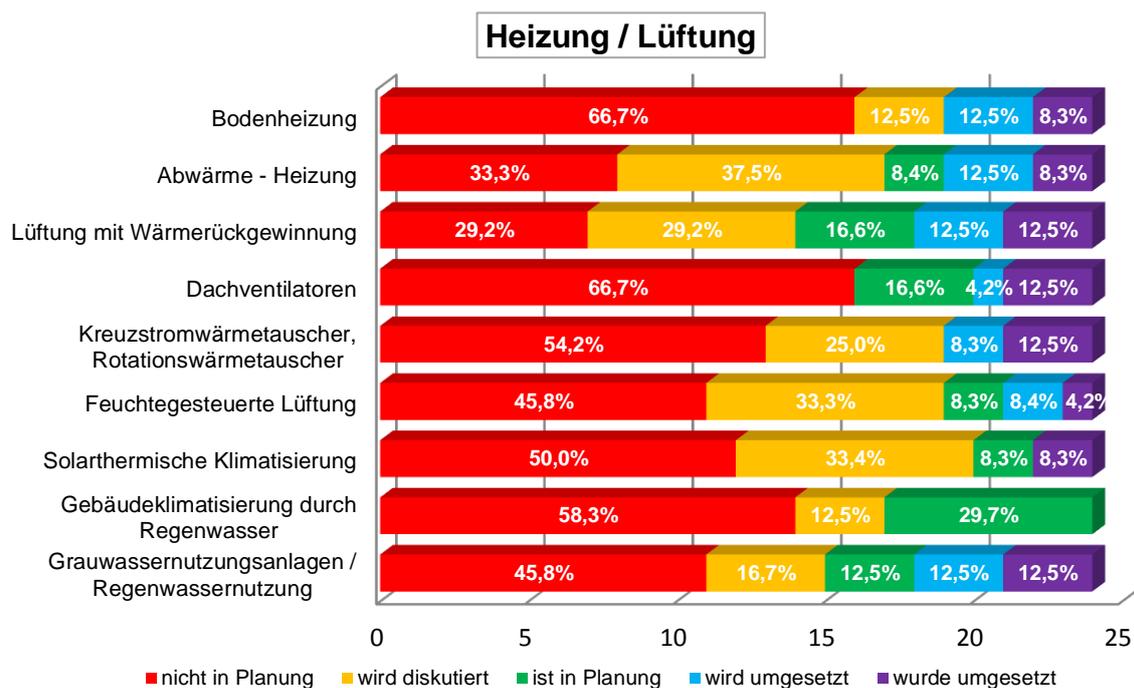
Zusätzliche Kosten gelten als Hauptgrund für eine Nicht-Umsetzung nachhaltiger Logistikzentren. Zudem wurde auch angegeben, dass kein ersichtlicher Mehrwert erkennbar oder die Kundennachfrage nicht vorhanden sei. Etwa 12% sehen auch Konflikte mit dem bestehenden Geschäftsprozess.

**Frage 15: Welchen Stellenwert haben Maßnahmen im Bereich Haustechnik, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen?**



**Abbildung 55: Ergebnis Frage 15**

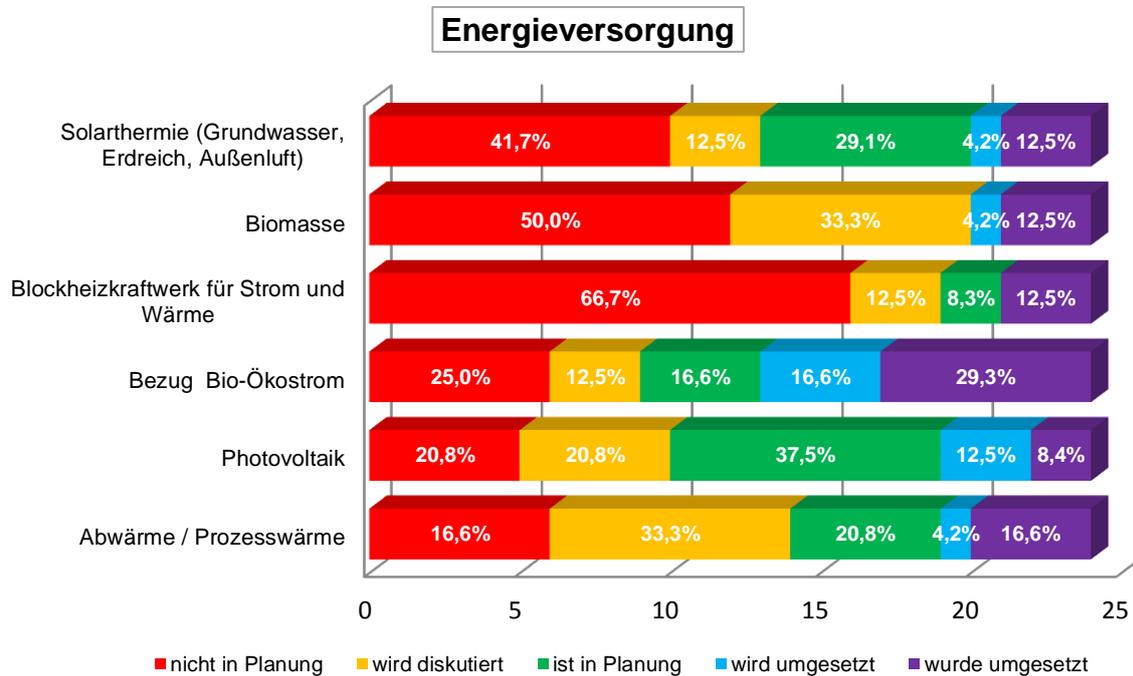
In der Sparte Beleuchtung wurde angegeben, dass helle Umgebungs- und Bodenflächen, effiziente Tageslichtnutzung und Bewegungsmelder am häufigsten umgesetzt wurden. Insgesamt 33% geben an, zum Zeitpunkt der Befragung den Einsatz von energieeffizienten Leuchtmitteln bereits zu planen. Die Reduzierung des Standby-Energieverbrauchs durch Abschaltung des Hauptschutzes ist bei der Hälfte der Unternehmen nicht in Planung.



**Abbildung 56: Ergebnis Frage 15**

Bezüglich nachhaltiger Heizung und Lüftung besteht generell bei allen Befragten Unternehmen großes Verbesserungspotential. Nur etwa 10% der Unternehmen haben einige der genannten Punkte umgesetzt. Rund 67% geben an, dass Dachventilatoren und Bodenheizungen nicht in Betracht gezogen werden. Des Weiteren spielt für etwa die Hälfte der Unternehmen eine Gebäudeklimatisierung durch Regenwasser, Wärmetauscher, Regenwassernutzung und solarthermische Klimatisierung keine Rolle.

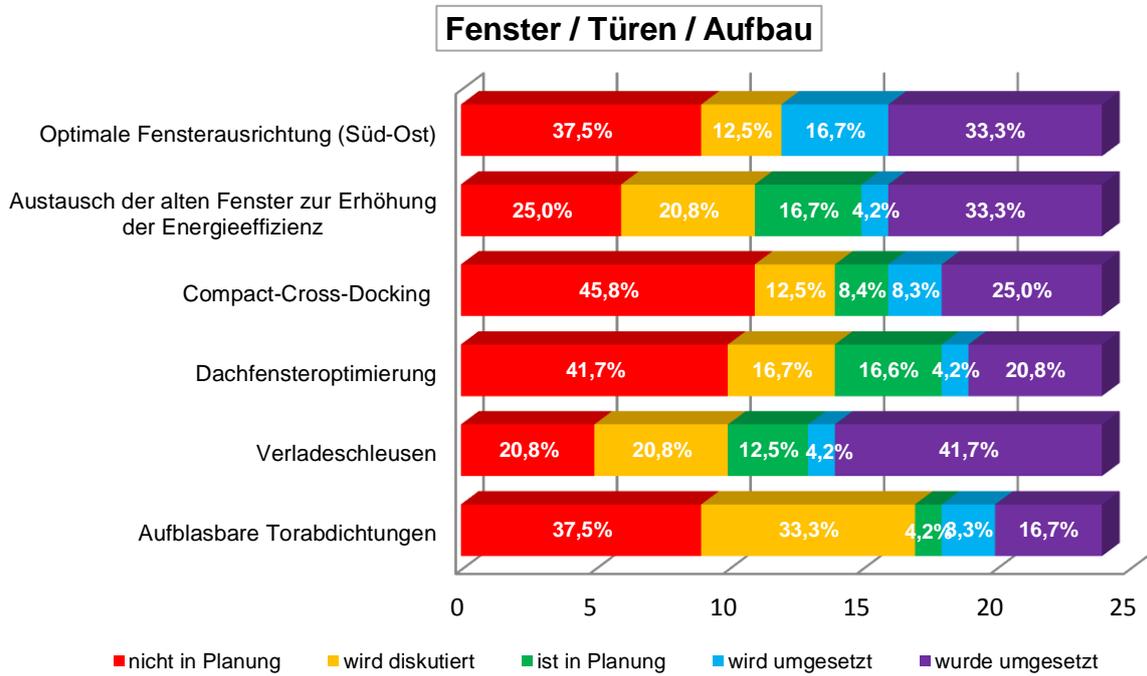
**Frage 16: Welchen Stellenwert haben Maßnahmen im Bereich erneuerbare Energieversorgung, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen.**



**Abbildung 57: Ergebnis Frage 16**

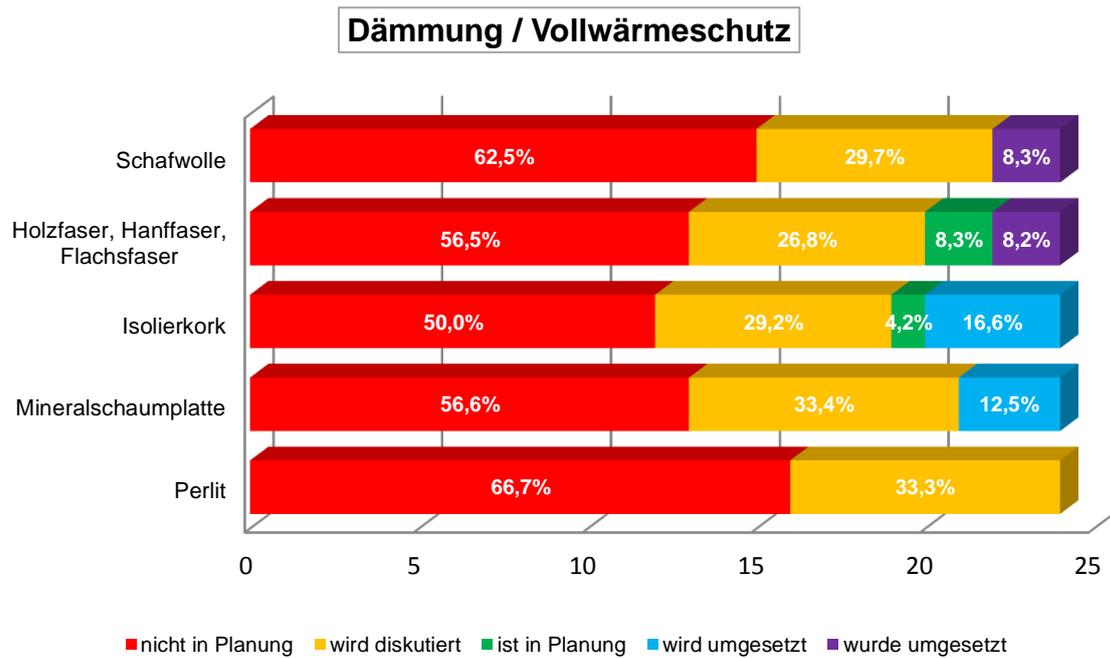
Auch im Bereich der nachhaltigen Energieversorgung gibt es bei den Befragten noch einiges an Verbesserungspotential. So haben 67% angegeben, dass Blockheizkraft für Strom und Wärme nicht in Planung ist und etwa die Hälfte hat Biomasse und Solarthermie in ihrer Planung nicht berücksichtigt. Etwa 30% der Befragten verwenden Bio-Ökostrom und etwa 38% planen die Realisierung von Photovoltaikanlagen.

**Frage 17: Welchen Stellenwert haben Maßnahmen im Bereich Gebäudehülle, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen**



**Abbildung 58: Ergebnis Frage 17**

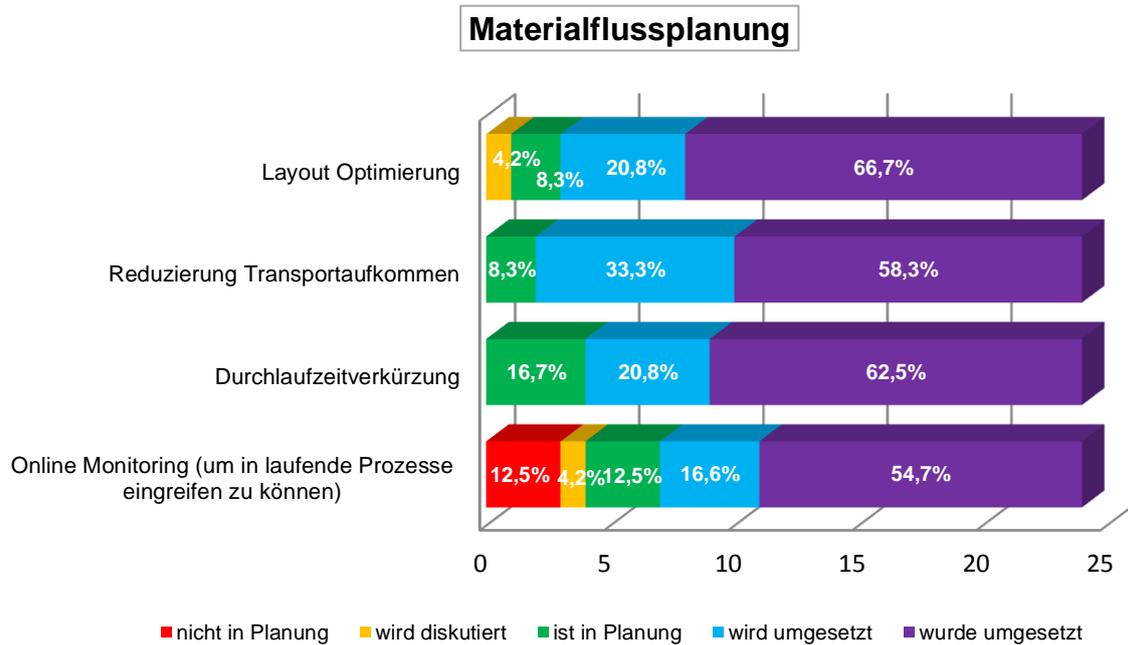
Im Bereich Fenster und Türen nehmen für etwas weniger als die Hälfte der Befragten die Punkte Compact-Cross-Docking, Dachfensteroptimierung, optimale Fensterausrichtung und aufblasbare Torabdichtungen keinen Stellenwert in der Planung ein. Von 42% wurden allerdings Verladeschleusen umgesetzt und etwa 50% haben eine optimale Fensterausrichtung bereits realisiert, oder sind gerade dabei dies zu tun.



**Abbildung 59: Ergebnis Frage 17**

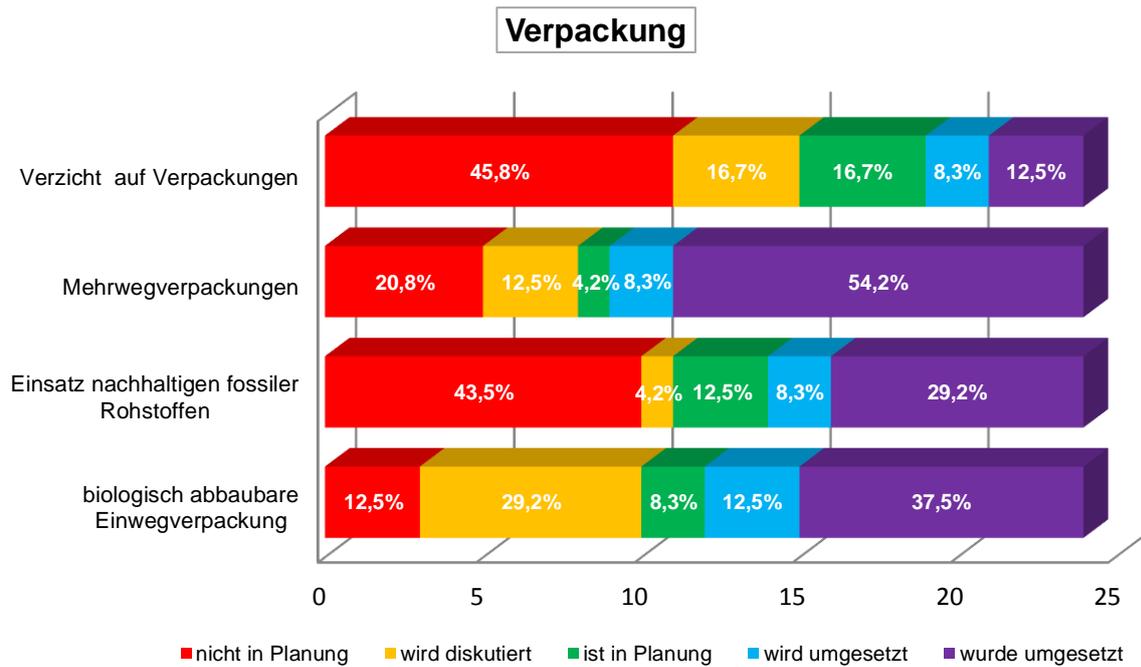
Diese Frage zeigt deutlich, dass nachhaltige Dämmung und Vollwärmeschutz für die meisten Unternehmen nicht in Planung ist. Zwischen 50 und 60 % berücksichtigen keine der genannten Maßnahmen. Nur 8% haben Schafwolle, Holzfaser, Hanffaser oder Flachsfaser als Dämmmaterial bisher angewendet.

**Frage 18: Welchen Stellenwert haben Maßnahmen im Bereich Intralogistik, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen.**



**Abbildung 60: Ergebnis Frage 18**

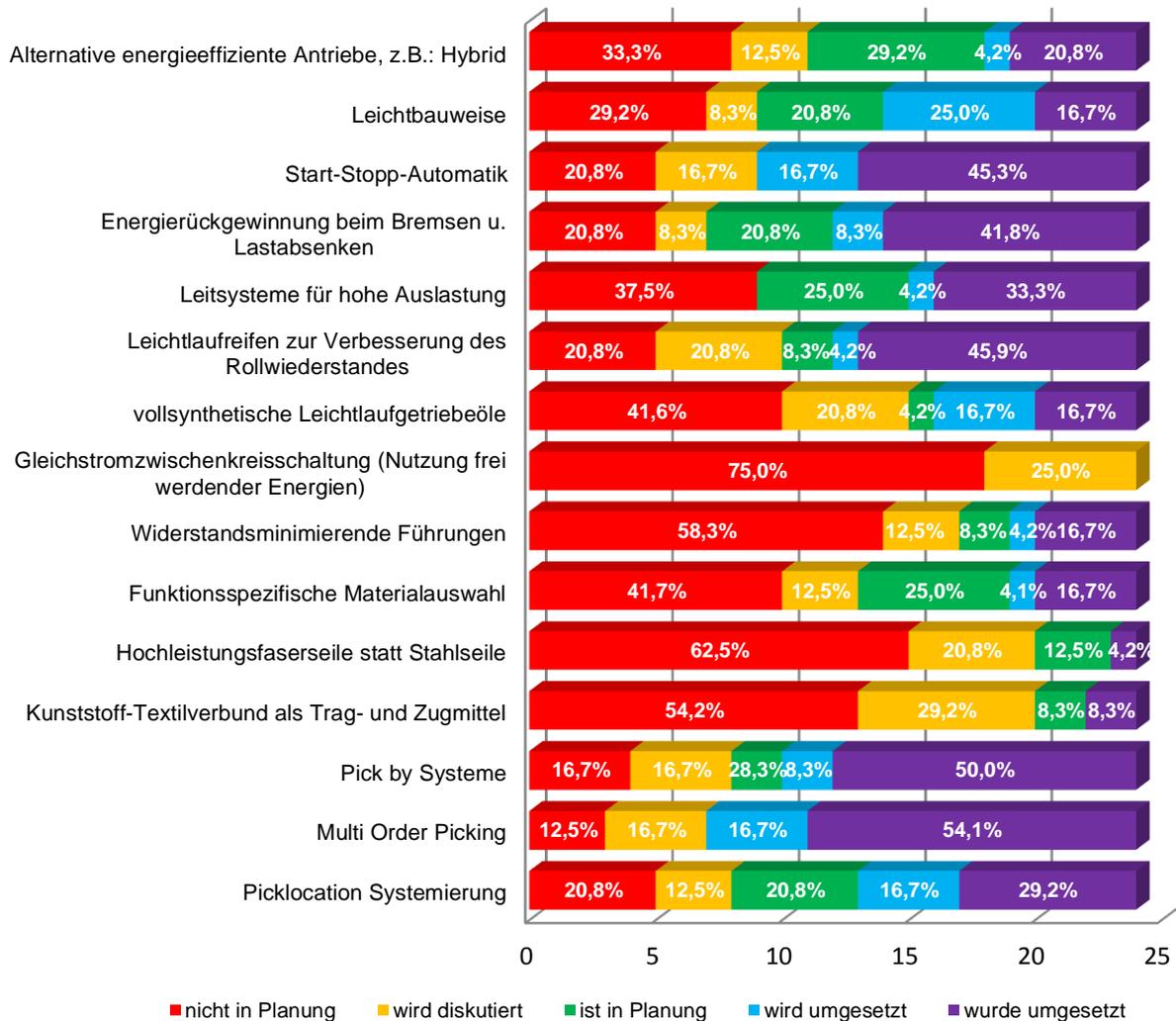
Zum Zeitpunkt der Befragung wurden die oben angeführten Faktoren in der Materialflussplanung von den meisten der Unternehmen bereits realisiert. Etwa 55% bis 67% der Unternehmen haben das Materiallayout optimiert, das Transportaufkommen reduziert, die Durchlaufzeit verkürzt und ein Online Monitoring eingeführt. Die restlichen Unternehmen setzen diese Punkte gerade um bzw. planen dies zu tun. Nur die Einführung eines Online Monitorings wird bei 12% nicht in der weiteren Planung berücksichtigt.



**Abbildung 61: Ergebnis Frage 18**

Etwas weniger als die Hälfte der Befragten gibt an, dass sie auf Verpackungen nicht verzichten können und dafür auch keine nachhaltigen fossilen Rohstoffe einsetzen wollen bzw. können. Etwa 54% verwenden jedoch bereits Mehrwegverpackungen. Der Einsatz von biologisch abbaubaren Einwegverpackungen wird bei 37% gegenwärtig realisiert und bei etwa 50% gerade umgesetzt, geplant oder angedacht.

**Fördern / Lagern / Kommissionieren /  
Sortieren / Handhaben / Verpacken**



**Abbildung 62: Ergebnis Frage 18**

In den Bereichen Fördern, Lagern, Kommissionieren, Sortieren, Handhaben und Verpacken sind Aspekte wie Gleichstromzwischenkreisschaltung (Nutzung frei werdender Energien), Hochleistungsfaserseile statt Stahlseile, widerstandsminimierende Führungen und Kunststoff-Textilverbund als Trag- und Zugmittel, für mehr als die Hälfte der Befragten kein Fixpunkt in ihrer Planung. Realisiert wurden bei circa der Hälfte der Unternehmen Pick-by-Systeme, Multi-Order-Picking, Leichtlaufreifen zur Verbesserung des Rollwiderstandes, Start-Stopp-Automatik und Energierückgewinnung beim Bremsen und Lastabsenken.

**Frage 19: Welche Maßnahmen/Programme sind, hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Logistikzentrum, in Ihrem Unternehmen für die Zukunft geplant?**

Insgesamt 10 der befragten Unternehmen planen zukünftig keinerlei nachhaltige Maßnahmen zur Umsetzung. Die anderen 14 Unternehmen führen für die nächsten 5 Jahre (Umsetzung bis 2020) folgende geplante Maßnahmen an:

- ISO 50001
- weitere Reduktion des Energie- und Wasserverbrauches
- Erhöhung der Recycling Quote
- Alternative Antriebe (Ausbau der Flotte)
- 20% bis 30% Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Transport und Logistik
- Neubauprojekte (Energieeffiziente Objekte, auf Prozesse abgestimmt)
- E-Mobility (Test von Elektroantrieben in der City-Logistik)
- Abfallreduktion (Vermeidung von Verpackung und Schulung der Mitarbeiter)
- Thermische Sanierung (Sanierung und Dämmung von Dachfassaden)
- Bewegungsmelder
- zentrale Steuerung Klimaanlage (Steuerung über Schwellenwerte, temperaturgeführt)
- zentrales Ladekontrollsystem Flurfördergeräte (zentrale Steuerung und Stromabschaltung)
- LED-Ausstattung (Umrüsten von Büro und Lager)
- Dach- und Wandisolierung, Sockelisolierung
- Neue Energiesparende Leuchtstoffröhre plus Blenden
- Solar/Photovoltaik
- Eigene Nahwärme
- DGNB/ÖGNI Zertifizierung (z.B. durch Umrüstung des Distributionszentrums)

### 5.3 Hypothesenüberprüfung

Die zu Beginn aus den Forschungsfragen abgeleiteten Hypothesen werden nun auf Basis der zuvor durchgeführten Auswertung bestätigt oder widerlegt.

#### **Hypothese 1:**

**Eine nachhaltige Gestaltung der Intralogistik liegt im Interesse der Unternehmen.**

Die Hypothese 1 kann auf Basis der Auswertung von Frage 8 *bestätigt* werden.

In der Auswertung dieser Frage ist zu erkennen, dass nahezu 80% der befragten Unternehmen ein nachhaltiges Logistikzentrum als wichtig oder sehr wichtig empfinden. Mit 4% erachtet nur ein sehr kleiner Teil der befragten Unternehmen diesen Aspekt als eher unwichtig. Keines der befragten Unternehmen bezeichnete ein nachhaltiges Logistikzentrum als gänzlich unnötig.

Bei den Befragungen entstand grundsätzlich der Eindruck, dass die Unternehmen an diesem Thema sehr interessiert sind und ihm auch eine maßgebliche Bedeutung einräumen.

#### **Hypothese 2:**

**Die meisten Maßnahmen zur Realisierung von nachhaltigen Logistikzentren wurden im Bereich der Förder-, Lager- und Kommissioniertechnik umgesetzt.**

Die Hypothese 2 kann auf Basis der Auswertung von Frage 18 *widerlegt* werden.

In den Bereichen Fördern, Lagern und Kommissionieren sind einige wesentliche Maßnahmen, die zu einer Verbesserung der Nachhaltigkeit in der Intralogistik des Logistikzentrums umgesetzt werden sollen, bei mehr als der Hälfte der Unternehmen nach wie vor irrelevant. Punkte die für die auch weiterhin nicht in Planung sind lauten wie folgt: Gleichstromzwischenkreisschaltung (Nutzung frei werdender Energien), Hochleistungsfaserseile statt Stahlseile, widerstandsminimierende Führungen und Kunststoff-Textilverbund als Trag- und Zugmittel. Andere Schritte, die von etwa 50% der Unternehmen umgesetzt wurden, umfassen Pick-by-Systeme, Multi-Order-Picking, Leichtlaufreifen zur Verbesserung des Rollwiederstandes, Start-Stopp-Automatik und Energierückgewinnung beim Bremsen und Lastabsenken. Grundsätzlich ist zu erkennen, dass alle abgefragten Punkte bei fast der Hälfte der Unternehmen noch nicht realisiert wurden. Teilweise wird Ihre Umsetzung gegenwärtig diskutiert oder bereits geplant. Es besteht aber in jedem Fall beim Großteil der Befragten noch Handlungsbedarf, um die Intralogistik tatsächlich auch langfristig nachhaltiger gestalten zu können.

Bei einer Gegenüberstellung der Bereiche *Fördern, Lagern und Kommissionieren* und *Materialflussplanung* oder *Verpackung*, ergibt sich folgendes Bild:

In der Materialflussplanung wurden alle genannten Punkte von der Mehrheit (55%) der Unternehmen schon umgesetzt. So wurde bei den meisten das Materiallayout optimiert, das Transportaufkommen reduziert, die Durchlaufzeit verkürzt und ein Online Monitoring eingeführt.

Im Sektor Verpackung gestaltet sich die Umsetzung nachhaltiger Logistik für einige Unternehmen insgesamt etwas schwieriger. Fast die Hälfte gab an, dass sie auf Verpackungen nicht verzichten können und als Verpackungsmaterial auch keine nachhaltigen fossilen Rohstoffe einsetzen. Rund 54% verwenden jedoch Mehrwegverpackungen und beinahe alle Unternehmen benutzen biologisch abbaubare Einwegverpackungen bzw. planen diese in Zukunft einzusetzen. Hierbei muss auch berücksichtigt werden, dass einige der befragten Unternehmen aus der Pharmabranche stammen. Insbesondere in diesem Bereich müssen Verpackungen besonders hohen Standards und strengen Richtlinien entsprechen, wodurch sich die Umsetzung nachhaltiger Alternativen eventuell erschwert werden kann.

Betrachtet man im Zusammenhang mit dieser Hypothese Frage 15, 16 und 17, die sich mit Verbesserungsmaßnahmen in den Bereichen *Beleuchtung, Heizung/Lüftung, Energieversorgung, Fenster/Türen/Aufbau* und *Dämmung/Vollwärmeschutz* beschäftigen, ergeben sich folgende Erkenntnisse:

Die meisten der nachhaltigen Maßnahmen im Bereich Beleuchtung sind bei den Unternehmen schon umgesetzt oder gegenwärtig in Planung. Allein die Abschaltung des Hauptschalters zum Energiesparen ist für die Hälfte der Unternehmen irrelevant. Ansonsten ist die Resonanz in diesem Bereich als positiv zu sehen.

Die Planung nachhaltiger Maßnahmen hinsichtlich Heizung und Lüftung ist in den meisten teilnehmenden Unternehmen nur sehr unbefriedigend. Nur 10% der Unternehmen haben ein paar wenige der erforderlichen Schritte umgesetzt und sehen für einige der Punkte gegenwärtig keine Notwendigkeit, sie in ihrer Planung vor zu berücksichtigen. Weshalb für viele Unternehmen gerade Maßnahmen wie Gebäudeklimatisierung durch Regenwasser, Wärmetauscher, Regenwassernutzung und solarthermische Klimatisierung keine Rolle in ihrer Planung spielen, kann nicht eindeutig nachvollzogen werden – vor allem, da die Realisierung jener Maßnahmen auch erhebliches Einsparungspotential bieten würde.

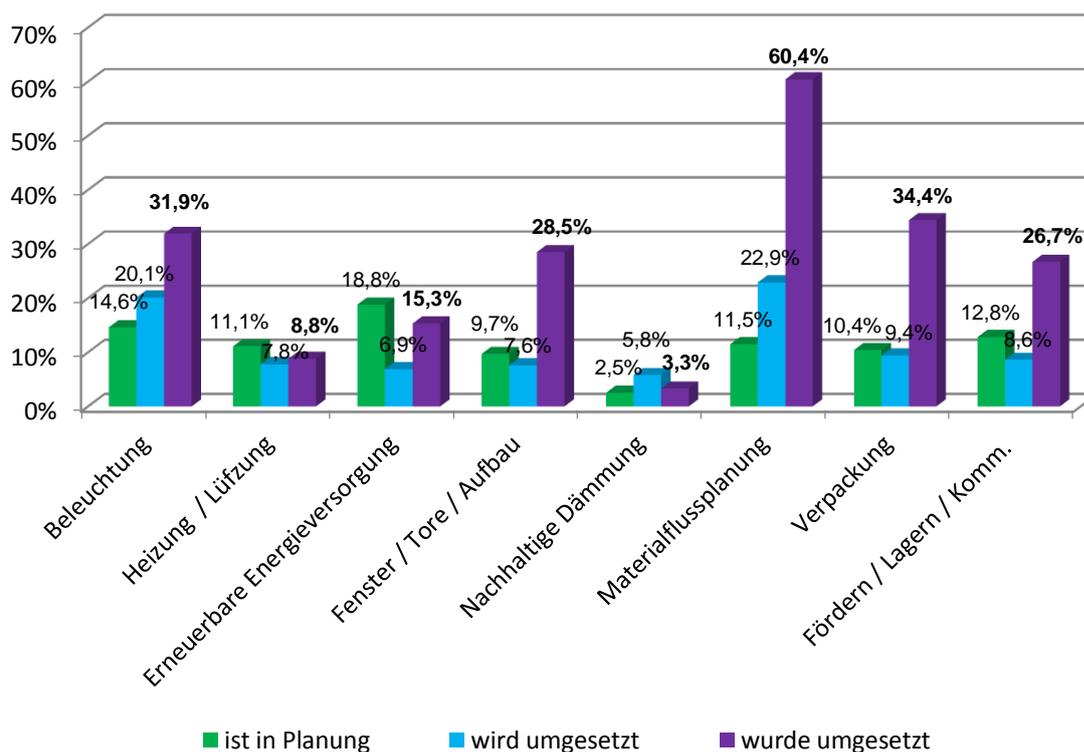
Auch der Bereich der nachhaltigen Energieversorgung birgt noch erhebliches Verbesserungspotential. Von den diskutierten Schritten wurden der Bezug von Bio-Ökostrom und Abwärme/Prozesswärme am häufigsten realisiert. Der Wert ist mit 17% bis 30% dennoch sehr niedrig. Darunter einzureihen sind die Umsetzung von Photovoltaik,

Solarthermie, Biomasse oder Blockheizkraft mit 8% bis 12%. Bezugnehmend auf die aktuell doch große und allgegenwärtige Thematik der Alternativenergien überraschen diese Zahlen sehr. Es ist zu erkennen, dass das Interesse an einer Umstellung zur Verwendung von alternativen Energien zwar besteht, die definitiven Handlungen aber vielmehr noch die Ausnahme als die Regel bilden.

Bei Fenster, Türen und Aufbau des Logistikzentrums zeigt sich, dass bei etwa der Hälfte der Befragten nachhaltige Maßnahmen, wie Verladeschleusen, optimale Fensterausrichtung und andere Mittel, schon umgesetzt wurden bzw. gegenwärtig umgesetzt werden. Die andere Hälfte bewertet diese Maßnahmen aktuell als irrelevant für ihre Planung bzw. gibt an, sie bisher nur zu diskutieren, sie jedoch noch nicht tatsächlich umzusetzen. Es ist anzunehmen, dass jene Maßnahmen noch nicht realisiert wurden, da Veränderungen am Gebäude selbst meist mit erheblichen Kosten verbunden sind. So wurden diese Punkte zwar bei neueren Gebäuden in der Bauphase bereits berücksichtigt, bei älteren Bauten jedoch noch nicht.

Die Angaben zu Dämmung und Vollwärmeschutz zeigen sehr überraschende Ergebnisse. Mehr als die Hälfte der Unternehmen, teilweise sogar weit über 60%, planen keine nachhaltigen Maßnahmen in diesem Bereich. Grund dafür könnte sein, dass derartige Veränderungen am Gebäude mit beträchtlichen Kosten verbunden sind und dafür zu wenig Mehrwert bieten oder das Heizen in manchen Bereichen nur bedingt nötig ist.

Im Gesamten ergibt sich das Bild, dass im Bereich Förder-, Lager- und Kommissioniertechnik bei den meisten befragten Unternehmen noch großer Handlungsbedarf besteht. Die meisten Maßnahmen wurden in den Bereichen Materialflussplanung und Beleuchtung umgesetzt, wie die nachfolgende Abbildung 63 veranschaulicht.



**Abbildung 63: Umsetzungsgrad von nachhaltigen Maßnahmen in Logistikzentren**

### Hypothese 3:

**Die Unternehmen haben die Wichtigkeit von nachhaltigen Logistikprozessen erkannt und planen weitere Maßnahmen für die Zukunft.**

Die Hypothese 3 kann auf Basis der Auswertung von Frage 19 *bestätigt* werden.

Zwar gaben bei der Frage nach den Plänen für die Zukunft 10 Unternehmen an, dass sie keine weiteren Pläne für nachhaltige Maßnahmen haben, die meisten dieser Unternehmen setzen jedoch gegenwärtig nachhaltige Maßnahmen um. Die übrigen 14 Unternehmen nannten diverse weitere Maßnahmen, die in den nächsten Jahren geplant sind. Die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen, der Bau von Solar- oder Photovoltaikanlagen oder die Erreichung einer Nachhaltigkeits-Zertifizierung erhalten hierbei einen besonders hohen Stellenwert. Als weitere wichtige Punkte wurden unter anderem Recycling, alternative Antriebe, Reduktion des Energie- und Wasserverbrauchs, Abfallreduktion, LED-Ausstattung und Bewegungsmelder angeführt.

Generell ist zu erkennen, dass sich Unternehmen der Signifikanz nachhaltiger Logistikzentren bewusst sind und aus diesem Grund auch diverse Maßnahmen planen.

## 6 Fazit und Ausblick

Der Abschnitt 6.1 dieser Arbeit beinhaltet die abgeleiteten Trends aus den Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Logistikzentren. Die für die Masterarbeit wichtigsten Erkenntnisse sollen Aufschluss über zukünftige Maßnahmen von nachhaltigen und effektiven Logistikzentren liefern. Das finale Kapitel 6.2 enthält ein Fazit bzw. die Conclusio zu den Resultaten dieser Masterarbeit.

### 6.1 Trends nachhaltiger Logistikzentren

Nachfolgend werden sich in der durchgeführten Untersuchung abzeichnende Trends in den Bereichen Materialfluss/Intralogistik, Gebäudehülle und Haustechnik in einem Logistikzentrum aufgezeigt.

- Der erste erkennbare Trend zeigt sich in der erhöhten Forderung nach **Zertifizierungen**. Die Entwicklungsrichtung von Logistikzentren wird durch zukünftige gesetzliche Rahmenbedingungen und Öko-Zertifizierungen vorgegeben und gelenkt. Vor allem Zertifizierungen in Gold, Minimierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, beginnend beim Bau der Anlage bis hin zur Auswahl des Fuhrparkes und der Intralogistik, werden als Maßnahmen für die Zukunft angestrebt.
- Der Wunsch nach Unabhängigkeit von derzeitigen Energieanbietern bis hin zu autarken **CO<sub>2</sub>-neutralem Logistikzentren** zur Senkung stets steigender Energiekosten ist ebenso gewichtig. Die Anbringung einer eigenen Solar- und Photovoltaikanlage für die Stromerzeugung und Warmwasseraufbereitung sowie Nahwärmetechnologie bzw. solarthermische Anlagen für Heizung stehen hier im Fokus. Die Nutzung vorhandener und erneuerbarer Rohstoffe bzw. die Nutzung kostenloser Sonnenenergie und Erdwärme wird mit der Ausreifung der Technologien in Zukunft immer mehr Anwendung finden.
- Ein weiterer Trend ist der Austausch bestehender Beleuchtung gegen **energiesparende LED-Beleuchtung**, die Anbringung von Bewegungsmeldern in Kombination mit tageslichtgesteuerter Beleuchtungsregelung und hellen Boden- und Wandflächen.
- In Bezug auf die Gebäudehülle lässt sich ein eindeutiger Trend zur verbesserten **Gebäudeisolierung** und **Fensteroptimierung** erkennen, was ein gesteigertes Anstreben einer Reduzierung der Heizungs- Lüftungs- und Klimakosten impliziert. Dieser Trend ist aber differenziert zu betrachten, da mit steigendem Automatisierungsgrad in den Logistikzentren die Mitarbeiteranzahl sinkt und dies eine Verringerung der Heizungs-, Lüftungs- und Klimakosten nach sich zieht.

- Trends im Bereich der **Intralogistik** sind besonders in der Regalbedientechnik und dem Fuhrpark angesiedelt. Dabei kommt vermehrt der Einsatz von Hybrid- und Alternativantrieben im Flurförderbereich, Start-Stopp-Automatik zur Nutzung von Bremsenergien, Shuttletechnologie mit reduziertem Fahrwiderstand in der Regallagertechnik, sowie Pick-Location-Optimierung und Online-Monitoring zur Anwendung.
- Weiters zeigt sich, dass die Verwendung **nachhaltiger Mehrwegverpackungen** und biologisch abbaubarer Einwegverpackungen in den nächsten Jahren den Standard bilden sollen.
- Ein weiterer Trend kann im Personalwesen verzeichnet werden. Zunehmend wird auch **Schulungen und Weiterbildungen**, um auch den Mitarbeitern eine nachhaltige Handlungsweise näherzubringen, größere Bedeutung zuteil. Der sparsame Umgang mit Ressourcen, die Vermeidung von Abfall und Schulungen im Energiemanagement dienen hier als Grundlage von nachhaltigem Denken.

## 6.2 Conclusio

Die im Vorfeld durchgeführte Literaturrecherche zeigte auf, dass die vorhandenen Informationen im Bereich Nachhaltigkeit in der Logistik sehr oberflächlich sind und nur wenige Details preisgeben. Eine Ableitung von Trends wird kaum zugelassen. Aus diesem Grund wurde eine Unternehmensbefragung durchgeführt, mit der Detailinformationen gewonnen werden konnten.

Aus der Befragung der 24 Unternehmen ging hervor, dass grundsätzlich ein großes Interesse an Nachhaltigkeit in der Logistik besteht. Den meisten Unternehmen ist auch bewusst, dass eine zukünftige Weiterentwicklung der Logistikzentren untrennbar mit nachhaltigen Handlungsweisen verbunden ist. Die Bereitschaft zur Umsetzung nachhaltiger Maßnahmen ist zweifelsohne spürbar, der Weg zu einer tatsächlichen Verwirklichung aller Schritte wird jedoch noch einige Zeit in Anspruch nehmen. Insbesondere die Unabhängigkeit von den steigenden Energiepreisen und noch strengere gesetzliche Bestimmungen für nachhaltiges Bauen, sind Gründe für eine Umsetzung der Maßnahmen. Häufig nannten Unternehmen Investitionskosten als Grund, weshalb sich eine Umsetzung einzelner Maßnahmen verzögere. Zudem fehlt es Öfteren das Bewusstsein für die Signifikanz einer langfristigen Investition in eine nachhaltige Entwicklung, was zu einer Investitionshemmung auf Unternehmensseite führt. So waren die meisten genannten nachhaltigen Maßnahmen zwar bekannt, die Umsetzungsrate allerdings durchwegs niedrig. Dies wurde mit fehlendem Know-How und nicht ausgereiften Lösungen am Markt begründet.

In den meisten Bereichen, die mithilfe des Fragebogens untersucht wurden, besteht noch erhebliches Verbesserungspotential. Dennoch werden in den zukünftigen Plänen der Unternehmen viele der Maßnahmen zur Umsetzung eines nachhaltigen Logistikzentrums bereits berücksichtigt. Bei neueren Logistikzentren ist allerdings zu erkennen, dass ein nachhaltiger Logistikprozess von Anfang an in die Planung miteinbezogen wurde und einige der Maßnahmen auch umgesetzt wurden.

Abschließend kann gesagt werden, dass sowohl nationale als auch internationale Unternehmen ein immer größeres Bewusstsein gegenüber der Umwelt und Bevölkerung entwickeln und ihre Unternehmen Prozesse und Strategien dahingehend ausrichten. Daher ist eine nachhaltige Energiepolitik von zentraler Bedeutung, um die Nachhaltigkeit in Logistikzentren zu forcieren.

## 7 Verzeichnisse

### 7.1 Literaturverzeichnis

- [ARN06] Arnold, Dieter: *Intralogistik – Potentiale, Perspektiven, Prognosen*. Springer Verlag, 2006. – ISBN 978-3-540-29657-7.
- [AUG11] Augustin, Harald: *Lagergestaltungsmethodik für das Green-Warehousing*, in: Schenk, Zadek, Müller, Richter, Seidel (Hrsg.): Tagungsband 16. Magdeburger Logistiktage Sichere und Nachhaltige Logistik, 2011.
- [BBC05] Berger, Helmut; Bachmann, Gerald; Cremer, Peter et al.: *Energieeffiziente Technologien und effizienzsteigernde Maßnahmen*. Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2005. - ISBN 3-85457-769-9.
- [BB12] Bretzke, Wolf-Rüdiger; Barkawi, Karim: *Nachhaltige Logistik - Antworten auf eine globale Herausforderung*. 2. Auflage, Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2012. ISBN 978-3-642-29369-6.
- [BL12] Bogdanski, Ralf; Link, Daniel: *Grüne Logistik, Entwicklung, Definition und Umsetzung am Beispiel „Grüne Logistik Nürnberg“*. Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg, 2012, S.81 – 88. URL [https://www.th-nuernberg.de/fileadmin/Fachbereiche/bw/studienschwerpunkte/betriebswirtschaft/bachelor/umweltmanagement/Publikation\\_zum\\_Symposium/Beitraege/10\\_Bogdanski-Link.pdf](https://www.th-nuernberg.de/fileadmin/Fachbereiche/bw/studienschwerpunkte/betriebswirtschaft/bachelor/umweltmanagement/Publikation_zum_Symposium/Beitraege/10_Bogdanski-Link.pdf) – Abrufdatum: 23.04.2014.
- [BME09] BME – Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V.: *Green-Logistics – hohe Bedeutung auch in Krisenzeiten*, URL <http://www.bme.de/fileadmin/bilder/PDF/AuswertungGreenLog.pdf> – Abrufdatum: 26.07.2014.
- [BOG10] Bogdanski, Ralf et al. : *Kaleidoskop der Grünen Logistik in der Metropolregion Nürnberg*. URL <http://www.ihk-nuernberg.de/nbg/media/PDF/Standortpolitik-und-Unternehmensfoerderung/Verkehr/EMN-Kaleidoskop-der-Gruenen-Logistik.pdf> – Abrufdatum: 12.08.2014.

- [BOP10] Boppert, Julia: *Change to Green - Status Quo und Perspektiven für nachhaltige Logistik und Geschäftsprozesse*, URL [http://www.logistik-heute.de/sites/default/files/logistik-heute/fachforen/green\\_logistics\\_2010\\_10\\_boppert\\_pdf\\_15653.pdf](http://www.logistik-heute.de/sites/default/files/logistik-heute/fachforen/green_logistics_2010_10_boppert_pdf_15653.pdf) – Abrufdatum: 24.07.2014.
- [BTC09] Balkan, Cetinkaya: *Definition "Grüne" Logistik / Green Logistics / ökologisch nachhaltige Logistik*. URL <http://www.gruenelogistik.blogspot.co.at/2009/04/definition-grune-logistik.html> - Abrufdatum: 11.08.2014.
- [BUN07] Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Hrsg.): *TRIGOS - CSR rechnet sich*. URL [http://www.nachhaltigwirtschaften.at/fdz\\_pdf/endbericht\\_0710\\_trigos.pdf](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/fdz_pdf/endbericht_0710_trigos.pdf) - Abrufdatum: 25.06.2014
- [BUN13] Bundeskanzler Willy Brandt Stiftung (Hrsg.): *Das Überleben sichern - Die Einleitung zum Nord-Süd-Bericht*. In: Schriftenreihe, Heft 25, 2013, ISBN 978-3-933090-24-9.
- [DGC14] Deutsche Gesellschaft CLUB OF ROME (Hrsg.): *Club of Rome*. URL <http://www.clubofrome.de/> - Abrufdatum: 10.06.2014.
- [CLE07] Clemen, Heinz: *Energienutzung und Klimawandel*. URL [http://www.pit.physik.uni-tuebingen.de/studium/generale/ss07/energie\\_klima/](http://www.pit.physik.uni-tuebingen.de/studium/generale/ss07/energie_klima/) - Abrufdatum: 30.05.2012.
- [DEU04] Deutscher Bundestag (Hrsg): *Nachhaltigkeit*. Nr. 06/2004. URL [http://webarchiv.bundestag.de/archive/2008/0506/wissen/analysen/2004/2004\\_04\\_06.pdf](http://webarchiv.bundestag.de/archive/2008/0506/wissen/analysen/2004/2004_04_06.pdf) - Abrufdatum: 10.06.2014.
- [DOH11] Doherty, Kathy: *Green Giant*. URL <http://www.foodlogistics.com/article/10241156/green-giant> - Abrufdatum: 27.07.2014.
- [DUK11] 2° – Deutsche Unternehmer für Klimaschutz (Hrsg): *Klimaschutz liefern - Logistikprozesse klimafreundlich gestalten*. URL <http://www.green-logistics->

network.info/images/stories/Download/2grad-bericht\_kurzstudie-des-fraunhofer\_uml.pdf - Abrufdatum 23.06.2014.

- [ECO11] Ecoglobe (Hrsg.): *Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung*. URL <http://www.ecoglobe.ch/sustain/d/index.htm> – Abrufdatum: 19.02.2014.
- [EHR97] Ehrmann, Harald: *Logistik. Kompendium der praktischen Betriebswirtschaft*. Kheel, 1997, ISBN 3470475911.
- [ENQ98] Enquete-Kommission (Hrsg.): *Schutz des Menschen und der Umwelt, Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung*. Deutscher Bundestag – 13.Wahlperiode, 1998, Drucksache 13/11200.
- [ENQ02] Enquete-Kommission (Hrsg.): *Schlussbericht Globalisierung der Weltwirtschaft – Herausforderungen und Antworten*. Deutscher Bundestag – 14.Wahlperiode, 2002, Drucksache 14/9200.
- [ESB10] Elbert, Ralf; Straube, Frank; Borkowski, Stefan; Nagel, Arnfried: *New „Green“ Deal: Perspektiven ökologisch nachhaltiger Logistiknetzwerke*. In: Wolf-Kluthausen, H. (Hrsg.): *Jahrbuch Logistik 2010*. Korschbroich, S. 12-18.
- [EUR01] Europäische Kommission (Hrsg.): *Grünbuch – Europäische Rahmenbedingungen für die soziale Verantwortung der Unternehmen*. Brüssel, 2001.
- [FAL13] Fraunhofer Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme (Hrsg.): *„Grüne“ Logistik – Modethema oder Nachhaltigkeit? Unternehmensbefragung zu „Green Logistics – nachhaltige und umweltschonende Logistik“*. URL [http://logistiknetz-bb.de/fileadmin/login/bilder/dokumente/ALI\\_Unternehmensbefragung\\_GreenLogistics.pdf](http://logistiknetz-bb.de/fileadmin/login/bilder/dokumente/ALI_Unternehmensbefragung_GreenLogistics.pdf) – Abrufdatum: 24.06.2014.
- [FRA11] Fraunhofer – Institut für Materialfluss und Logistik IML (Hrsg.): *Die Logistik wird grün!* URL [http://www.uml.fraunhofer.de/de/themengebiete/umwelt\\_ressourcenlogistik/umwelt\\_ressourcen/Green\\_Logistics.html](http://www.uml.fraunhofer.de/de/themengebiete/umwelt_ressourcenlogistik/umwelt_ressourcen/Green_Logistics.html) - Abrufdatum: 15.02.2014.

- [FRA14] Fraunhofer – Institut für Materialfluss und Logistik IML: *Vier Optimierungsbereiche für Green Logistics*. URL [http://www.iml.fraunhofer.de/de/themengebiete/umwelt\\_ressourcenlogistik/umwelt\\_ressourcen/Green\\_Logistics.html](http://www.iml.fraunhofer.de/de/themengebiete/umwelt_ressourcenlogistik/umwelt_ressourcen/Green_Logistics.html) - Abrufdatum: 30.06.2014.
- [FLI05] Flick Uwe: *Qualitative Sozialforschung – Eine Einführung*, 3. Aufl., Rowohlt Tb Verlag, Reinbek bei Hamburg, 2005. - ISBN 978-3-499-55694-4.
- [GHFV13] Günther, Willibald, A; Hausladen, Gerhard; Freis, Julia; Vohlidka, Philipp: *Das CO<sub>2</sub>-neutrale Logistikzentrum - Entwicklung von ganzheitlichen Handlungsempfehlungen für energieeffiziente Logistikzentren - Ergebnisse Online-Umfrage: Energieeffizienz-Benchmarking für Logistikzentren Garching, Juli 2013*. URL [http://www.fml.mw.tum.de/fml/images/Forschung/Das%20CO2-neutrale%20Logistikzentrum/Umfrage\\_Energieeffizienzbenchmarking\\_Logistikzentren.pdf](http://www.fml.mw.tum.de/fml/images/Forschung/Das%20CO2-neutrale%20Logistikzentrum/Umfrage_Energieeffizienzbenchmarking_Logistikzentren.pdf) - Abrufdatum: 25.06.2012
- [GHFV14] Günther, Willibald, A; Hausladen, Gerhard; Freis, Julia; Vohlidka, Philipp: *Das CO<sub>2</sub>-neutrale Logistikzentrum – Entwicklung von ganzheitlichen Handlungsempfehlungen für energieeffiziente Logistikzentren*, fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, München, 2014. - ISBN 978-3-941702-37-0.
- [GAB14] Gabler Wirtschaftslexikon (Hrsg.): *Logistik*. Springer Gabler Verlag, URL <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/55886/logistik-v9.html> - Abrufdatum 26.08.2014.
- [GEB10] Gebhardt Fördertechnik GmbH (Hrsg.): *Blue Competence - Energieeffiziente Förder- und Lagertechnik*. URL <http://www.gebhardt-foerdertechnik.de/loesungen/energieeffizienz.html> – Abrufdatum: 24.09.2014.
- [GK06] Grunwald, Armin; Kopfmüller, Jürgen: *Nachhaltigkeit*. Frankfurt/Main: Campus, 2006. - ISBN 3593379783
- [GOO14] Goodman Logistics (Hrsg.): *Sustainability case study: Goodman Logistics Center Oakland*. URL <http://us.goodman.com/sustainability/case-study/goodman-logistics-center-oakland> - Abrufdatum: 27.07.2014.

- [GÖP09] Göpfert, Ingrid: *Die Anwendung der Zukunftsforschung für Logistik*. In: *Logistik der Zukunft - Logistics for the future*. 5., aktualisierte und überarbeitete Auflage Wiesbaden, 2009, S. 39–87. – ISBN 978-3-8349-1085-1.
- [GUD12] Gudehus, Timm: *Logistik1 – Grundlagen, Verfahren und Strategien*. Springer Verlag, Hamburg, 2012. - ISBN 978-3-642-29358-0.
- [GÜN09] Günther, Willibald, A; *Change to Green - Wege zu einer energieeffizienten Logistik*, URL  
<http://www.fml.mw.tum.de/fml/images/Publikationen/Change%20to%20Green%20-%20Wege%20zu%20einer%20energieeffizienten%20Logistik%20Vortrag.pdf>  
– Abrufdatum:25.06.2014
- [GT09] Günthner Willibald A., Tenerowicz Peter: *Wege zu einer energieeffizienten Intralogistik*, Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss Logistik (fml); TU München, In: *Brauwelt*, Ausgabe 27/2009, ISSN 0724-696X, 2009, S. 773-775.
- [GTG09] Günthner, Willibald A.; Tenerowicz, Peter; Galka, Stefan: *Roadmap für eine nachhaltige Intralogistik*. URL  
[http://www.ml.ovgu.de/ml\\_media/presentationen/p\\_+tenerowicz+\\_+Roadmap+f%C3%BCr+eine+nachhaltige+Intralogistik.pdf](http://www.ml.ovgu.de/ml_media/presentationen/p_+tenerowicz+_+Roadmap+f%C3%BCr+eine+nachhaltige+Intralogistik.pdf) – Abrufdatum: 25.06.2014
- [GW11] Gregori, Gerald; Wimmer, Thomas: *Grünbuch der nachhaltigen Logistik. Handbuch für die ressourcenschonende Gestaltung logistischer Prozesse*. Eigenverlag der Bundesvereinigung Logistik (BVL) Österreich. Wien, Bremen, 2011, ISBN 3200021462.
- [HAU87] Hauff, Volker: *Unsere gemeinsame Zukunft, Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*. Greven: Eggenkamp Verlag, 1987. – ISBN 3-923166-16-1.
- [HB04] Herkommer, Erwin; Bartol, Anre: *Nachhaltigkeit*. In: DER AKTUELLE BEGRIFF – WISSENSCHAFTLICHE DIENSTE DES DEUTSCHEN BUNDESTAGES Nr. 06/2004, S.2. URL

- [http://webarchiv.bundestag.de/archive/2008/0506/wissen/analysen/2004/2004\\_04\\_06.pdf](http://webarchiv.bundestag.de/archive/2008/0506/wissen/analysen/2004/2004_04_06.pdf) – Abrufdatum: 09.02.2014.
- [HEI03] Heinrich Böll Foundation: *World Summit on Sustainable Development (WSSD)*, 2003, URL <http://www.worldsummit2002.org/> - Abrufdatum: 12.06.2014.
- [KB01] Kotler, Philip; Bliemel, Friedhelm: *Marketing Management*, 10. Aufl., Schäffer-Poeschel Verlag, München, 2001. – ISBN 978-3-7910-1689-4.
- [KOC12] Koch, Susanne: *Logistik – Eine Einführung in Ökonomie und Nachhaltigkeit*. Springer Verlag, Frankfurt, 2012. - ISBN 978-3-642-15288-7.
- [LEA14] Lexikon der Nachhaltigkeit: *Agenda 21*. URL [http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/agenda\\_21\\_744.htm](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/agenda_21_744.htm) - Abrufdatum: 12.06.2014.
- [LEE14] Lexikon der Nachhaltigkeit: *EU-Nachhaltigkeitsstrategie 2001*. URL [http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltigkeitsstrategie\\_815.htm#](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltigkeitsstrategie_815.htm#) - Abrufdatum: 12.06.2014.
- [LEN14] Lexikon der Nachhaltigkeit: *Nachhaltigkeit*. URL [http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/geschichte\\_10/nachhaltigkeit\\_1398.htm#](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/geschichte_10/nachhaltigkeit_1398.htm#) - Abrufdatum: 12.06.2014.
- [LEC14] Lexikon der Nachhaltigkeit: *CO2 Fußabdruck*. URL [http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/co2\\_fussabdruck\\_1568.htm#](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/co2_fussabdruck_1568.htm#) - Abrufdatum: 28.11.2014.
- [LOG10] logistikjournal (Hrsg.): *Gazeley übergibt grüne Halle an Yves Rocher - Neues Logistik- und Versandzentrum im französischen Sainte-Marie-de-Redon*. URL <http://www.logistik-journal.de/index.cfm?pid=1667&pk=90576#.U9jXR2NqCZQ> – Abrufdatum: 25.06.2014.
- [LOG14] Logistik Baden-Württemberg (Hrsg.): *Grundlagen, Herausforderungen, Innovationen*. Logistik-Netzwerk Baden-Württemberg, 2014. - ISBN 978-3-00-045562-9.

- [LOR13] L'Oréal (Hrsg.): *Sharing Beauty With All - L'Oréal sustainability commitment for 2020*. URL <http://www.loreal.com/press-releases/loreal-announces-its-new-sustainability-commitment-for-2020-sharing-beauty-with-all.aspx?mediaType=cp&returnPage=?parentCategory=&groupBy=&type=cp&startDate=1900-01-01&endDate=2099-12-31&keyword=&cat=&returnTopcode=&sort=> - Abrufdatum: 23.06.2014.
- [LSH10] Lohre, Dirk; Herschlein, Steffen: *Grüne Logistik* URL [http://www.btlbb.de/fileadmin/login/bilder/dokumente/1001\\_INVL\\_Studie\\_Gruene\\_Logistik.pdf](http://www.btlbb.de/fileadmin/login/bilder/dokumente/1001_INVL_Studie_Gruene_Logistik.pdf) - Abrufdatum: 25.08.2014.
- [MÜL13] Müller, Josef: *Der Leuchtturm ist in Betrieb – Schachinger setzt bei seinem neuesten Distributionszentrum voll auf die Karte Nachhaltigkeit*. In: *Internationale Transportzeitschrift*, 49 – 52 (2013), S.29-30.
- [MYN12] Mynewsdesk GmbH (Hrsg.): *DEICHMANN errichtet Distributionszentrum in Monsheim*. URL <http://www.themenportal.de/unternehmen/deichmann-errichtet-distributionszentrum-in-monsheim-15336> - Abrufdatum: 26.07.2014.
- [MU07] Maak, Thomas; Ulrich, Peter: *Integre Unternehmensführung. Ethisches Orientierungswissen für die Praxis*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2007. - ISBN 3-791026-85-2.
- [MCK10] McKinnon, Alan C.: *Environmental sustainability. A new priority for logistics managers*. In: McKinnon, Alan C.; Cullinane, Sharon; Browne, Michael; Whiteing, Anthony (Hrsg.): *Green logistics. Improving the environmental sustainability of logistics*. London, 2010, S. 3–30.
- [MÜL09] Müller, Stefanie: *Entdeckungsreise in die Logistik: Auf den Spuren mehrerer Jahrzehnte Forschung*. In: Müller, Stefanie; Roth, Angela; Schmidt, Norbert (Hrsg.): *Märkte, Anwendungsfelder und Technologien in der Logistik. Ergebnisse und Reflexion von 20 Jahren Logistikforschung*. 1. Aufl. Wiesbaden, 2009, S. 3–22.
- [MA09] Mao, Huiyuan; Ai, Yunfeng: *Enterprise Social Responsibility and Enterprise Sustainable Development*. In: *Journal of Sustainable Development*, 2(1) (2009), S. 192-195. - ISSN 1913-9063 (Print) - ISSN 1913-9071 (Online).

- [MAY08] Mayer H.: *Interview und schriftliche Befragung – Entwicklung, Ausführung, Auswertung*, 4. Auflage, Oldenburg Wissenschaftsverlag, München, 2008. – ISBN 978-3-486-58122-5.
- [NAG12] Nagel, Arnfried: *Logistik im Kontext der Nachhaltigkeit: ökologische Nachhaltigkeit als Zielgröße bei der Gestaltung logistischer Netzwerke*. Universitätsverlag TU Berlin, Berlin, 2012. - ISBN 978-3-7983-2383-4.
- [NIN97] Ninck, Mathias: *Zauberwort Nachhaltigkeit*. Zürich: vdf Hochschulverlag AG, 1997. - ISBN 3-7281-2341-2.
- [PRO13] PROLOGIS (Hrsg.): *Sustainable Logistics Center in Southwest France*. URL [http://www.prologis.com/docs/stories/Prologis\\_CS\\_Europe\\_RipCurl.pdf](http://www.prologis.com/docs/stories/Prologis_CS_Europe_RipCurl.pdf) – Abrufdatum: 25.07.2014
- [PFE13] pfenning logistics (Hrsg.): *Nachhaltige Logistikimmobilien Europas Nr. 1: multicube rhein-neckar*. URL [http://www.logbw.de/wp-content/uploads/131010\\_Vortrag\\_WSIntra\\_Nitzinger.pdf](http://www.logbw.de/wp-content/uploads/131010_Vortrag_WSIntra_Nitzinger.pdf) – Abrufdatum: 26.07.2014.
- [RAT10] Rat für nachhaltige Entwicklung (Hrsg.): *Rio+20: Folgekonferenz zum Erdgipfel von 1992 kommt*. 2010, URL <http://www.nachhaltigkeitsrat.de/index.php?id=5168> - Abrufdatum: 12.06.2014.
- [RAU10] Rausch, Karl-Friedrich et al.: *Grüne Logistik. Handlungsfelder und -strategien für Logistikdienstleister am Beispiel von DB Schenker*. In: Schönberger, Robert; Elbert, Ralf (Hrsg.): *Dimensionen der Logistik. Funktionen, Institutionen und Handlungsebenen*. 1. Aufl. Wiesbaden, 2010, S. 681–707.
- [RHE14] Rhenus Logistics (Hrsg.) : *Nachhaltigkeit und umweltfreundliche Kundenlösungen*. URL [www.de.rhenus.com/ueber-uns/das-unternehmen/wir-ueber-uns/nachhaltigkeit.html](http://www.de.rhenus.com/ueber-uns/das-unternehmen/wir-ueber-uns/nachhaltigkeit.html) - Abrufdatum: 28.07.2014.
- [SIC14] SICK AG (Hrsg.): *Presseinformation - Spatenstich für das Distributionszentrum der SICK AG an der Gerbermatte in Buchholzam 28. April 2014*. URL

- <http://www.regiotrends.de/media/2014/04/1398702423.5647.pdf> – Abrufdatum: 27.07.2014.
- [SP06] Steiner, Gerald; Posch, Alfred: *Higher education for sustainability by means of transdisciplinary case studies: an innovative approach for solving complex, real-world problems*. In: *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11), 2006, S.877-890.
- [STA00] Stangl, Werner: *Das qualitative Interview*, Linz, in: <http://arbeitsblaetter.stangltaller.at/FORSCHUNGSMETHODEN/Interview.shtml> – Abrufdatum 18.08.2014.
- [STA14] Statista GmbH (Hrsg.): *Höhe der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland 1990 – 2013* URL <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/76558/umfrage/entwicklung-der-treibhausgas-emissionen-in-deutschland/> – Abrufdatum: 04.12.2014.
- [TEC10] TECHNOMAR GMBH Gesellschaft für Investitionsgütermarktforschung und Unternehmensberatung mbH (Hrsg.): *Green Logistics - Lösungsansätze, Potentiale und Vertriebsstrategien in Deutschland*, URL <http://www.integral.de/content/Aktuelles/T52909AngebotGreenLogistics.pdf> – Abrufdatum: 23.07.2014.
- [TEN11] Ten Hompel, Michael: *Sinn und Unsinn grüner Intralogistik*. In: Vortrag auf LogiMAT Forum Stuttgart, 2011. URL [www.logistik-heute.de/sites/default/files/logistik-heute/fachforen/einf\\_hrung\\_sinn\\_und\\_unsinn\\_gr\\_ner\\_intralogisti\\_19384.pdf](http://www.logistik-heute.de/sites/default/files/logistik-heute/fachforen/einf_hrung_sinn_und_unsinn_gr_ner_intralogisti_19384.pdf) - Abrufdatum: 25.07.2014
- [TÖP13] Töpfer, Frieder: *Effizienzgewinne durch nachhaltige Gebäude- und Materialflusstechnik – Methoden, Umsetzung, Best Practice*. In: Präsentation 7. LogBW-Expertenworkshop, Mannheim, 2013. URL [http://www.logbw.de/wp-content/uploads/131010\\_Vortrag\\_WSIntra\\_Toepfer.pdf](http://www.logbw.de/wp-content/uploads/131010_Vortrag_WSIntra_Toepfer.pdf) – Abrufdatum: 23.06.2014.
- [TSN07] ten Hompel, Michael; Schmidt, Thorsten; Nagel, Lars: *Materialflusssysteme – Förder- und Lagertechnik*. Berlin/Heidelberg/New York: Springer, 2007. - ISBN 978-3-540-73235-8.

- [TUM14] TU München - Lehrstuhl Fördertechnik Materialfluss Logistik (Hrsg.): *Materialfluss*. URL [http://www.fml.mw.tum.de/fml/index.php?Set\\_ID=945&letter=M&title=Materialfluss](http://www.fml.mw.tum.de/fml/index.php?Set_ID=945&letter=M&title=Materialfluss) – Abrufdatum 29.07.2014.
- [UMW12] Umweltbundesamt (Hrsg.): *Klimaschutzbericht 2012* URL <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0391.pdf> – Abrufdatum: 04.12.2014.
- [UMW14] Umweltbundesamt (Hrsg.): *Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien*. URL <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/anteile-der-erneuerbaren-energietraeger> - Abrufdatum: 29.09.2014.
- [UMB14] Umweltbundesamt (Hrsg.): *Wärmerzeugung aus erneuerbaren Energien*. URL <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/anteile-der-erneuerbaren-energietraeger> - Abrufdatum: 29.09.2014.
- [VOS12] Vos Logistics (Hrsg.): *Sustainable Logistics Centre in Roosendaal, We dare to care*. URL [http://www.voslogistics.com/News%20and%20Information/News/Sustainable%20Logistics%20Centre%20in%20Roosendaal,%20We%20dare%20to%20care./\\$id3513](http://www.voslogistics.com/News%20and%20Information/News/Sustainable%20Logistics%20Centre%20in%20Roosendaal,%20We%20dare%20to%20care./$id3513) – Abrufdatum: 26.07.2014.
- [WAL13] Walmart Canada (Hrsg.): *Walmart Canada opens its first sustainable distribution centre*. URL <http://walmartcanada.ca/pages/Press%20Releases/Article/169/188/35> – Abrufdatum: 27.07.2014.
- [WIL13] Wilcke, Nicolas von: *LED-Best Practice als CO<sub>2</sub>- und Kostenkiller in der Logistik*, LogReal.direkt. Ausgabe 2/2013. - ISSN 2194-9948.
- [WIR13] Wirtschaftsverband 100 Prozent Erneuerbare Energien (Hrsg.): *Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit*. URL <http://www.wee100prozent.de/wp-content/uploads/2013/07/CO2-Emissionen-weltweit-1990-2011.jpg> – Abrufdatum: 04.12.2014.

- [WK90] Weber, Jürgen; Kummer, Sebastian: *Aspekte des Betriebswirtschaftlichen Managements der Logistik*. In: DWB 50, 1990, S.775–787.
- [ZAD11] Zadek, Hartmut: *Nachhaltigkeit von Logistikzentren – Emissionsbewertung – Ressourcenschonung – Energieeffizienz*. URL [http://www.logistik-heute.de/sites/default/files/logistik-heute/fachforen/cemat2011\\_lh\\_forum\\_zadek\\_pdf\\_99754.pdf](http://www.logistik-heute.de/sites/default/files/logistik-heute/fachforen/cemat2011_lh_forum_zadek_pdf_99754.pdf) – Abrufdatum: 25.07.2014.

## 7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen weltweit ([WIR13]).....	9
Abbildung 2: Höhe der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland 1990 – 2013 ([STA13]) .....	10
Abbildung 3: Verlauf der österr. Treibhausgas-Emissionen 1990 – 2012 ([UMW12], Abb.1, S.18) .....	10
Abbildung 4: Bereiche eines Logistikzentrums (nach [GHFV14], Abb.4.11, S.23) .....	11
Abbildung 5: Aufbau der Masterarbeit „Studie zur Nachhaltigkeit in der Logistik“ .....	13
Abbildung 6: Vorgehensweise zur Datenerhebung Masterarbeit .....	14
Abbildung 7: Entwicklung der Logistik (nach [KOC12], Abb. 1.4, S.7) .....	19
Abbildung 8: Innovationen in der Logistik (nach [ARN06], Abb.1, S.45f).....	20
Abbildung 9: Aufgabenfelder der Logistik (nach [TUM14]) .....	21
Abbildung 10: Erschließung von Potenzialen in der Intralogistik (nach [ARN06], Abb.2, S.27) .....	25
Abbildung 11: Die drei Säulen der Nachhaltigkeit (nach [ECO11]) .....	27
Abbildung 12: Grüne Logistik: Treiber – Anforderungen – Aktivitäten (nach [RAU10], S.688ff) .....	35
Abbildung 13: Stand der Forschung - Literaturrecherche.....	40
Abbildung 14: Energieverbrauch - Gesamtlösungsansatz im Logistikzentrum (nach. [GEB10]) .....	52
Abbildung 15: Aufteilung Energieverbrauch in einen Logistikzentrum.....	52
Abbildung 16: Entwicklung Strombereitstellung aus erneuerbarer Energie (nach [UMW14]).....	53
Abbildung 17: Entwicklung Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energiequellen (nach [UMB14]).....	54
Abbildung 18: Grafische Darstellung der Rücklaufquote des Fragebogens .....	60
Abbildung 19: Gliederung des Fragebogens.....	61
Abbildung 20: Unternehmensbefragung: Frage 1 .....	61
Abbildung 21: Unternehmensbefragung: Frage 2 .....	62
Abbildung 22: Unternehmensbefragung: Frage 3 .....	62
Abbildung 23: Unternehmensbefragung: Frage 4 .....	62
Abbildung 24: Unternehmensbefragung: Frage 5 .....	63
Abbildung 25: Unternehmensbefragung: Frage 6 .....	63
Abbildung 26: Unternehmensbefragung: Frage 7 .....	63
Abbildung 27: Unternehmensbefragung: Frage 8 .....	63

Abbildung 28: Unternehmensbefragung: Frage 9 .....	64
Abbildung 29: Unternehmensbefragung: Frage 10 .....	64
Abbildung 30: Unternehmensbefragung: Frage 11 .....	64
Abbildung 31: Unternehmensbefragung: Frage 12 .....	65
Abbildung 32: Unternehmensbefragung: Frage 13 .....	66
Abbildung 33: Unternehmensbefragung: Frage 14 .....	66
Abbildung 34: Unternehmensbefragung: Frage 15 .....	67
Abbildung 35: Unternehmensbefragung: Frage 16 .....	68
Abbildung 36: Unternehmensbefragung: Frage 17 .....	68
Abbildung 37: Unternehmensbefragung: Frage 18-1 .....	69
Abbildung 38: Unternehmensbefragung: Frage 18-2 .....	69
Abbildung 39: Unternehmensbefragung: Frage 19 .....	70
Abbildung 40: Ergebnis Frage 1 .....	71
Abbildung 41: Ergebnis Frage 2 .....	72
Abbildung 42: Ergebnis Frage 3 .....	73
Abbildung 43: Ergebnis Frage 4 .....	73
Abbildung 44: Ergebnis Frage 5 .....	74
Abbildung 45: Ergebnis Frage 6 .....	74
Abbildung 46: Ergebnis Frage 7 .....	75
Abbildung 47: Ergebnis Frage 8 .....	75
Abbildung 48: Ergebnis Frage 9 .....	76
Abbildung 49: Ergebnis Frage 10 .....	77
Abbildung 50: Ergebnis Frage 11 .....	77
Abbildung 51: Ergebnis Frage 12 .....	78
Abbildung 52: Ergebnis Frage 12 .....	79
Abbildung 53: Ergebnis Frage 13 .....	80
Abbildung 54: Ergebnis Frage 14 .....	81
Abbildung 55: Ergebnis Frage 15 .....	82
Abbildung 56: Ergebnis Frage 15 .....	83
Abbildung 57: Ergebnis Frage 16 .....	84
Abbildung 58: Ergebnis Frage 17 .....	85
Abbildung 59: Ergebnis Frage 17 .....	86
Abbildung 60: Ergebnis Frage 18 .....	87
Abbildung 61: Ergebnis Frage 18 .....	88
Abbildung 62: Ergebnis Frage 18 .....	89
Abbildung 63: Umsetzungsgrad von nachhaltigen Maßnahmen in Logistikzentren .....	94

## **8 Anhang**

Nachfolgend werden Zusatzinformationen zu der Masterarbeit bereitgestellt.

### **8.1 Anhang 1 – Veröffentlichter Kurztex**

Publizierte Kurzfassung der Arbeit aus dem TUG-online – System in deutscher und englischer Sprache.

#### **8.1.1 Veröffentlichter Kurztex in Deutsch**

Steigende Rohstoff- und Energiepreise, wachsender CO<sub>2</sub>-Ausstoß, umweltpolitische Reglementierungen sowie Klimadebatten führen zu einem Umdenken und stellen Unternehmen vor neue Herausforderungen im Bereich der Distributionslogistik. Das Bedürfnis ist, das gesamte Logistikzentrum nachhaltiger und „grüner“ zu gestalten, weil steigende Energiekosten und damit verbundene anwachsende Belastung der Umwelt zu einem immer größeren Problem werden. Nachhaltigkeit in der Lagerlogistik meint vor allem, dass Ressourcen effizient genutzt werden und Energie eingespart wird. Dies bedeutet, dass der gesamte Logistikprozess in den Bereichen Gebäudehülle, Haustechnik, Energieversorgung und Intralogistik optimiert werden muss. Die vorliegende Masterarbeit befasst sich mit der Aussage, dass Logistikzentren sich zu einer „grünen“ und „nachhaltigen“ Logistik entwickeln und dieser Trend sich, aufgrund von politischen, betriebswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Forderungen, als dauerhafte Lösung anbietet. Durch eine vorab durchgeführte Literaturrecherche wurde der Stand der Forschung dargelegt, um einen Überblick zu erlangen und das Problemfeld abzugrenzen. Hauptaugenmerk dieser Arbeit war es, Logistikzentren von nationalen und internationalen Unternehmen auf deren Energieeffizienz hin zu untersuchen. Mithilfe eines Fragebogens wurde eine Unternehmensbefragung durchgeführt. Diese soll einen Ausblick über aktuelle Bemühungen und zukünftige Vorhaben hinsichtlich der nachhaltigen Gestaltung von Logistikzentren liefern. Im Speziellen bezieht sich dies auf die Themen Ressourcenschonung, Energieeinsparung und Verwendung von alternativen Energiequellen. Darüber hinaus sollen Pläne zur Effizienzsteigerung, etwaige Einsparungspotenziale und Zukunftstrends aufgezeigt werden. Zusammengefasst wurde durch die Befragung ersichtlich, dass für die meisten befragten Unternehmen das Thema Nachhaltigkeit bzw. „Grüne“ Logistik einen wichtigen Stellenwert in ihrer Unternehmenspolitik hat. Die Umsetzung der nachhaltigen Maßnahmen wird jedoch durch den finanziellen Aufwand noch gebremst.

### **8.1.2 Veröffentlichter Kurzttext in Englisch**

Rising commodity and energy prices, increasing CO<sub>2</sub> emissions, environmental regulations and climate debates make companies rethink their methods and give them new challenges in the area of distribution logistics. It is essential to make the entire logistics center more sustainable and "green", since rising energy costs and the related increase of environmental pollution are growing problems. Sustainability in warehouse logistics means that resources are used efficiently and energy is saved. This means an optimization of the entire logistics process in the areas of building envelope, building services, energy supply and intra-logistics. The present thesis deals with the fact that logistics centers are developing a "green" and "sustainable" logistic as a permanent solution. This is a result of political, economic and social demands. The state of research has been presented in order to gain an overview and to delineate the problem area through a pre-conducted literature research. Main focus of this study was put on the investigation of energy efficiency of logistics centers in national and international companies. A survey based on a questionnaire was conducted. The results of the survey will provide an outlook on current efforts and future plans regarding the sustainable design of logistics centers. This particularly refers to resource conservation, energy savings and use of alternative energy sources. In addition, plans to increase efficiency, potential savings and future trends are to be identified. It can be inferred from the survey that for most companies surveyed sustainability and "green" Logistics has become an important aspect in their corporate policies. The implementation of sustainable measures is still hampered by the financial cost, though.

## 8.2 Anhang 2 – E-Mail zum Fragebogen an die Unternehmen

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich studiere Wirtschaftsingenieurwesen – Maschinenbau an der TU Graz. Im Zuge meiner Masterarbeit am Institut für Technische Logistik untersuche ich folgendes Thema: „**Studie zur Nachhaltigkeit in der Logistik – Analyse und Bewertung aktueller Ziele sowie Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Logistikzentren**“

Zur Untersuchung dieses Themas wurde ein Fragebogen mit 19 Fragen erstellt, die offen oder geschlossen (durch Ankreuzen) zu beantworten sind. Ziel dieser Befragung ist es, nationale und internationale Logistikzentren zu untersuchen und Trends im Bereich **nachhaltiger Optimierung des Logistikzentrums** festzustellen. Im Speziellen bezieht sich der Fragebogen auf Themen wie **Ressourcenschonung** und **Energieeinsparung**.

Ihr Unternehmen wurde neben anderen nationalen und internationalen Unternehmen zur Befragung ausgewählt, weil die Annahme zugrunde liegt, dass Ihr Logistikzentrum am neuesten Stand der Technik ist und somit ein gutes Beispiel zur Umsetzung von nachhaltigen Logistikzentren abgibt.

Als Dankeschön für Ihre Teilnahme und Entschädigung für Ihren zeitlichen Aufwand, lasse ich Ihnen die Resultate dieser Befragung natürlich gerne zukommen.

**Dieser Fragebogen wird absolut vertraulich behandelt und anonym ausgewertet.** Namen, Daten und Kennzahlen Ihres Unternehmens werden nicht an Dritte weitergegeben. Die neutralen Ergebnisse dieser Untersuchung geben keinen Aufschluss darüber, von welchem Unternehmen konkret gesprochen wird.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Ich bitte Sie, den Fragebogen in den nächsten zwei Tagen zu beantworten und an [jkormann@sbox.tugraz.at](mailto:jkormann@sbox.tugraz.at) zu retournieren.

Mit freundlichen Grüßen

Josef Kormann, BSc

**Zum Test:***Beantwortungs-Variante 1:*

- 1.) Anhang 1 ( Fragebogen\_Unternehmen ) mit PDF-Creator öffnen
- 2.) Fragebogen mit Bearbeitungstool beantworten
- 3.) Ausgefüllten Fragebogen zurücksenden

*Beantwortungs-Variante 2:*

- 1.) Anhang 1 ( Fragebogen\_Unternehmen ) ausdrucken
- 2.) Fragebogen beantworten
- 3.) Ausgefüllten Fragebogen einscannen und zurücksenden

**8.3 Anhang 3 – Auswertungsdatenbank in Excel**

Excelauswertung Fragebogen

Frage 1: Angaben zum Unternehmen

Anzahl	Funktion / Position	%	Summe
9	Leiter / MGNT / Director / Logistik & Transport	37,50	24
1	MGNT / Director / Packing & Materialhandling	4,17	
3	Logisticplanning Warehouse-MGNT	12,50	
4	Engineering Infrastructure MGNT & SCM	16,67	
4	Sustainability Developer / Sonderprojekte / Umwelt / Quality MGN	16,67	
3	MGNT / Human Ressources& Marketing	12,50	

Anzahl	Abteilung / Sektor	%	Summe
11	Logistik Planung / Warehouse Mgmt.	45,83	24
5	Verpackung / Material Handling / SCM	20,83	
3	Geschäftsführung / Operations	12,50	
2	Sustainability	8,33	
3	Human Ressources / Marketing	12,50	

Frage 2: Umsatz (Mio € / a)

Anzahl	Umsatz ( € / a )	%	Summe
	< 1,9	0	24
1	2 - 9,9	4,1666667	
5	10 - 49,9	20,8333333	
15	> 50	62,5	
3	keine Angabe	12,5	

Frage 3: Mitarbeiteranzahl im Logistikzentrum

Anzahl	MA	%	Summe
	< 10	0	24
12	10 - 100	50	
8	100 - 250	33,3333333	
4	> 250	16,6666667	

Frage 4: Baujahr des Logistikzentrums

Anzahl	BJ	%	Summe
5	vor 1990	20,8333333	24
4	1990 - 2000	16,6666667	
9	2000 - 2010	37,5	
6	2010 - 2014	25	

Frage 5: Größe des Logistikzentrums ( m² )

Anzahl	m2	%	Summe
5	< 5.000	20,8333333	24
3	5.000 - 15.000	12,5	
6	15.000 - 30.000	25	
5	30.000 - 55.000	20,8333333	
5	> 55.000	20,8333333	

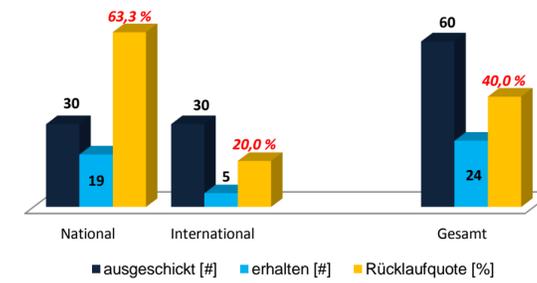
Frage 6: Automatisierungsgrad im Logistikzentrum

Anzahl	AG	%	Summe
7	manuell	29,1666667	24
14	teilautomatisch	58,3333333	
3	vollautomatisch	12,5	

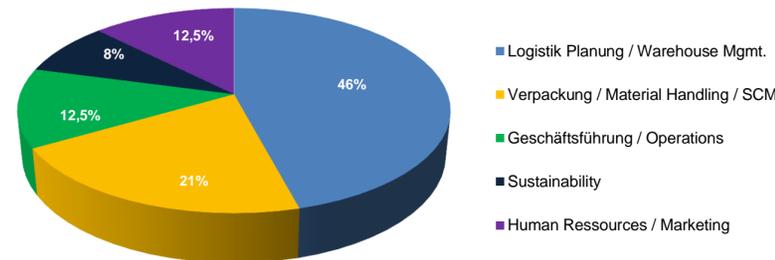
Frage 7: Arbeitstage im Logistikzentrum

Anzahl	AT	%	Summe
14	5 Tage Woche	58,3333333	24
8	6 Tage Woche	33,3333333	
2	7 Tage Woche	8,3333333	

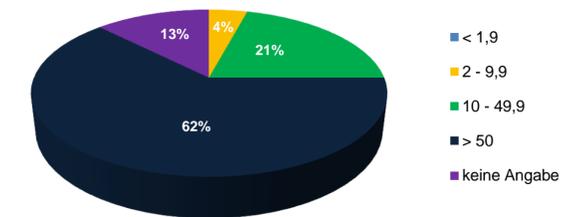
	ausgeschickt [#]	erhalten [#]	Rücklaufquote [%]
National	30	19	63,3
International	30	5	16,7
Gesamt	60	24	40,0



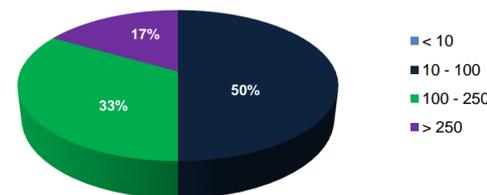
Abteilung / Funktion im Unternehmen



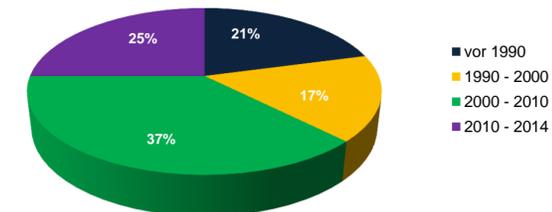
Umsatz ( Mio. € / a )



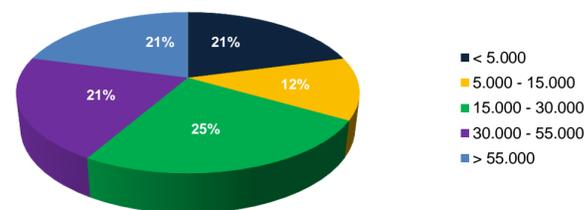
Mitarbeiteranzahl im Logistikzentrum



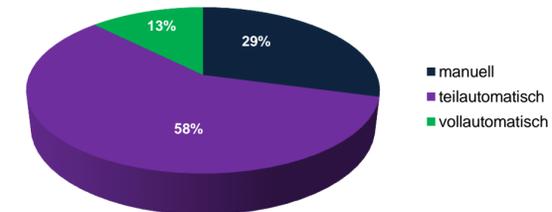
Baujahr des Logistikzentrums



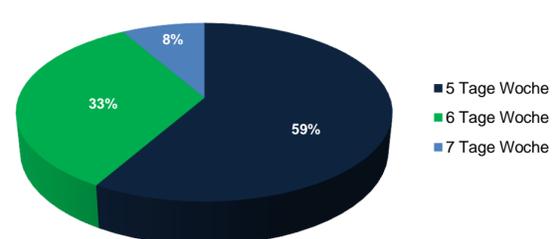
Größe des Logistikzentrums (m²)



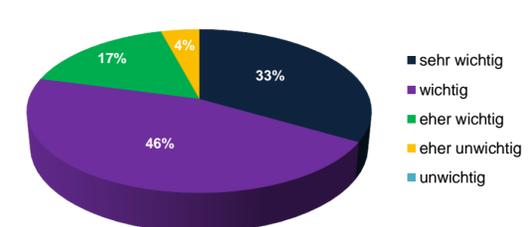
Automatisierungsgrad



Arbeitstage im Logistikzentrum



Stellenwert im Unternehmen



**Frage 8: Stellenwert im Unternehmen**

Anzahl	Grad der Wichtigkeit	%	Summe
8	sehr wichtig	33,3333333	24
11	wichtig	45,8333333	
4	eher wichtig	16,6666667	
1	eher unwichtig	4,1666667	
	unwichtig	0	

**Frage 9: Umdenken im Unternehmen**

Anzahl	Jahre	%	Summe
4	seit 2 Jahren	16,6666667	24
8	seit 5 Jahren	33,3333333	
5	seit 10 Jahren	20,8333333	
4	seit mehr als 10 Jahren	16,6666667	
3	keine Angabe	12,5	

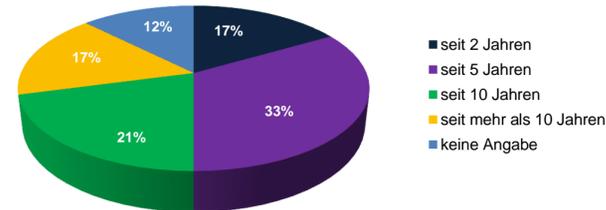
**Frage 10: CO2 Bilanzierung im Unternehmen**

Anzahl		%	Summe
7	JA, gesamter Logistikprozess	29,1666667	24
2	JA, nur Distributionszentrum	8,3333333	
3	JA, nur in der Transportlogistik	12,5	
6	NEIN	25	
4	in Planung	16,6666667	
2	Keine Angabe	8,3333333	

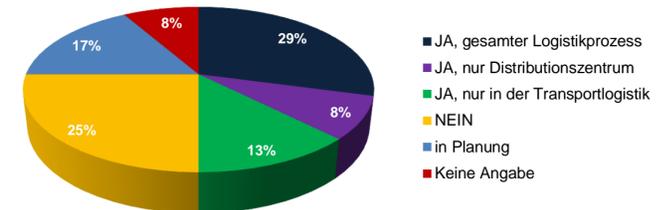
**Frage 11: ÖKO - Zertifizierungen**

Anzahl		%	Summe
11	ISO 14001	26,1904762	42
6	ÖGNI	14,2857143	
5	DGNB	11,9047619	
	LEED	0	
	BREEAM	0	
6	EMAS	14,2857143	
4	NEIN	9,52380952	
10	in Planung	23,8095238	

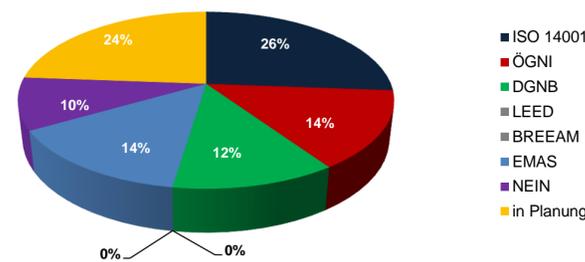
**Umdenken im Unternehmen**



**CO<sub>2</sub> Bilanzierung im Unternehmen**



**ÖKO - Zertifizierungen**



**Frage 12: Maßnahmen Nachhaltigkeit**

Ökonomie	1 - Sehr Wichtig	2 - Wichtig	3 - Eher Wichtig	4 - Eher Unwichtig	5 - Unwichtig	Durchschnitt	Summe	SW %	W %	EW %	EUW %	UW %
Effiziente Ressourcennutzung	15	9				1,38	24	62,5	37,5	0,0	0,0	0,0
Energiekostensenkung	14	10				1,42	24	58,3	41,7	0,0	0,0	0,0
Berichterstattung über das U. in der Öffentlichkeit	8	5	8	3		2,25	24	33,3	20,8	33,3	12,5	0,0
Gute Beziehungen zu Stakeholdern (Interessensgruppen), Kundenerwartungen	12	8	1	3		1,79	24	50,0	33,3	4,2	12,5	0,0
Nachhaltige Unternehmenspolitik, Firmenziele	13	10		1		1,54	24	54,2	41,7	0,0	4,2	0,0
Positives Image des Unternehmens	16	5	3			1,46	24	66,7	20,8	12,5	0,0	0,0
Verbesserung der Marktposition des U., Wettbewerbsvorteil	13	8	3			1,58	24	54,2	33,3	12,5	0,0	0,0
Produktinnovationen (umweltfreundlicher Produkte)	9	7	7	1		2,00	24	37,5	29,2	29,2	4,2	0,0

Ökologie	Sehr Wichtig	Wichtig	Eher Wichtig	Eher Unwichtig	Unwichtig	Durchschnitt	Summe	SW %	W %	EW %	EUW %	UW %
Umweltschutz	11	10	3			1,67	24	45,8	41,7	12,5	0,0	0,0
Umweltfreundliche Produktionstechnologien	8	12	3	1		1,88	24	33,3	50,0	12,5	4,2	0,0
Minimierung der Schadstoffbelastung am Arbeitsplatz	12	11		1		1,58	24	50,0	45,8	0,0	4,2	0,0
Umweltqualität der Produkte	12	7	5			1,71	24	50,0	29,2	20,8	0,0	0,0
Erhaltung der natürlichen Ressourcen der Erde	12	6	6			1,75	24	50,0	25,0	25,0	0,0	0,0
Bestehende / erwartete Gesetze und Vorschriften	12	7	5			1,71	24	50,0	29,2	20,8	0,0	0,0

**Frage 13: Zielverfolgung mit umgesetzten Maßnahmen**

	Sehr Wichtig	Wichtig	eher Wichtig	eher unwichtig	unwichtig	Durchschnitt	Summe	SW %	W %	EW %	EUW %	UW %
Nachhaltige Unternehmenspolitik, Firmenziele	12	9	3			1,63	24	50,00	37,50	12,50	0,00	0,00
Unabhängigkeit gegenüber steigenden Energiepreisen	11	5	8			1,88	24	45,83	20,83	33,33	0,00	0,00
Steigerung des Unternehmensimages	9	11	4			1,79	24	37,50	45,83	16,67	0,00	0,00
Wettbewerbsvorteil gegenüber Konkurrenz	11	4	7	2		2,00	24	45,83	16,67	29,17	8,33	0,00
Kundenerwartungen	10	7	5		2	2,04	24	41,67	29,17	20,83	0,00	8,33
Bestehende / erwartete Gesetze und Vorschriften	14	8	2			1,50	24	58,33	33,33	8,33	0,00	0,00

Frage 14: Was spricht gegen eine Umsetzung von den Nachhaltigkeitsmaßnahmen ( MEHRFACHNENNUNGEN MÖGLICH )

Anzahl		%	Summe
6	fehlendes KNOW HOW	8,96	67
5	Lösungen am Markt nicht vorhanden	7,46	
11	Kundennachfrage nicht vorhanden	16,42	
4	Industriepartnernachfrage nicht vorhanden	5,97	
13	kein ersichtlicher Mehrwert für das Unternehmen	19,40	
8	Konfliktpotenzial mit aktuellem Geschäftsprozess	11,94	
18	Kosten	26,87	
2	keine Angabe	2,99	

Frage 15: Maßnahmen Haustechnik

Beleuchtung	nicht in Planung	wird diskutiert	ist in Planung	wird umgesetzt	wurde umgesetzt	Durchschnitt	Summe	NIP %	WD %	IP %	WiU %	WuU %
Energieeffiziente Leuchtmittel / LED		3	6	8	7	3,79	24	0,00	12,50	25,00	33,33	29,17
Effiziente Tageslichtnutzung	2	3	6	4	9	3,63	24	8,33	12,50	25,00	16,67	37,50
Tageslichtabhängige Beleuchtungsteuerung	2	4	4	6	8	3,58	24	8,33	16,67	16,67	25,00	33,33
Bewegungsmelder	3	3	3	6	9	3,63	24	12,50	12,50	12,50	25,00	37,50
Helle Umgebungs- und / oder Bodenflächen	5	4	2	3	10	3,38	24	20,83	16,67	8,33	12,50	41,67
Abschaltung des Hauptschutzes zur Reduzierung des Standby-Energieverbrauchs	12	7		2	3	2,04	24	50,00	29,17	0,00	8,33	12,50

Heizung / Lüftung	nicht in Planung	wird diskutiert	ist in Planung	wird umgesetzt	wurde umgesetzt	Durchschnitt	Summe	NIP %	WD %	IP %	WiU %	WuU %
Bodenheizung	16	3		3	2	1,83	24	66,67	12,50	0,00	12,50	8,33
Abwärme - Heizung	8	9	2	3	2	2,25	24	33,33	37,50	8,33	12,50	8,33
Lüftung mit Wärmerückgewinnung	7	7	4	3	3	2,50	24	29,17	29,17	16,67	12,50	12,50
Dachventilatoren	16		4	1	3	1,96	24	66,67	0,00	16,67	4,17	12,50
Kreuzstromwärmetauscher, Rotationswärmetauscher	13	6		2	3	2,00	24	54,17	25,00	0,00	8,33	12,50
Feuchtegesteuerte Lüftung	11	8	2	2	1	1,92	24	45,83	33,33	8,33	8,33	4,17
Solarthermische Klimatisierung	12	8	2		2	1,83	24	50,00	33,33	8,33	0,00	8,33
Gebäudeklimatisierung durch Regenwasser	14	3	7			1,71	24	58,33	12,50	29,17	0,00	0,00
Grauwassernutzungsanlagen / Regenwassernutzung	11	4	3	3	3	2,29	24	45,83	16,67	12,50	12,50	12,50

Frage 16: Erneuerbare Energieversorgung

Erneuerbare Energieversorgung	nicht in Planung	wird diskutiert	ist in Planung	wird umgesetzt	wurde umgesetzt	Durchschnitt	Summe	NIP %	WD %	IP %	WiU %	WuU %
Solarthermie (Grundwasser, Erdreich, Außenluft)	10	3	7	1	3	2,33	24	41,66667	12,5	29,16667	4,166667	12,5
Biomasse	12	8		1	3	1,96	24	50	33,33333	0	4,166667	12,5
Blockheizkraftwerk für Strom und Wärme	16	3	2		3	1,79	24	66,66667	12,5	8,333333	0	12,5
Bezug Bio-Ökostrom	6	3	4	4	7	3,13	24	25	12,5	16,66667	16,66667	29,16667
Photovoltaik	5	5	9	3	2	2,67	24	20,83333	20,83333	37,5	12,5	8,333333
Abwärme / Prozesswärme	6	8	5	1	4	2,54	24	25	33,33333	20,83333	4,166667	16,66667

Frage 17: Maßnahmen Gebäudehülle

Fenster / Tore / Aufbau	nicht in Planung	wird diskutiert	ist in Planung	wird umgesetzt	wurde umgesetzt	Durchschnitt	Summe	NIP %	WD %	IP %	WiU %	WuU %
Optimale Fensterausrichtung (Süd-Ost)	9	3		4	8	2,96	24	37,5	12,5	0	16,66667	33,33333
Austausch der alten Fenster zur Erhöhung der Energieeffizienz	6	5	4	1	8	3,00	24	25	20,83333	16,66667	4,166667	33,33333
Compact-Cross-Docking	11	3	2	2	6	2,54	24	45,83333	12,5	8,333333	8,333333	25
Dachfensteroptimierung	10	4	4	1	5	2,46	24	41,66667	16,66667	16,66667	4,166667	20,83333
Verladeschleusen	5	5	3	1	10	3,25	24	20,83333	20,83333	12,5	4,166667	41,66667
Aufblasbare Torabdichtungen	9	8	1	2	4	2,33	24	37,5	33,33333	4,166667	8,333333	16,66667

Nachhaltige Dämmung und Vollwärmeschutz	nicht in Planung	wird diskutiert	ist in Planung	wird umgesetzt	wurde umgesetzt	Durchschnitt	Summe	NIP %	WD %	IP %	WiU %	WuU %
Schafwolle	15	7			2	1,63	24	62,5	29,16667	0	0	8,333333
Holzfaser, Hanffaser, Flachsfaser	13	7	2		2	1,79	24	54,16667	29,16667	8,333333	0	8,333333
Isolierkork	12	7	1	4		1,88	24	50	29,16667	4,166667	16,66667	0
Mineralschaumplatte	13	8		3		1,71	24	54,16667	33,33333	0	12,5	0
Perlit	16	8				1,33	24	66,66667	33,33333	0	0	0

Frage 18: Maßnahmen Intralogistik

Materialflussplanung	nicht in Planung	wird diskutiert	ist in Planung	wird umgesetzt	wurde umgesetzt	Durchschnitt	Summe	NIP %	WD %	IP %	WiU %	WuU %
Layout Optimierung		1	2	5	16	4,50	24	0	4,166667	8,333333	20,83333	66,66667
Reduzierung Transportaufkommen			2	8	14	4,50	24	0	0	8,333333	33,33333	58,33333
Durchlaufzeitverkürzung			4	5	15	4,46	24	0	0	16,66667	20,83333	62,5
Online Monitoring (um in laufende Prozesse eingreifen zu können)	3	1	3	4	13	3,96	24	12,5	4,166667	12,5	16,66667	54,16667

Verpackung	nicht in Planung	wird diskutiert	ist in Planung	wird umgesetzt	wurde umgesetzt	Durchschnitt	Summe	NIP %	WD %	IP %	WiU %	WuU %
Verzicht auf Verpackungen	11	4	4	2	3	2,25	24	45,83333	16,66667	16,66667	8,333333	12,5
Mehrwegverpackungen	5	3	1	2	13	3,63	24	20,83333	12,5	4,166667	8,333333	54,16667

Einsatz nachhaltigen fossiler Rohstoffen	10	1	3	2	8	2,88	24	41,666667	4,1666667	12,5	8,3333333	33,333333
biologisch abbaubare Einwegverpackung	3	7	2	3	9	3,33	24	12,5	29,166667	8,3333333	12,5	37,5

F/L/K/S/H/V	nicht in Planung	wird diskutiert	ist in Planung	wird umgesetzt	wurde umgesetzt	Durchschnitt	Summe	NIP %	WD %	IP %	WiU %	WuU %
Alternative energieeffiziente Antriebe, z.B.: Hybrid	8	3	7	1	5	2,67	24	33,333333	12,5	29,166667	4,1666667	20,833333
Leichtbauweise	7	2	5	6	4	2,92	24	29,166667	8,3333333	20,833333	25	16,666667
Start-Stopp-Automatik	5	4	4	4	11	3,50	24	20,833333	16,666667	0	16,666667	45,833333
Energierückgewinnung beim Bremsen u. Lastabsenken	5	2	5	2	10	3,42	24	20,833333	8,3333333	20,833333	8,3333333	41,666667
Leitsysteme für hohe Auslastung	9		6	1	8	2,96	24	37,5	0	25	4,1666667	33,333333
Leichtlaufreifen zur Verbesserung des Rollwiderstandes	5	5	2	1	11	3,33	24	20,833333	20,833333	8,3333333	4,1666667	45,833333
vollsynthetische Leichtlaufgetriebeöle	10	5	1	4	4	2,46	24	41,666667	20,833333	4,1666667	16,666667	16,666667
Gleichstromzwischenkreisschaltung (Nutzung frei werdender Energien)	18	6				1,25	24	75	25	0	0	0
Widerstandsminimierende Führungen	14	3	2	1	4	2,08	24	58,333333	12,5	8,3333333	4,1666667	16,666667
Funktionsspezifische Materialauswahl	10	3	6	1	4	2,42	24	41,666667	12,5	25	4,1666667	16,666667
Hochleistungsfaserseile statt Stahlseile	15	5	3		1	1,63	24	62,5	20,833333	12,5	0	4,1666667
Kunststoff-Textilverbund als Trag- und Zugmittel	13	7	2		2	1,79	24	54,166667	29,166667	8,3333333	0	8,3333333
Pick by Systeme	4	4	2	2	12	3,58	24	16,666667	16,666667	8,3333333	8,3333333	50
Multi Order Picking	3	4		4	13	3,83	24	12,5	16,666667	0	16,666667	54,166667
Picklocation Systemierung	5	3	5	4	7	3,21	24	20,833333	12,5	20,833333	16,666667	29,166667

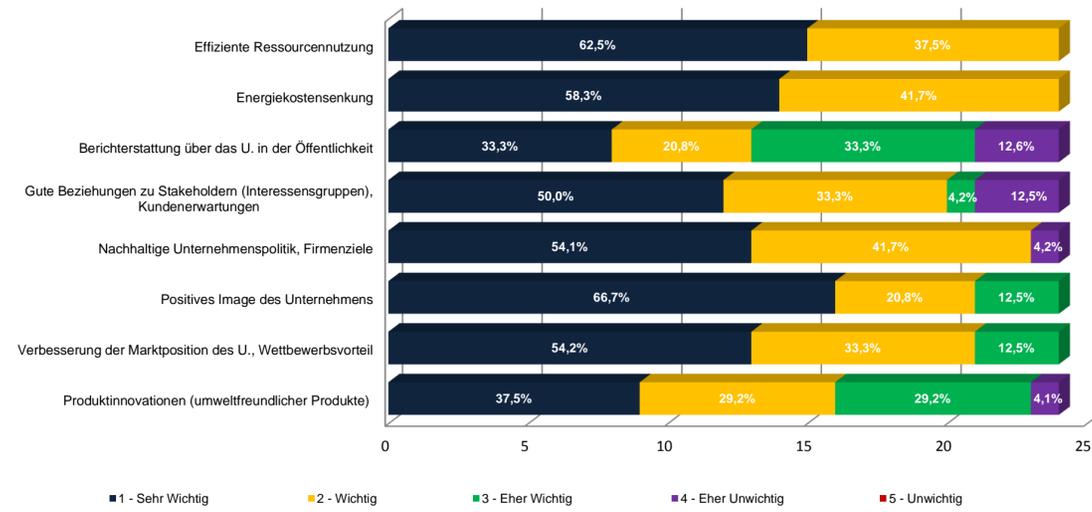
Frage 19: Nicht genannte geplante Maßnahmen

Anzahl	Nachhaltigkeitsmaßnahmen in Planung	geplanter Umsetzungstermin	Geplanter Umsetzungstermin	sehr wichtig	wichtig	mittel	eher unwichtig	unwichtig
1	ISO 50001		2015		x			
10	KEINE							
1	Energie	weitere Reduktion des Energieverbrauches	bis 2015	x				
1	Wasser	weitere Reduktion des Energieverbrauches	bis 2020	x				
1	Recycling	erhöhung Recycling-Qute	bis2020	x				
1	Alternative Antriebe	weiterer Ausbau Flotte mit alternaive Antriebe	bis 2020	x				
1	DB 2020	20% reduktion der spezifischen CO2-Emissioenn	bis 2020	x				
1	Neubauprojekte	Energieeffiziente Objekte, auf Prozesse abgestimmt	laufend	x				
1	E-Mobility	Test von Elektroantrieben in der City-Logistik	laufend	x				
1	Reduktion Abfall	vermeidung von verpackung und MA - Schulung	laufend		x			
1	Thermische Sanierung	Dach-Fasaden Sanierung und Dämmung	bios 2010	x				
1	LED-Ausstattung	ellung von Neon röhren auf LED im Office wie im Lager be	bis 2016		x			
1	Bewegungsmelder	fü def. Bereiche	2015		x			
1	zentrale steuerung Klimaanlage	Steuerung über Schwellenwerte - Temp.geführt	2015			x		
1	zentrales Ladekonrollsystem Flurfördergeräte	zentrale Steuerung und Stromabschaltung	2016			x		
1	LED-Ausstattung	LED Beleuchtung im Hochregallager	2015	x				
1	Dach		2016		x			
1	Sockelisolierung		2017			x		
1	Photovoltaik		2016		x			
1	Neue Energiesparende Leuchtstoffröhre plus blenden		2015	x				
1	ÖGNI-Zertifizierung		laufend	x				
1	Solar und Photovoltaik		bis 2016	x				
1	CO2-Reduktion T	Transport und Logistik 30 %	bis 2018	x				
1	Photovoltaik		bis 2017	x				
	Nahwärme		bis 2016	x				
1	DGNB / ÖGNI	alle Distributionszentren umrüsten	bis 2025		x			
1	Photovoltaik		bis 2016	x				

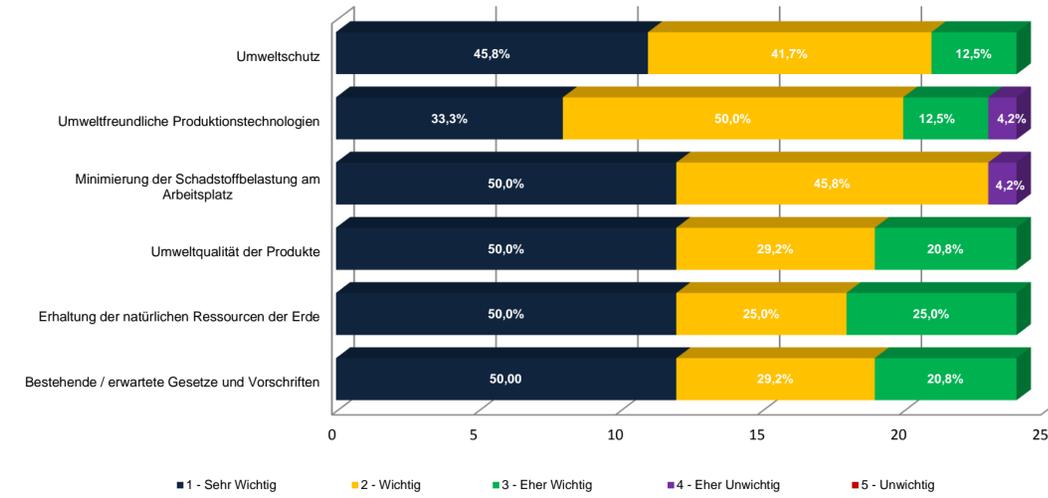
Umsetzungsgrad von nachhaltigen Maßnahmen in Logistikzentren

	ist in Planung	wird umgesetzt	wurde umgesetzt
Beleuchtung	14,6	20,1	31,9
Heizung / Lüftung	11,1	7,8	8,8
Erneuerbare Energieversorgung	18,8	6,9	15,3
Fenster / Tore / Aufbau	9,7	7,6	28,5
Nachhaltige Dämmung	2,5	5,8	3,3
Materialflussplanung	11,5	22,9	60,4
Verpackung	10,4	9,4	34,4
Fördern / Lagern / Komm.	12,8	8,6	26,7

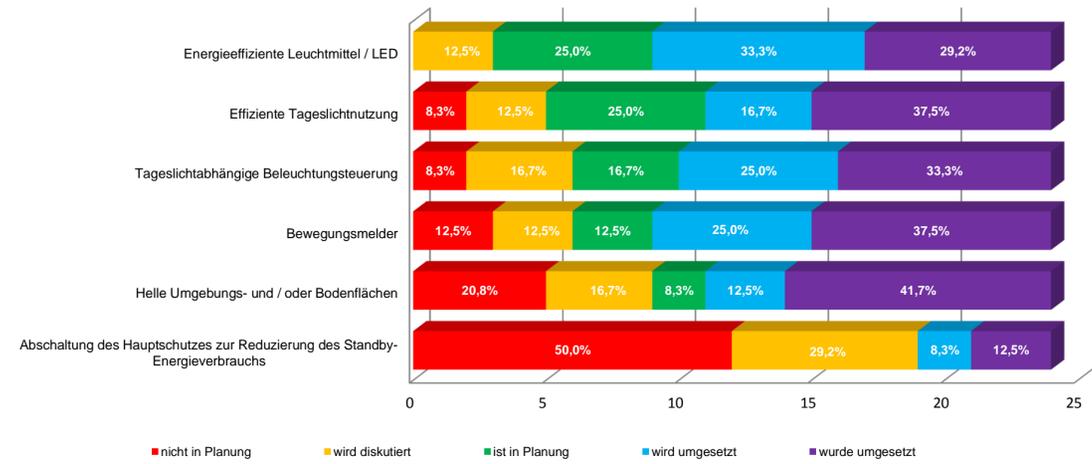
**Ökonomie**



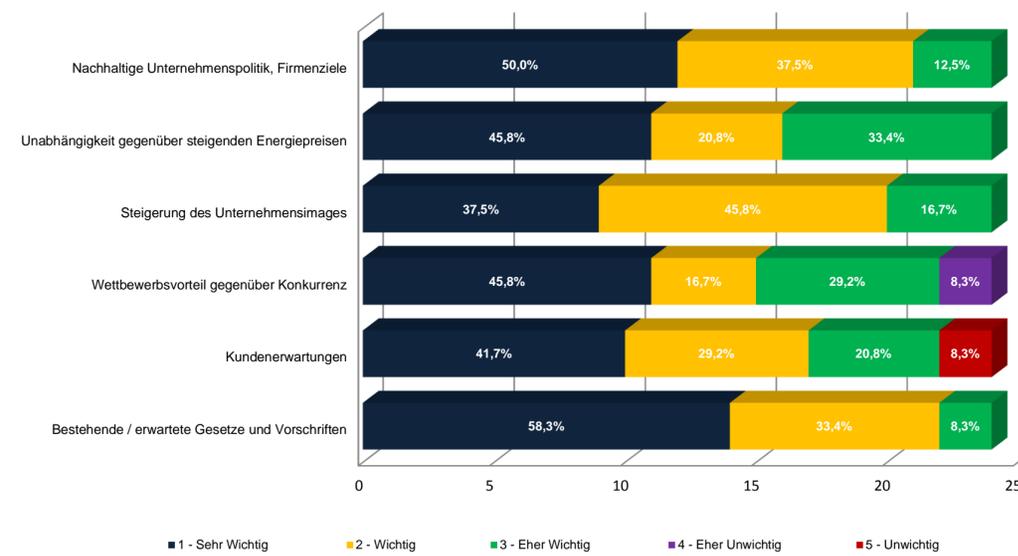
**Ökologie**



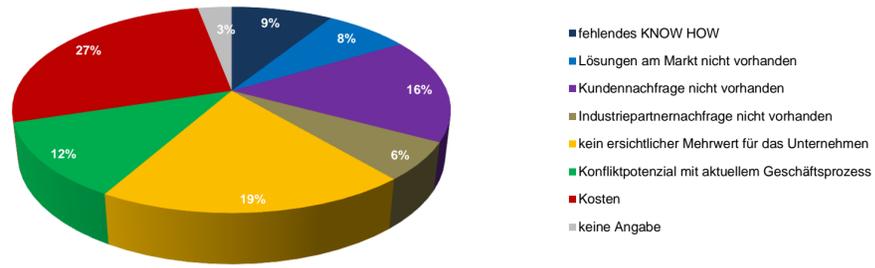
**Beleuchtung**



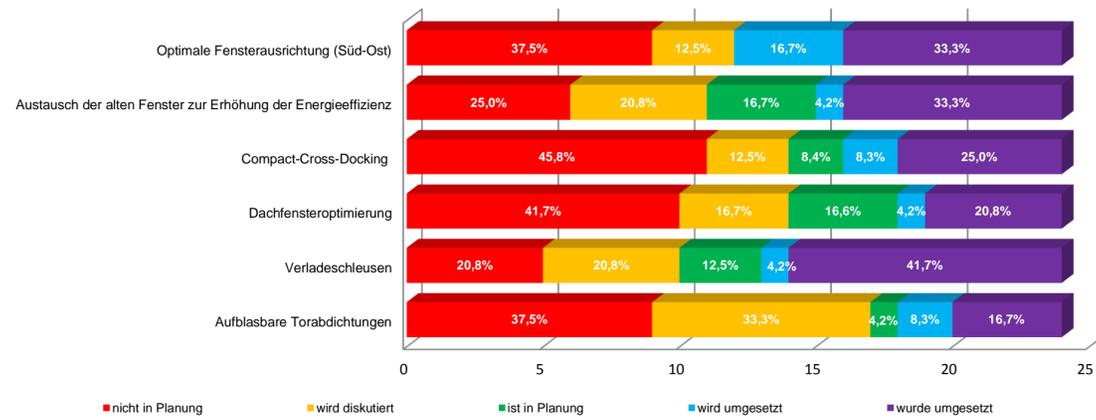
**Zielverfolgung**



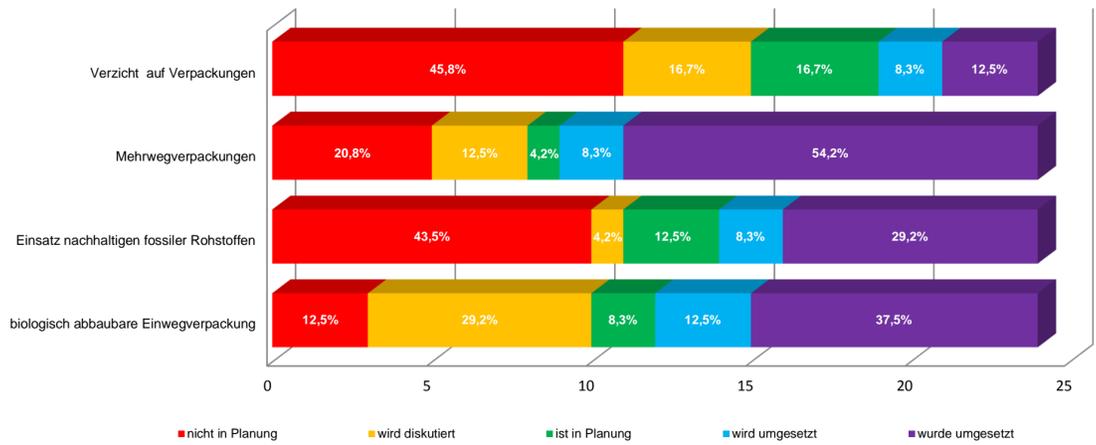
**Gegenargumente für nachhaltige Maßnahmen**



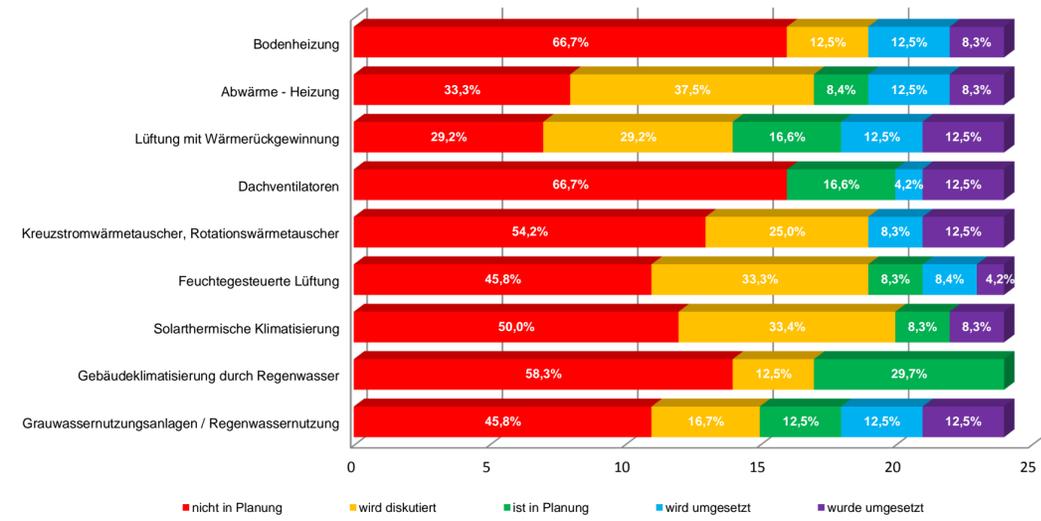
**Fenster / Türen / Aufbau**



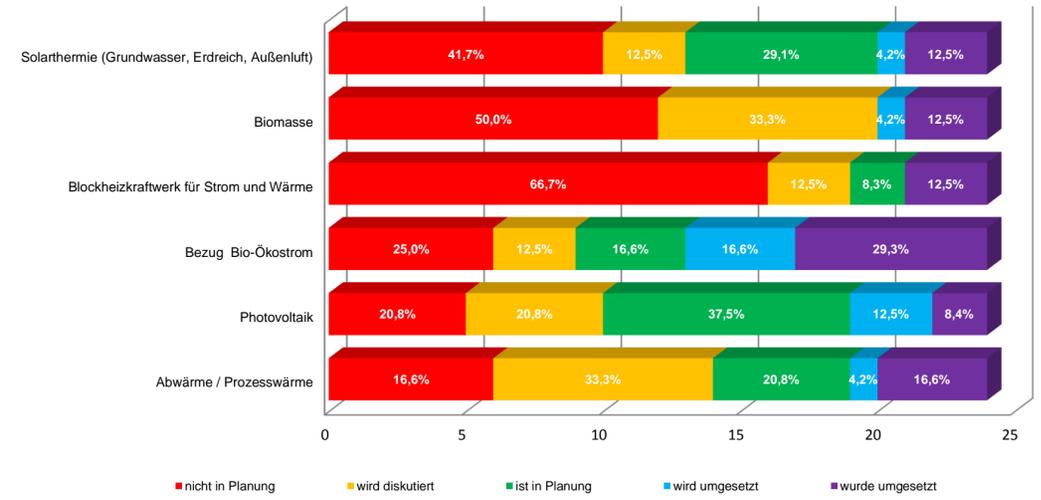
**Verpackung**



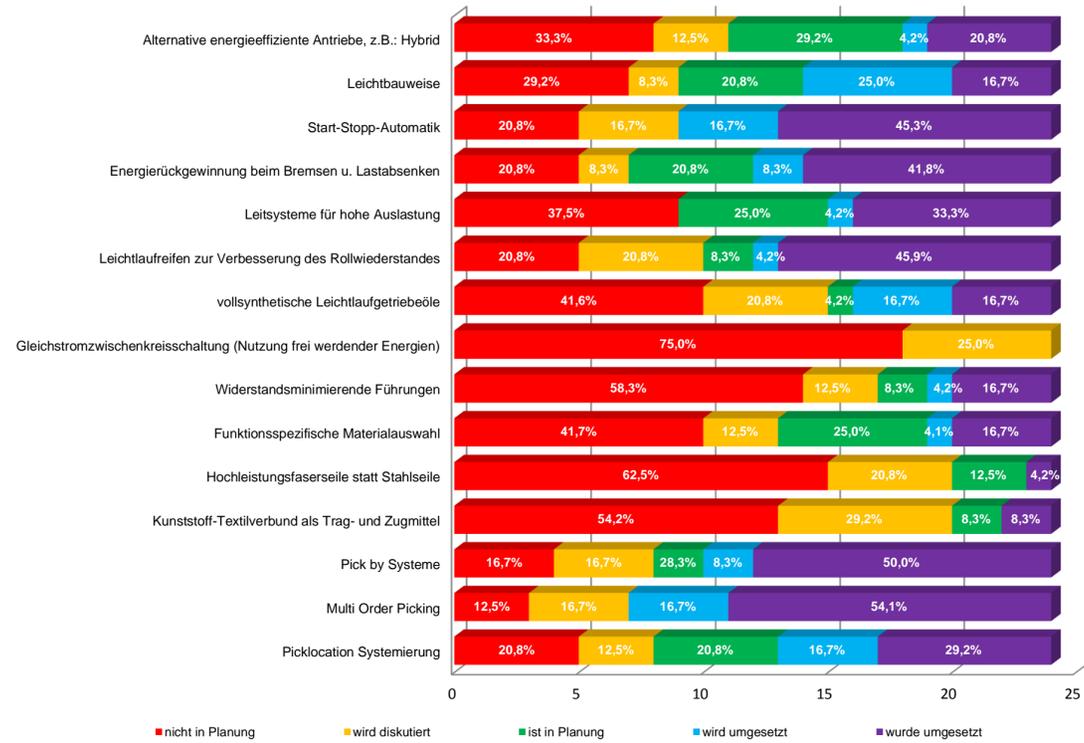
**Heizung / Lüftung**



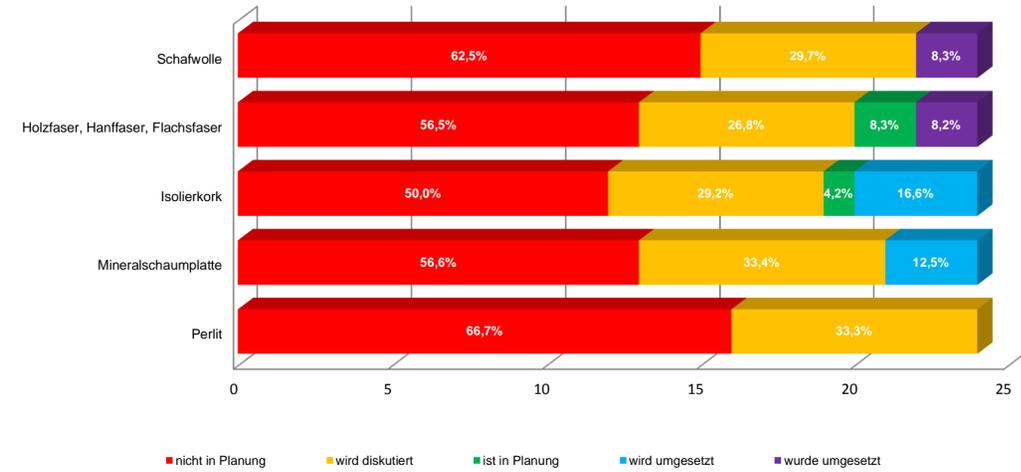
**Energieversorgung**



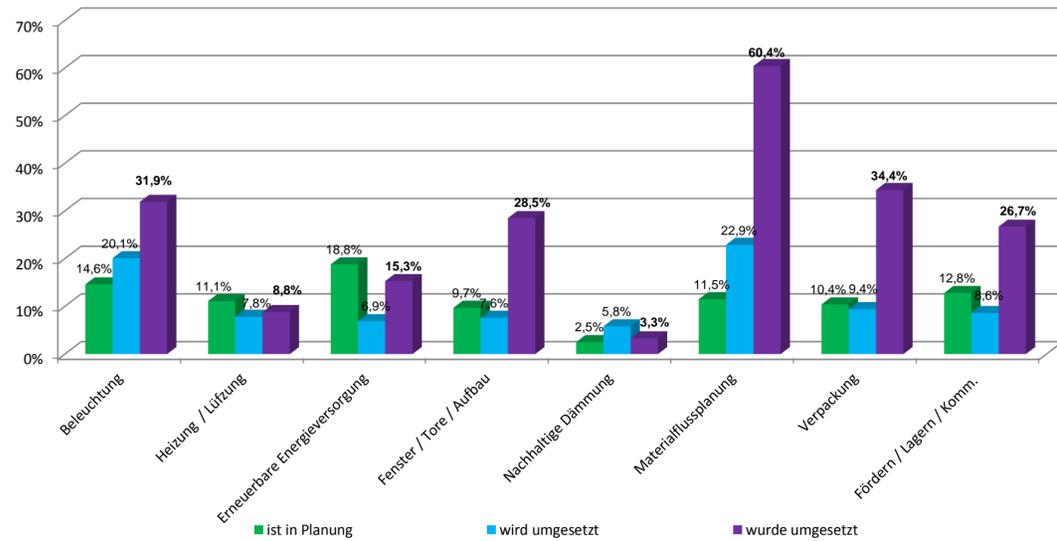
**Fördern / Lagern / Kommissionieren / Sortieren / Handhaben / Verpacken**



**Dämmung / Vollwärmeschutz**



**Umsetzungsgrad von nachhaltigen Maßnahmen in Logistikzentren**



**Materialflussplanung**

