

# Das Jungheinrich- Umweltprädikat

Eine Untersuchung zur Ermittlung der Ökobilanz  
der Jungheinrich-Flurförderzeugflotte  
auf Basis von ISO 14040



## Inhaltsverzeichnis

I. Abkürzungsverzeichnis .....	4
0. Die Ökobilanz der Jungheinrich-Flurförderzeugflotte .....	5
1. Die untersuchten Fahrzeuge der Jungheinrich-Flurförderzeugflotte.....	5
1.1. Ziel und Zielgruppe der Untersuchung .....	6
1.2. Funktion und funktionelle Einheit der untersuchten Flurförderzeuge .....	7
1.3. Untersuchungsrahmen .....	9
1.4. Datengrundlage und Datenqualität.....	10
1.4.1. Herstellungsphase.....	10
1.4.2. Nutzungsphase .....	11
1.4.3. Aufarbeitungsphase.....	13
1.5. Fehlerabschätzung und Sensitivitätsanalyse.....	14
1.5.1. Fehlerabschätzung Herstellungsphase .....	14
1.5.2. Fehlerabschätzung Nutzungsphase .....	14
1.5.3. Fehlerabschätzung Verwertungsphase .....	15
3. Ergebnisse der Ökobilanzierung.....	18
3.1. Sachbilanzergebnisse für die Herstellung und Nutzung.....	18
3.2. Sachbilanzergebnisse für die Aufarbeitung .....	19
3.3. CO <sub>2</sub> -Ausstoß für in Verkehr gebrachte Geräte (Herstellung und Aufarbeitung) .....	19
3.4. Gesamtbilanz .....	20
4. Gültigkeitserklärung.....	21
5. Literatur- und Quellenverzeichnis.....	22
6. Anhang.....	22
7. TÜV-Zertifikat.....	23
8. TÜV-Bericht.....	24

## Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Einteilung des Produktportfolios nach VDI 2198 .....	6
Tabelle 2: Messzyklus nach VDI 2198.....	6
Tabelle 3: Produktcluster 1 (Elektro-Gegengewichtsstapler > 1,6 t) .....	7
Tabelle 4: Produktcluster 2 (V-Stapler) .....	7
Tabelle 5: Produktcluster 3 (Elektro-Gabelstapler < 1,6 t).....	8
Tabelle 6: Produktcluster 4 (Schubstapler mit Fahrersitz/-stand).....	8
Tabelle 7: Produktcluster 5 (Gabelhochhubwagen und sonstige Hochhubwagen).....	8
Tabelle 8: Produktcluster 6 (Gabelhubwagen und sonstige Hubwagen) .....	8
Tabelle 9: Produktcluster 7 (Wagen, Schlepper) .....	9
Abbildung 1: Untersuchungsrahmen der Ökobilanz .....	9
Tabelle 10: Produktionswerke der untersuchten Produktcluster.....	10
Tabelle 11: Umrechnungsfaktoren zur Ermittlung der CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	12
Tabelle 12: Sensitivitätsberechnungen.....	16
Tabelle 13: Untersuchungsergebnisse Herstellung und Nutzung .....	18
Tabelle 14: Untersuchungsergebnisse Aufarbeitung .....	19
Tabelle 15: Veränderung des CO <sub>2</sub> -Ausstoßes durch Aufarbeitung (2010).....	20
Tabelle 16: Einsparpotenzial beim CO <sub>2</sub> -Ausstoß pro Gerät durch die Aufarbeitung.....	20
Tabelle 17: Gesamtbilanz.....	21

## I. Abkürzungsverzeichnis

AE	Auftragseingang
Ag	Arbeitsgemeinschaft
AG	Aktiengesellschaft
AGEB	AG Energiebilanzen e.V.
BR	Baureihe
CAFE	Corporate Average Fuel Economy
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
FFZ	Flurförderzeug
h	Stunde
HF	Hochfrequenz
ISO	International Organization for Standardization
kg	Kilogramm
kWh	Kilowattstunde
LCA	Life Cycle Assessment
LPG	Liquified Petroleum/ Propane Gas (Flüssiggas)/„Treibgas“
m	Meter
t	Tonne
Trafo	Transformator
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein
USA	United States of America
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
V-Sta	Verein Deutscher Ingenieure
V-Stapler	Verbrennungsmotorische(r) Gegengewichtsstapler

## 0. Die Ökobilanz der Jungheinrich-Flurförderzeugflotte

Mehr als zehn Millionen Flurförderzeuge werden weltweit täglich im Ein- oder Mehrschichtbetrieb in der Intralogistik eingesetzt. Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs sind nicht nur aus Kosten-, sondern auch aus Umweltgründen sinnvoll und erstrebenswert.

In der Automobilbranche findet die Corporate Average Fuel Economy, kurz CAFE-Methodik, Anwendung. Diese Methodik beschreibt die Berechnung des Fahrzeugverbrauchs und ist vor dem Hintergrund der Ressourcenschonung in den USA gesetzlich vorgeschrieben. Im Bereich der Flurförderzeuge gibt es eine solche standardisierte Methodik zu diesem Zeitpunkt noch nicht.

Bei den Bestrebungen, die Umweltperformance der Jungheinrich-Flurförderzeugflotte nachhaltig zu kontrollieren, systematisch zu verfolgen und zu verbessern, dient das Umweltprädikat als Wegweiser eines transparenten, nachvollziehbaren und reproduzierbaren Prozesses.

Bei dem Umweltprädikat handelt es sich um eine geprüfte Ökobilanz, die auf den Normen ISO 14040 und 14044 beruht. Sie wird durch unabhängige Prüfer des TÜV Nord durchgeführt. Für die Ökobilanz wurde die Flurförderzeugflotte – vom deichselgeführten Elektro-Hubwagen bis zum verbrennungsmotorischen Gegengewichtsstapler – auf Basis der VDI-Richtlinie 2198 untersucht.

Unter einer Ökobilanz (engl. LCA – Life Cycle Assessment) verstehen wir eine systematische Analyse der Umweltwirkungen unserer Produkte während der Herstellungs-, der Nutzungs- und der Aufarbeitungsphase. Für die Jungheinrich AG stellen die CO<sub>2</sub>-Emissionen hierbei momentan die einzig nachhaltige, vergleichbare und beeinflussbare Größe dar.

Da Innovationen und neue Technologien nicht nur einen erhöhten direkten Kundennutzen, sondern oftmals auch bessere Umwelteigenschaften als die eingesetzte Technologie beim Vorgängermodell aufweisen, möchten wir in diesem Zusammenhang den Nutzen einer kontinuierlichen und umweltbezogenen Produktoptimierung in den Vordergrund stellen.

Die nachhaltigen Verbesserungen der Energieeffizienz unserer Flurförderzeugflotte sind zum einen auf die Optimierung von bestehenden Technologien, zum anderen auf die Einführung neuer Technologien zurückzuführen.

### 1. Die untersuchten Fahrzeuge der Jungheinrich-Flurförderzeugflotte

Bei der Untersuchung der Jungheinrich-Ökobilanz wurden verschiedene Produktsegmente mit unterschiedlichen Nutzungseigenschaften und Antriebsarten, wie z. B. Elektro-, Diesel- und Treibgasantrieb, untersucht.

Die Entwicklung der Ökobilanz wurde für den Zeitraum 2000 bis 2010 analysiert.

### 1.1. Ziel und Zielgruppe der Untersuchung

Zur Herstellung der Vergleichbarkeit der untersuchten Produkte wurde das in der Tabelle 1 aufgeführte Jungheinrich-Produktportfolio auf Basis von VDI 2198 in Produktcluster mit vergleichbaren technischen Eigenschaften und Einsatzfällen aufgeteilt. Diese Aufteilung gilt für alle Phasen der Untersuchung.

	Produktcluster	Antrieb	Hauptfunktion
1	Elektro-Gegengewichtsstapler mit Fahrersitz/-stand > 1,6 t	Elektrisch	Warenumsschlag mit Tragfähigkeit > 1,6 t
2	V-Stapler	Verbrennungsmotorisch	Warenumsschlag im Außeneinsatz
3	Elektro-Gabelstapler < 1,6 t	Elektrisch	Warenumsschlag mit Tragfähigkeit < 1,6 t
4	Schubstapler mit Fahrersitz/-stand	Elektrisch	Ein- und Auslagern in hohen Hubhöhen, Transport
5	Gabelhochhubwagen und sonstige Hochhubwagen	Elektrisch	Transport, Ein- und Auslagern
6	Gabelhubwagen und sonstige Hubwagen	Elektrisch	Transport, Kommissionieren
7	Wagen, Schlepper	Elektrisch	Horizontaler Warentransport über längere Strecken

Tabelle 1: Einteilung des Produktportfolios nach VDI 2198

Gemäß VDI 2198 kann jedem der oben beschriebenen Produktcluster ein spezifischer Messzyklus zur Ermittlung des Fahrzeugverbrauchs in der Nutzungsphase zugeordnet werden. In dieser VDI-Richtlinie wird die Spielzahl pro Stunde, der Fahrweg (in Metern) sowie die Hubhöhe (in Metern) für die unterschiedlichen Fahrzeugtypen beschrieben (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2).

	1, 2	3	4	5	6	7
Produktcluster	Elektro-Gegengewichtsstapler mit Fahrersitz/-stand > 1,6 t und alle V-Stapler	Elektro-Gabelstapler < 1,6 t	Schubstapler mit Fahrersitz/-stand	Gabelhochhubwagen und sonstige Hochhubwagen	Gabelhubwagen und sonstige Hubwagen	Wagen, Schlepper
Anzahl Spiele/h	60	45	35	20	20	40
Abstand L in m	30	30	30	30	30	50
Hub bei A und B in m	2	2	4	2	0,1	–

Tabelle 2: Messzyklus nach VDI 2198

Alle ermittelten Verbrauchswerte basieren auf den in Tabelle 2 beschriebenen Messzyklen nach VDI 2198.

In der Berechnung werden ausschließlich Flurförderzeuge berücksichtigt, die in europäischen Jungheinrich-Produktionsstätten hergestellt werden.

Da es für die Produktgruppe der sogenannten Systemgeräte, bei denen es sich um Schmalgangstapler handelt, zum heutigen Zeitpunkt noch keinen festgelegten VDI-Messzyklus gibt, wurden diese Fahrzeuge nicht in die Berechnung

aufgenommen und tauchen somit auch nicht in den festgelegten Produktclustern auf.

Ebenso von der Berechnung ausgeschlossen sind Sonderaufahrzeuge, die in sehr geringen Stückzahlen auf individuellen Kundenwunsch angefertigt werden.

Die beiden ausgeschlossenen Fahrzeuggruppen machen derzeit einen Anteil von ca. 10 % der jährlich produzierten Fahrzeuge bei Jungheinrich aus.

Ziel der Untersuchung ist es, die Entwicklung seit dem Jahr 2000 darzustellen und eine zusammenfassende Aussage zu der Umweltperformance jedes Produktclusters zu treffen.

### 1.2. Funktion und funktionelle Einheit der untersuchten Flurförderzeuge

Die typischen Einsatzgebiete der Jungheinrich-Flurförderzeuge sind der Transport, das Ein- und Auslagern sowie das Kommissionieren und Umschlagen von Waren in der Intralogistik (Vergleich Tabelle 1).

In den genannten sieben Produktclustern verfügt die Jungheinrich AG über eine Vielzahl an Produktgruppen unterschiedlicher Leistungsklassen. Da innerhalb einer Produktgruppe wiederum mehrere Produkte zusammengefasst werden, die sich jeweils in Bauart und -weise stark ähneln, wurde pro Produktgruppe ein Referenzfahrzeug definiert. Dieses Referenzfahrzeug ist jenes Fahrzeug, das am häufigsten verkauft wird. Es wurde bereits in der Vergangenheit zur Ermittlung von Verbrauchswerten herangezogen und wird auch in Zukunft als Referenzobjekt einer Baureihe dienen.

In den folgenden Tabellen (Tabelle 3 bis Tabelle 9) werden die Referenzfahrzeuge der jeweiligen Produktgruppen benannt.

Produktcluster 1: Elektro-Gegengewichtsstapler mit Fahrersitz/-stand > 1,6 t

Baureihe	Referenzfahrzeug
EFG 213–220	EFG 216
EFG 316–320	EFG 316
EFG 425–430	EFG 425
EFG 535–550	EFG 550

Tabelle 3: Produktcluster 1 (Elektro-Gegengewichtsstapler > 1,6 t)

Produktcluster 2: V-Stapler

Baureihe	Referenzfahrzeug
DFG 316–320	DFG 316
DFG 316–320s	DFG 316s
DFG 425–435	DFG 425
DFG 425–435s	DFG 425s
DFG 540–550	DFG 540
DFG 540–550s	DFG 540s
DFG 660–690	DFG 660
TFG 316–320	TFG 316
TFG 316–320s	TFG 316s
TFG 425–435	TFG 425
TFG 425–435s	TFG 425s
TFG 540–550	TFG 540
TFG 540–550s	TFG 540s
TFG 660–690	TFG 660

Tabelle 4: Produktcluster 2 (V-Stapler)

Produktcluster 3: Elektro-Gabelstapler < 1,6 t

Baureihe	Referenzfahrzeug
EFG 110–115	EFG 115

Tabelle 5: Produktcluster 3 (Elektro-Gabelstapler < 1,6 t)

Produktcluster 4: Schubstapler mit Fahrersitz/-stand

Baureihe	Referenzfahrzeug
ETV 110–116	ETV 112
ETM/V 214–216	ETV 214
ETM/V 320–325	ETV 325
ETV Q20/ Q25	ETV Q20
ETV C16/ C20	ETV C16

Tabelle 6: Produktcluster 4 (Schubstapler mit Fahrersitz/-stand)

Produktcluster 5: Gabelhochhubwagen und sonstige Hochhubwagen

Baureihe	Referenzfahrzeug
EJD 220	EJD 220
EJC 110–112	EJC 12/110
EJC 214–216	EJC 14/214
EJC Z 14–16	EJC 214z
EJC BR B	EJC B14
ERD 220	ERD 220
ERC 212–216	ERC 214
ERC Z 12–16	ERC Z14
ESC 214–216z	ESC 214z
EMC 110/ B	EMC 110

Tabelle 7: Produktcluster 5 (Gabelhochhubwagen und sonstige Hochhubwagen)

Produktcluster 6: Gabelhubwagen und sonstige Hubwagen

Baureihe	Referenzfahrzeug
EJE 116–120	ELE 16/EJE 116
EJE C20	ELS 18/EJE C20
EJE 220–225	EJE 20/220
ERE 120	ERE 120
ERE 225	ERE 20/224/225
ESE 120	ESE 120
ESE 220–320	ESE 220
ECE BR2	ECE 20/220

Tabelle 8: Produktcluster 6 (Gabelhubwagen und sonstige Hubwagen)

Produktcluster 7: Wagen, Schlepper

Baureihe	Referenzfahrzeug
EZS 130	EZS 130
EZS 350	EZS 350
EZS 570	EZS 570

Tabelle 9: Produktcluster 7 (Wagen, Schlepper)

Hinweis:

Das Produktcluster der Schlepper befindet sich erst seit dem Jahr 2006 im Produktprogramm der Jungheinrich AG. Aus diesem Grund kann die prozentuale Entwicklung für dieses Cluster nicht auf Basis des Jahres 2000, sondern nur basierend auf dem ersten Verkaufsjahr (2006) stattfinden.

### 1.3. Untersuchungsrahmen

Der Untersuchungsrahmen zur Ermittlung der entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen umfasst die Herstellungs-, die Nutzungs- sowie die Aufarbeitungsphase der Flurförderzeuge.

Herstellungsphase: beinhaltet die Rohstoffherzeugung, die Produktion der Flurförderzeuge sowie den Transport der Flurförderzeuge zu Kunden bzw. Verteilzentren.

Nutzungsphase: umfasst den Energieverbrauch, der während des Lebenszyklus des Flurförderzeuges anfällt, sowie die Energie, die benötigt wird, um den Kraftstoff/die Energie zur Verfügung zu stellen (inkl. Vorkette). Somit wird der Energieverbrauch ab Beginn der Energiegewinnung bis zum Ende der Nutzung dargestellt.

Aufarbeitungsphase: beinhaltet den Transport der Flurförderzeuge zum Aufarbeitungswerk, die Rohstoffherzeugung, die Aufarbeitung der Flurförderzeuge sowie den Transport der Flurförderzeuge vom Aufarbeitungswerk zurück zum Kunden.

Alle Berechnungen in den oben genannten Phasen sind mit Faktoren (inkl. Vorkette) durchgeführt worden.

Abbildung 1 stellt den Untersuchungsrahmen der Ökobilanz grafisch dar.

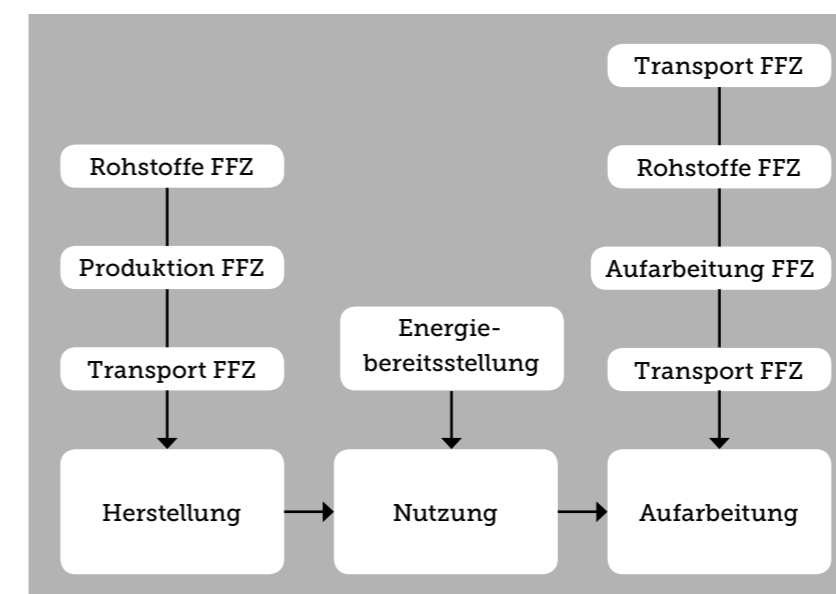


Abbildung 1: Untersuchungsrahmen der Ökobilanz

Die Lebensdauer eines Flurförderzeuges wird mit einem Durchschnittswert von 10.000 Betriebsstunden angesetzt. Dies entspricht der durchschnittlichen Einsatzdauer bei Kunden in der Intralogistik.

#### 1.4. Datengrundlage und Datenqualität

An dieser Stelle werden Rechenwege zur Ermittlung der benötigten Daten in den Phasen Herstellung, Nutzung und Aufarbeitung erläutert.

##### 1.4.1. Herstellungsphase

Um die entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Herstellungsphase zu betrachten, werden die Rohstoffherzeugung, die Produktionsphase und der Transport zu Kunden bzw. Verteilzentren beleuchtet.

Die für die Herstellung der Flurförderzeuge benötigten Rohstoffe werden aus einem durchschnittlichen Materialmix (prozentualer Anteil eines Materials am Flurförderzeug) je Produktcluster abgeleitet. Hierfür werden die zur Herstellung der einzelnen Rohstoffe benötigten Materialwerte ermittelt und der jeweilige CO<sub>2</sub>-Ausstoß wird abgeleitet. Die ermittelten Werte enthalten die Vorkette und berücksichtigen somit die Rohstoffgewinnung. Je nach Materialmix ergeben sich für jedes Produktcluster unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Emissionswerte pro Kilogramm Flurförderzeug. Bei batteriebetriebenen Flurförderzeugen ist die Batterie im Materialmix enthalten. Daher wird für die Berechnung das Gewicht des Flurförderzeuges inkl. Batterie verwendet.

Für die Berechnung des durchschnittlichen Gewichts pro Gerät je Produktcluster pro Jahr werden die jeweiligen Verkaufsstückzahlen einer Baureihe mit dem entsprechenden Gewicht des Referenzfahrzeuges multipliziert und aufsummiert. Diese Summe wird durch die Gesamtstückzahl der Flurförderzeuge eines Produktclusters geteilt. Das Durchschnittsgewicht multipliziert mit den CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kilogramm Flurförderzeug ergibt den CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Jahr und Flurförderzeug im entsprechenden Produktcluster.

Für die Ermittlung der Emissionen in der Produktionsphase der Flurförderzeuge werden die direkten und indirekten Energieträger, die jeweils pro Jahr in den Jungheinrich-Produktionswerken Norderstedt, Lüneburg, Moosburg und Landsberg verbraucht wurden, ermittelt und in CO<sub>2</sub> umgerechnet. Bei den direkten Energieträgern handelt es sich z. B. um Erdgas, als indirekter Energieträger sind Elektrizität bzw. Fernwärme zu betrachten.

In der Tabelle 10 werden alle Produktionswerke aufgeführt, in denen die Flurförderzeuge der untersuchten Produktcluster für Jungheinrich gefertigt wurden. Hier werden zudem Standortverlagerungen der Produktionslinien veranschaulicht.

	Landsberg	Leighton Buzzard	Lüneburg	Moosburg	Norderstedt
Elektro-Gegengewichtstapler > 1,6 t				X	
V-Stapler		Bis 2003		Ab 2004	
Elektro- Gegengewichtstapler < 1,6 t				X	
Schubstapler mit Fahrersitz/ -stand					X
Gabelhochhubwagen und sonstige Hochhubwagen	X				
Gabelhubwagen und sonstige Hubwagen	Ab 2009				Bis 2008
Wagen, Schlepper			X		

Tabelle 10: Produktionswerke der untersuchten Produktcluster

Die Jahreswerte von 2000 bis 2010 für die direkten und indirekten Energieträger werden in den Werken ermittelt. Mit den entsprechenden Umrechnungsfaktoren für die Energieträger wird der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Produktionswerke berechnet und aufsummiert. Die verwendeten Werte schließen die Vorkette ein.

Falls verbrennungsmotorische Flurförderzeuge als Betriebsstapler in den Werken eingesetzt werden, wird die Anzahl dieser Geräte mit der durchschnittlichen Nutzungsdauer von 220 Tagen à 6 Stunden pro Jahr multipliziert. Das Ergebnis wird mit einem Durchschnittswert aus der Flottenverbrauchsrechnung für VFG multipliziert. Dies ergibt den CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Jahr und Werk durch die Zahl der eingesetzten Betriebsstapler.

Die Gesamtsumme an CO<sub>2</sub> aus direkten und indirekten Energieträgern sowie der Betriebsflotte ergibt den Gesamtausstoß an CO<sub>2</sub> pro Werk pro Jahr. Der Gesamtausstoß an CO<sub>2</sub> wird auf die Flurförderzeuge laut AE-Statistik pro Werk pro Jahr umgelegt und je Gerät pro Produktcluster errechnet. Seitens Dantruck sind die Verbrauchswerte direkt pro Gerät angegeben.

Für den Transport der Flurförderzeuge von den Werken zu den Kunden bzw. Verteilzentren wurden die Transporte der in Europa ausgelieferten Geräte ausgewertet. Als Basis für die letzten zehn Jahre wurde hierfür aus den Verkaufszahlen des Jahres 2010 eine durchschnittliche Transportentfernung pro Produktcluster gebildet. Die Standorte der Verteilzentren sowie die Aufteilung der Transporte auf die Verteilzentren haben sich seit dem Jahr 2000 nicht wesentlich geändert.

Die Stückzahlen der Flurförderzeuge aus den Produktclustern wurden mit den jeweiligen Entfernungen multipliziert. Dies ergibt die Gesamtkilometer pro Produktcluster. Die Gesamtkilometer geteilt durch die Gesamtstückzahl der Geräte pro Produktcluster ergibt die durchschnittliche Transportentfernung für ein Flurförderzeug.

Für die Berechnung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes pro Flurförderzeug pro Produktcluster pro Jahr wurden zunächst alle Stückzahlen der Baureihen (AE-Statistik) in dem jeweiligen Produktcluster mit dem Gewicht des jeweiligen Referenzfahrzeuges multipliziert und dieses Gesamtgewicht wird dann durch die Gesamtstückzahl aller Geräte im Produktcluster geteilt. Hieraus ergibt sich das durchschnittliche Gewicht eines Flurförderzeuges pro Produktcluster pro Jahr. Dieser Wert wird sowohl für Transporte in der Herstellungsphase als auch für die Transporte in der Aufarbeitungsphase verwendet.

Die Multiplikation von durchschnittlicher Transportentfernung und durchschnittlichem Gewicht ergibt die durchschnittlichen Tonnenkilometer pro Gerät und Produktcluster pro Jahr. Die Transporte laufen ausschließlich per Lkw. Mit den Transportpartnern ist vertraglich fixiert, dass eine optimale Beladung durch die Transportunternehmen sicherzustellen ist.

Die durchschnittlichen Tonnenkilometer pro Jahr und Produktcluster multipliziert mit dem CO<sub>2</sub>-Faktor ergeben den durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Gerät pro Produktcluster im jeweiligen Jahr. Die Berechnung für die zur Aufarbeitung vorgesehenen Geräte verläuft analog.

##### 1.4.2. Nutzungsphase

Für die Ermittlung des durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes eines Jungheinrich-Flurförderzeuges pro Produktcluster in der Nutzungsphase müssen eine Reihe von Berechnungsschritten durchgeführt und dabei verschiedene Annahmen getroffen werden. Eine Erläuterung dieses Verfahrens ist den folgenden Absätzen zu entnehmen.

Um zunächst den Energieverbrauch für eine Produktgruppe innerhalb eines Produktclusters zu ermitteln, wurde ein spezifisches Fahrzeug innerhalb dieser Gruppe als Referenz festgelegt. Bei diesem Referenzfahrzeug handelt es sich um das Fahrzeug mit der größten verkauften Stückzahl innerhalb der Produktgruppe (Vergleich Kapitel 1.2).

Die Energieverbräuche aller ausgewählten Referenzfahrzeuge wurden mittels aktueller VDI-2198-Messzyklen (Stand 2011) ermittelt. Die durchgeführten Tests wurden jeweils fünfmal wiederholt. Aus den gemessenen Werten wurde ein Durchschnittswert gebildet mit dem Ziel, mögliche Messfehler auszugleichen.

Zur Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurde anschließend die verbrauchte Menge an Strom, Diesel oder Flüssiggas in CO<sub>2</sub> umgerechnet. Zur Umrechnung von Strom in CO<sub>2</sub> wurde der EU-Strommix der entsprechenden Jahre 2000 und 2010 angesetzt. Bei Diesel und Flüssiggas handelt es sich um einen konstanten Umrechnungsfaktor (siehe Tabelle 11).

Alle CO<sub>2</sub>-Umrechnungsfaktoren beinhalten die Bereitstellung (Vorkette) der Energieträger.

CO<sub>2</sub>-Umrechnungsfaktoren:

Energieträger	Umrechnung
Strom (EU)	1 kWh = 629 g CO <sub>2</sub> (2000) und 563 g CO <sub>2</sub> (2010)
Diesel	1 l = 4.432 g CO <sub>2</sub>
Flüssiggas („Treibgas“/LPG/Autogas)	1 kg = 3.496 g CO <sub>2</sub>

Tabelle 11: Umrechnungsfaktoren zur Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die Zusammensetzung des Flüssiggases entspricht den Vorgaben der DIN 51622 und das Gas besteht folgerichtig überwiegend aus Propan (mindestens 95 %).

Die ermittelten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Referenzfahrzeuge mit elektrischem Antrieb wurden in einem weiteren Schritt mit dem sogenannten Ladefaktor multipliziert.

Dieser begründet sich folgendermaßen: Aufgrund elektrischer und elektrochemischer Verluste beim Laden und Entladen kann der Batterie weniger Energie entnommen werden, als eingeladen wurde. Außerdem finden Verluste im Ladegerät statt, da nicht die komplette aus der Steckdose entnommene Energie an die Batterie weitergegeben, sondern ein Teil davon in Wärme umgewandelt wird.

Als Ladefaktor wird in unserer Berechnung die Netzenergie (in Kilowattstunden) bezeichnet, die erforderlich ist, um 1 kWh Leistung zu erzeugen.

Zur Ermittlung der notwendigen Netzenergie („Ladefaktor“) müssen folgende Faktoren bekannt sein:

Batterie- und Ladeart-spezifischer Ladefaktor  
Ladewirkungsgrad der Batterie (bedingt durch Lade- und Entladevorgang)  
Gerätewirkungsgrad des Ladegerätes

Der durch Batterie und Ladeart bedingte Ladefaktor unterscheidet sich aufgrund des Einsatzes unterschiedlicher Batteriearten mit verschiedenen Ladekennlinien (Wa-, Puls,- und IU-Kennlinie, Vergleich ZVEI-Merkblatt) und unterschiedlicher Ladetechnologien (Transformator und Hochfrequenz).

Der Ladefaktor bewegt sich zwischen ca. 1,2 für (gealterte) Nassbatterien mit Wa-Kennlinie und ca. 1,05 für verschlossene Batterien mit festgelegten Elektrolyten (Gelbatterien) mit IU-Kennlinie (Vergleich VDI-Infoblatt B2 „Überschlägige Kostenermittlung einer Batterieladung“). Der Wert 1,05 sagt aus, dass 1,05 kWh Netzenergie aufgewandt werden müssen, um eine Leistung von 1 kWh zu erzeugen.

Der Ladewirkungsgrad der Batterie definiert das Verhältnis zwischen Lade- und Entlademenge und liegt je nach Batterietechnologie zwischen 0,83 und 0,95 (Vergleich VDI-Infoblatt B2).

Als Gerätewirkungsgrad wird der energetische Wirkungsgrad des Ladegerätes während des gesamten Ladevorgangs bezeichnet, der je nach Ladegerät-Technik unterschiedlich ist (Vergleich VDI-Infoblatt B2). Er liegt üblicherweise zwischen 0,75 für Ladegeräte mit unregelmäßiger Technik und ca. 0,9 für Geräte mit primär getakteter Technik (HF-Geräte).

Um nun einen Gesamtladefaktor zu ermitteln, teilt man den Batterie- und Ladeart-spezifischen Ladefaktor durch den Ladewirkungsgrad der Batterie und den Gerätewirkungsgrad.

Beispielrechnung:

Es soll 1 kWh Leistung zur Verfügung gestellt werden. Wie viel Netzenergie (kWh) wird benötigt?

Batterie- und Ladeart spezifischer Ladefaktor.....1,2  
Ladewirkungsgrad der Batterie..... 0,85 (85 %)  
Gerätewirkungsgrad des Ladegerätes ..... 0,88 (88 %)

Formel:

Leistung \* (Batterie- und Ladeart-spezifischer Ladefaktor/Ladewirkungsgrad der Batterie/ Gerätewirkungsgrad des Ladegerätes) = Netzenergie  
1 kWh \* (1,2/0,85/0,88) = 1,60

Der Ladefaktor wurde in der Gesamtberechnung für die Nutzungsphase berücksichtigt, indem er mit dem CO<sub>2</sub>-Jahresverbrauch multipliziert wurde. Hierbei wurden aufgrund des unterschiedlichen Einsatzes von Ladetechnologien (Transformator/Hochfrequenz) unterschiedliche durchschnittliche Ladefaktoren für Gabelhochhubwagen und andere Hochhubwagen (Produktcluster 5) sowie Gabelhubwagen und andere Hubwagen (Produktcluster 6) angesetzt als für die anderen Elektrofahrzeuge.

Im nächsten Schritt wurde der CO<sub>2</sub>-Ausstoß eines Fahrzeuges pro Lebenszyklus berechnet. Hierfür wurde jedem Fahrzeug – sowohl mit elektrischem als auch mit verbrennungsmotorischem Antrieb – ein Wert von 10.000 Betriebsstunden zugrunde gelegt. Dies entspricht der Dauer eines durchschnittlichen ersten Fahrzeuglebens.

Damit letzten Endes pro Produktcluster die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Lebenszyklus ermittelt werden können, findet eine Gewichtung der jährlichen Einzel-fahrzeugverbräuche auf Basis der verkauften Stückzahlen der jeweiligen Jahre (AE-Statistik) statt. Als Ergebnis erhält man den CO<sub>2</sub>-Ausstoß eines Durchschnittsfahrzeuges pro Lebenszyklus. Bei diesem Durchschnittsfahrzeug handelt es sich nicht um ein real existierendes Fahrzeug, sondern um eine statistische Erhebung.

### 1.4.3. Aufarbeitungsphase

Die Berücksichtigung der Aufarbeitungsphase beginnt im Jahr 2006 mit der Eröffnung des zentralen Aufarbeitungswerkes für gebrauchte Gabelstapler in Klipphausen bei Dresden. Hier werden die angelieferten Gebrauchtgeräte aufgearbeitet – mit anderen Worten: in ein zweites Leben überführt – und anschließend an Kunden zurückgeliefert.

Die für die Aufarbeitung der Flurförderzeuge benötigten Rohstoffe ergeben sich aus einem durchschnittlichen Materialmix je Produktcluster. Für die Herstellung dieser Rohstoffe werden (analog zur Herstellungsphase) die entsprechenden Daten herangezogen. Daraus wird dann der jeweilige CO<sub>2</sub>-Ausstoß ermittelt.

Für die Berechnung wird das Durchschnittsgewicht pro Gerät pro Produktcluster pro Jahr aus der Herstellungsphase verwendet. Das Durchschnittsgewicht multipliziert mit den CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kilogramm Flurförderzeug ergibt den CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Jahr und aufbereitetes Flurförderzeug in dem entsprechenden Produktcluster.

Für die Aufarbeitung der Flurförderzeuge wird der Jahresverbrauch an direkten und indirekten Energieträgern in Dresden ermittelt und in CO<sub>2</sub> umgerechnet. Verwendung finden die gleichen Umrechnungsfaktoren wie in der Herstellungsphase.

Die Summe CO<sub>2</sub> aus direkten und indirekten Energieträgern sowie der Betriebsflotte ergibt den Gesamtausstoß CO<sub>2</sub> im Aufarbeitungswerk Dresden pro Jahr. Der Gesamtausstoß an CO<sub>2</sub> wird auf die aufgearbeiteten Flurförderzeuge in Dresden pro Jahr umgelegt.

Die allgemeine Berechnung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes für den Transport in der Aufarbeitungsphase wird im Absatz „Herstellungsphase“ beschrieben. Für die Auswertung der zur Aufarbeitung vorgesehenen Geräte in Dresden wurde die Berechnung analog durchgeführt. Die aufgearbeiteten Flurförderzeuge werden direkt beim Kunden abgeholt und nach der Aufarbeitung wieder zurückgeliefert. Daher wurden die Entfernungswerte mit dem Faktor 2 multipliziert.

### 1.5. Fehlerabschätzung und Sensitivitätsanalyse

Zur Unterstreichung der Glaubwürdigkeit und Aussagekraft der Untersuchung sollen an dieser Stelle mögliche Fehlerquellen aufgespürt und die dafür gewählten Lösungsansätze beschrieben werden. Des Weiteren wird eine Einschätzung vorgenommen, wie stark die ermittelten Werte nach oben und unten variieren und welche Auswirkungen mögliche Schwankungen auf das Gesamtergebnis haben können.

#### 1.5.1. Fehlerabschätzung Herstellungsphase

##### Rohstoffe

Die CO<sub>2</sub>-Faktoren wurden so gewählt, dass bei einem Materialmix immer der höhere Wert verwendet wurde.

Bei Metall-Composite und bei Metall-Kunststoff-Composite belaufen sich die prozentualen Verteilungen von Stahl zu Kunststoff auf 80 zu 20 bzw. 50 zu 50. Die Fehlerabschätzung wurde in dem Produktcluster vorgenommen, in dem der jeweilige Materialanteil am höchsten ausfällt (Schubmaststapler Metall-Composite, V-Stapler Metall-Kunststoff-Composite). Die Ergebnisse sind in der Tabelle 12 dargestellt.

##### Produktion

Die Berechnung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in den Werken beruht auf realen Verbrauchswerten.

Die Umrechnungsfaktoren stammen aus anerkannten Quellen. Eine systematische Fehlerquelle ist hier nicht zu erkennen.

##### Transport

Als Faktor für die Transporte haben wir den Lkw Diesel MIX DE 2010 Transporte aus der GEMIS-Datenbank Version 4.7 Gütertransport 2010 verwendet. Dieser Wert beinhaltet den gesamten Lebenszyklus (Transporte plus Vorleistung). Die Entfernungen wurden aus den tatsächlichen Verkaufszahlen in die Länder ermittelt.

Eine systematische Fehlerquelle ist hier nicht zu erkennen.

#### 1.5.2. Fehlerabschätzung Nutzungsphase

##### Ermittlung der Energieverbräuche

Die Energieverbräuche der Referenzfahrzeuge wurden auf Basis der VDI-2198-Richtlinie ermittelt.

Hierbei wurde das VDI-Spiel mindestens fünfmal wiederholt und aus den gemessenen Werten ein Mittelwert gebildet. Alle gemessenen Werte lassen sich dem Messbericht entnehmen.

Für die ermittelten Werte Stromaufnahme und Zeit ist für das VDI-Lastspiel eine Toleranz von ca. 0,5 % zulässig (Vergleich Messbericht).

Damit Messfehler bei der Strommessung ausgeschlossen werden konnten, wurden immer zwei Strommesser gleichzeitig eingesetzt. Wenn keine Abweichungen zwischen den beiden Messungen bestehen, kann angenommen werden, dass keine Messfehler aufgetreten sind.

##### Ladefaktor

Da sich der Ladefaktor aus drei verschiedenen Faktoren – dem Batterie- und Ladeart-spezifischen Ladefaktor, dem Ladewirkungsgrad der Batterie und dem Gerätewirkungsgrad des Ladegerätes – zusammensetzt, können bei all diesen Faktoren geringe Abweichungen von maximal 5 % auftreten.

Alle Berechnungen wurden nach der gleichen Systematik durchgeführt.

### 1.5.3. Fehlerabschätzung Verwertungsphase

##### Rohstoffe

Die CO<sub>2</sub>-Faktoren wurden so gewählt, dass bei einem Materialmix immer der höhere Wert verwendet wurde.

Bei Metall-Composite und bei Metall-Kunststoff-Composite belaufen sich die prozentualen Verteilungen von Stahl zu Kunststoff auf 80 zu 20 bzw. 50 zu 50. Die Fehlerabschätzung wurde in dem Produktcluster vorgenommen, in dem der jeweilige Materialanteil am höchsten ausfällt (Schubmaststapler Metall-Composite, V-Stapler Metall-Kunststoff-Composite). Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 dargestellt.

##### Aufarbeitung

Die Berechnung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes im Wiederaufarbeitungswerk Dresden beruht auf realen Verbrauchswerten.

Die Umrechnungsfaktoren stammen aus anerkannten Quellen. Eine systematische Fehlerquelle ist hier nicht zu erkennen.

##### Transport

Als Faktor für die Transporte haben wir den Lkw Diesel MIX DE 2010 Transporte aus der GEMIS-Datenbank Version 4.7 Gütertransport 2010 verwendet. Dieser Wert beinhaltet den gesamten Lebenszyklus (Transporte plus Vorleistung). Die Entfernungen wurden aus den tatsächlichen Verkaufszahlen in die Länder ermittelt.

Eine systematische Fehlerquelle ist hier nicht zu erkennen.

### 1.5.4. Sensitivitätsanalyse

Nachstehend soll dargestellt werden, welchen Einfluss die in 1.5.1. bis 1.5.3. ermittelten möglichen Fehlerquellen auf das Gesamtergebnis haben können. Vorab ist zu erwähnen, dass die Nutzungsphase mit einem Anteil von mindestens 80 % den größten Einfluss auf das Gesamtergebnis (Herstellung und Nutzung) hat.

Herstellungsphase		
Betrachteter Wert	Annahme	Auswirkung auf die Herstellungsphase
Metall-Composite Stahl/Kunststoff 80 %/20 % bei Schubmaststaplern	Schlechterer Wert Kunststoff zu 100 % verwenden (1,6 kg CO <sub>2</sub> statt 1,37 kg CO <sub>2</sub> )	Verschlechterung um 1,01 %.
Metall-Kunststoff-Composite Stahl/Kunststoff 50 %/50 % bei V-Staplern	Schlechterer Wert Kunststoff zu 100 % verwenden (1,6 kg CO <sub>2</sub> statt 1,37 kg CO <sub>2</sub> )	Verschlechterung um 0,14 %.
Nutzungsphase		
Betrachteter Wert	Annahme	Auswirkung auf die Nutzungsphase
Energieverbrauch laut VDI 2198	Die Messwerte (Strom-aufnahme und Zeit) weisen die größtmög- liche Abweichung vom VDI-Spiel auf (0,5 %).	Abweichung um 0,5 %
Ladefaktor	Alle Ladefaktoren sind um 5% höher.	Verbesserung der prozentualen Ent- wicklung um 0,1 %
Aufarbeitungsphase		
Betrachteter Wert	Annahme	Auswirkung auf die Aufarbeitungs- phase
Metall-Composite Stahl/Kunststoff 80 %/20 % bei Schubmaststaplern	Schlechterer Wert Kunststoff zu 100 % verwenden (1,6 kg CO <sub>2</sub> statt 1,37 kg CO <sub>2</sub> )	Verschlechterung um 1,29 %.
Metall-Kunststoff-Composite Stahl/Kunststoff 50 %/50 % bei V-Staplern	Schlechterer Wert Kunststoff zu 100 % verwenden (1,6 kg CO <sub>2</sub> statt 1,37 kg CO <sub>2</sub> )	Verschlechterung um 0,85 %.

Tabelle 12: Sensitivitätsberechnungen

Fazit: Die beschriebenen Auswirkungen können sich auf die absoluten CO<sub>2</sub>-Ergebnisse auswirken, jedoch nicht auf die prozentualen Entwicklungen der Jahre 2000 und 2010.

### 2. Modellannahmen und Festlegungen der Ökobilanz

Im Folgenden soll zusammenfassend dargestellt werden, welche Basisannahmen für die Untersuchung getroffen wurden.

#### Ziel der Ökobilanz

- Verfolgung der Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes innerhalb der definierten Produktcluster von in den Jahren 2000 bis 2010 in Betrieb genommenen Fahrzeugen
- Ausgangspunkt für Zielsetzungen zur weiteren Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes

#### Untersuchungsrahmen

- Funktion: Einsatz von Flurförderzeugen in der Intralogistik über einen durchschnittlichen Einsatzzeitraum von 10.000 Betriebsstunden (erstes Fahrzeugleben)
- Vergleichbarkeit: vergleichbare Fahr- und Hubleistungen innerhalb der einzelnen Produktcluster (definiertes Arbeitsspiel)
- Systemgrenzen: Die Systemgrenzen schließen die Herstellungsphase, die Nutzungsphase inklusive der Energiebereitstellung sowie die Aufarbeitungsphase ein.
- Abschneidekriterien: Wartung, Instandhaltung, Entsorgung und Recycling sind nicht Bestandteil der Untersuchung.
- Allokation: Die Input-/Outputflüsse sind für die jeweiligen Phasen durch die Rechenwege beschrieben. Beispiel Produktionsphase: Input sind die direkten und indirekten Energieträger, der Output ist der daraus resultierende CO<sub>2</sub>-Ausstoß, der ein Teilergebnis des Gesamtsystems darstellt.

#### Datengrundlage

- Messergebnisse gemäß VDI-2198-Messzyklus
- Technische Datenblätter
- Verkaufs-/AE-Statistik
- Jährlicher CO<sub>2</sub>-Umrechnungsfaktor (Strommix)
- Umrechnungsfaktor für Diesel und Flüssiggas (Konstante)
- Ladefaktor (hierfür: Batterie- und Ladeart-spezifischer Ladefaktor, Ladewirkungsgrad der Batterie, Geräte-wirkungsgrad des Ladegerätes, Stückzahlverteilung auf unterschiedliche Ladegerättypen)
- Durchschnittlicher Lebenszyklus (Betriebsstunden)
- Materialmix Produktcluster als Basis für Herstellungs- und Aufarbeitungsphase
- CO<sub>2</sub>-Umrechnungsfaktoren
- Energieverbrauchswerte aus den Werken
- Umrechnungsfaktoren für Erdgas, Fernwärme etc.
- Umrechnungsfaktor für Transporte
- Auswertung Transporte 2010
- AE-Statistik Dresden 2011 (Aufarbeitungsquote)

#### Bilanzergebnisse

- Die Sachbilanzergebnisse erfassen die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den jeweiligen Phasen.
- Eine Wirkungsabschätzung wurde nicht durchgeführt.

### 3. Ergebnisse der Ökobilanzierung

#### 3.1. Sachbilanzergebnisse für die Herstellung und Nutzung

Nachfolgend wird zunächst das Ergebnis der Untersuchung für die Phasen Herstellung und Nutzung dargestellt und zusammengefasst. Die Zahlen in der Tabelle 13 beziehen sich auf die gesamte Fahrzeugflotte.

Angaben in t CO<sub>2</sub> pro Lebenszyklus pro Durchschnittsfahrzeug

	Herstellung			Nutzung			Summe		
	2000	2010	%	2000	2010	%	2000	2010	%
Elektro-Gegengewichtstapler > 1,6 t	7,6	7,9	+4,4	59,1	43,9	-25,7	66,6	52,8	-20,8
V-Stapler	12,5	12,1	-3,1	160,1	117,8	-26,4	172,6	129,9	-24,7
Elektro-Gabelstapler < 1,6 t	6,6	6,5	-0,6	48,1	33,3	-30,7	54,6	39,8	-27,1
Schubstapler mit Fahrersitz/-stand	5,1	5,0	-2,8	48,1	33,5	-30,4	53,3	38,5	-27,7
Gabelhochhubwagen und sonstige Hochhubwagen	1,2	1,5	+20,3	10,3	8,2	-20,4	11,6	9,7	-16,1
Gabelhubwagen und sonstige Hubwagen	1,1	1,1	+0,8	5,6	4,3	-22,5	6,6	5,4	-18,8
Wagen, Schlepper	2,0*	2,0	-2,0*	14,5*	15,1	+3,5*	16,6	17,1	+2,8

Tabelle 13: Untersuchungsergebnisse Herstellung und Nutzung

\* Werte aus dem ersten Verkaufsjahr (2006)/Entwicklung im Vergleich zum Jahr 2006.

Es wird deutlich, dass in den letzten zehn Jahren (2000–2010) erhebliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen in allen Produktclustern der Jungheinrich AG erzielt werden konnten. Bei einigen Produktclustern gab es in der Herstellungsphase aber auch eine Zunahme des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes.

In der Herstellungsphase gab es in den Jahren 2000–2010 CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 3,1 % bei den verbrennungsmotorischen Staplern. Bei den Elektro-Gabelstaplern < 1,6 t, den Schubmaststaplern und den Wagen/Schleppern ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß ebenfalls zurückgegangen (Berechnungszeitraum bei Wagen und Schleppern sind die Jahre 2006–2010).

Eine Zunahme des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes ist bei den Gabelhochhubwagen von 20,3 % und bei den Elektro-Gabelstaplern > 1,6 t von 4,4 % zu verzeichnen.

Eine Ursache für die Zunahme bei den Gabelhochhubwagen war die steigende Stückzahl schwererer Geräte. Dies führte insbesondere beim Rohstoffverbrauch und bei den Transporten zu einem höheren CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Auch die Verlagerung zweier Baureihen für Gabelhubwagen (Niederhub) von Norderstedt nach Landsberg im Jahr 2009 sowie weiterer drei im Jahr 2010 hatte Einfluss auf die Produktion in Norderstedt.

Die Zunahme des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bei den Elektro-Gabelstaplern > 1,6 t von 4,4 % (vgl. Gabelhochhubwagen) ist mit der Erweiterung des Produktclusters um schwerere Geräte ab dem Jahr 2004 zu erklären.

Auch die Finanz- und Wirtschaftskrise in den Jahren 2007–2009 hat Einfluss auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Produktion genommen. Bei geringerer Auslastung der Werke werden die Energieverbräuche auf weniger Geräte umgelegt, wodurch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Gerät steigt. Dieser Effekt ist besonders im Jahr 2009 zu erkennen.

In der Nutzungsphase kann man feststellen, dass bei allen Produktclustern, die die Jungheinrich AG im Jahr 2000

bereits im Portfolio führte, erhebliche Effizienzsteigerungen zwischen 20 % und 31 % erzielt wurden. Diese Entwicklung ist auf die Einführung neuer Technologien, aber auch auf die Verbesserung bestehender Technik, z. B. durch Optimierungen an den Flurförderzeugen, zurückzuführen. Des Weiteren spielen die Einflussfaktoren Ladefaktor und EU-Strommix eine erhebliche Rolle. Hier wurden in den vergangenen zehn Jahren ebenfalls deutliche Verbesserungen erzielt.

Das Produktcluster der Wagen/Schlepper zeigt in den Jahren zwischen 2006 und 2010 eine negative Entwicklung. Obwohl jedes einzelne Referenzfahrzeug dieses Produktclusters im genannten Zeitraum eine Verbesserung aufweist, hat sich die Gesamtentwicklung des Durchschnittsfahrzeuges verschlechtert. Das liegt daran, dass zuletzt vor allem leistungsstärkere/größere Baureihen mit entsprechend höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen verkauft wurden und diese aufgrund der Stückzahlberücksichtigung im Durchschnittsfahrzeug das Ergebnis (vorerst) ins Negative ziehen.

#### 3.2. Sachbilanzergebnisse für die Aufarbeitung

In der Aufarbeitungsphase sind über alle sieben Produktcluster CO<sub>2</sub>-Einsparungen zwischen 1,3 % und 7,4 % zu verzeichnen. Die Anzahl der Geräte, die z. B. nach Deutschland und Österreich geliefert wurden, ist seit dem Jahr 2006 deutlich gestiegen; dadurch haben sich die durchschnittlichen Transportkilometer pro Gerät reduziert, was zu einer Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes beigetragen hat.

Die Ergebnisse für die Aufarbeitungsphase sind der folgenden Übersicht zu entnehmen. Aktuell werden ca. 7 % der Fahrzeuge aufgearbeitet:

Angaben in t CO<sub>2</sub> pro Lebenszyklus pro Durchschnittsfahrzeug

	Elektro-Gegengewichtstapler > 1,6 t	V-Stapler	Elektro-Gabelstapler < 1,6 t	Schubstapler mit Fahrersitz/-stand	Gabelhochhubwagen und sonstige Hochhubwagen	Gabelhubwagen und sonstige Hubwagen	Wagen, Schlepper
2006	1,6	2,1	1,6	1,4	0,5	0,4	–
2010	1,5	2,0	1,5	1,3	0,5	0,4	–
%	-5,6	-7,4	-5,6	-7,2	-1,3	-4,1	–

Tabelle 14: Untersuchungsergebnisse Aufarbeitung

#### 3.3. CO<sub>2</sub>-Ausstoß für in Verkehr gebrachte Geräte (Herstellung und Aufarbeitung)

Als in Verkehr gebrachte Geräte werden die in einem Jahr hergestellten sowie aufgearbeiteten Geräte berücksichtigt. Durch den deutlich geringeren CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei den aufgearbeiteten Geräten reduziert sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei den insgesamt in Verkehr gebrachten Geräten. Der Anteil der aufgearbeiteten Geräte soll in Zukunft sukzessive erhöht werden. Dementsprechend sind in diesem Bereich größere Einsparungen zu erwarten.

Bei dieser Auswertung wird das Produktcluster Wagen/Schlepper nicht berücksichtigt, da diese Fahrzeuge erst im Jahre 2006 zum Jungheinrich-Produktportfolio hinzugekommen sind. Dies hat zur Folge, dass sich aktuell noch keine Fahrzeuge in der Aufarbeitung befinden.

Bei einer Aufarbeitungsquote von derzeit 7 % ergeben sich bei den in Verkehr gebrachten Fahrzeugen die in der Tabelle 15 gezeigten Reduzierungen bei dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

Angaben in t CO<sub>2</sub> pro Lebenszyklus pro Durchschnittsfahrzeug

	Herstellung			In Verkehr gebrachte Geräte (Herstellung und Aufarbeitung)			Veränderung des CO <sub>2</sub> -Ausstoßes durch die Aufarbeitung im Jahr 2010	
	2000	2010	%	2000	2010	%	Absolut	%
Elektro-Gegen-gewichtsstapler > 1,6 t	7,6	7,9	+4,4	7,6	7,3	-3,7	0,6	-7,7
V-Stapler	12,5	12,1	-3,1	12,5	11,0	-12,1	1,1	-9,3
Elektro-Gabelstapler < 1,6 t	6,6	6,5	-0,6	6,6	5,8	-12,2	0,8	-11,7
Schubstapler mit Fahrersitz/-stand	5,1	5,0	-2,8	5,1	4,7	-8,6	0,3	-5,9
Gabelhochhubwagen und sonstige Hochhubwagen	1,2	1,5	+20,3	1,2	1,4	+16,3	0,05	-3,4
Gabelhubwagen und sonstige Hubwagen	1,1	1,1	+0,8	1,1	1,0	-2,6	0,04	-3,3

Tabelle 15: Veränderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch Aufarbeitung (2010)

Durch die konsequente Aufarbeitung von Fahrzeugen kann der Energiebedarf deutlich verringert werden. Dadurch fallen im zweiten Lebenszyklus bis zu 84 % weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Fahrzeug an.

Ein Überblick über die Einsparpotenziale liefert die Tabelle 16.

Angaben in t CO<sub>2</sub> für Herstellung/Aufarbeitung pro Einzelfahrzeug im Jahr 2010

	Elektro-Gegengewichtsstapler > 1,6 t	V-Stapler	Elektro-Gabelstapler < 1,6 t	Schubstapler mit Fahrersitz/-stand	Gabelhochhubwagen und sonstige Hochhubwagen	Gabelhubwagen und sonstige Hubwagen
Herstellung (Neugerät)	7,6	12,1	6,5	5,0	1,5	1,1
Aufarbeitung (Gebrauchtgerät)	1,5	2,0	1,5	1,3	0,5	0,4
Δ in %	-81	-84	-77	-74	-69	-64

Tabelle 16: Einsparpotenzial beim CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Gerät durch die Aufarbeitung

### 3.4. Gesamtbilanz

Zieht man eine Gesamtbilanz bezüglich des Untersuchungsrahmens, dann wird deutlich, dass in den letzten zehn Jahren die CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 28,5 % zurückgegangen sind.

Werden die aufgearbeiteten Fahrzeuge in die Gesamtbilanz miteinbezogen, erhöhen sich die CO<sub>2</sub>-Einsparungen noch einmal (siehe Tabelle 17, Werte ohne Aufarbeitung in Klammern). Durch einen konsequenten Ausbau der Aufarbeitung von Fahrzeugen können die Einsparungen auf Herstellerseite noch weiter gesteigert werden.

Sollten in Zukunft auch Wagen und Schlepper aufgearbeitet werden, sind in diesem Produktcluster ebenfalls deutliche Einsparungen zu erwarten.

Angaben in t CO<sub>2</sub> pro Lebenszyklus pro Durchschnittsfahrzeug

	In Verkehr gebrachte Geräte (Herstellung und Aufarbeitung)			Nutzung			Summe		
	2000	2010	%	2000	2010	%	2000	2010	%
Elektro-Gegengewichtsstapler > 1,6 t	7,6	7,3	-3,7	59,1	43,9	-25,7	66,6	52,2 (52,8)	-21,7 (-20,8)
V-Stapler	12,5	11,0	-12,1	160,1	117,8	-26,4	172,6	128,8 (129,9)	-25,4 (-24,7)
Elektro-Gabelstapler < 1,6t	6,6	5,8	-12,2	48,1	33,3	-30,7	54,6	39,1 (39,8)	-28,5 (-27,1)
Schubstapler mit Fahrersitz/-stand	5,1	4,7	-8,6	48,1	33,5	-30,4	53,3	38,2 (38,5)	-28,3 (-27,7)
Gabelhochhubwagen und sonstige Hochhubwagen	1,2	1,4	+16,3	10,3	8,2	-20,4	11,6	9,7 (9,7)	-16,5 (-16,1)
Gabelhubwagen und sonstige Hubwagen	1,1	1,0	-2,6	5,6	4,3	-22,5	6,6	5,3 (5,4)	-19,3 (-18,8)
Wagen, Schlepper	2,0*	2,0	-2,0*	14,5*	15,1	+3,5*	16,6	17,1	+2,8

Tabelle 17: Gesamtbilanz

\* Werte aus dem ersten Verkaufsjahr (2006)/Entwicklung im Vergleich zum Jahr 2006.

Jungheinrich eröffnet den Flurförderzeugen mit einer hochwertigen Aufarbeitung einen zweiten Lebenszyklus. Somit müssen weniger Fahrzeuge neu produziert werden, da bei vielen Einsatzfällen ein Gebrauchtfahrzeug für den Kunden ausreichend ist.

Wie aus dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchung hervorgeht, ist die Aufarbeitung mit einem deutlich geringeren Energieeinsatz im Gegensatz zur Neuproduktion verbunden. Bei Berücksichtigung der Aufarbeitung entsteht eine Differenz von bis zu 0,6 t CO<sub>2</sub> pro Fahrzeug beim EFG < 1,6 t. Diese Differenz kann diesem Produktcluster in der CO<sub>2</sub>-Bilanz gutgeschrieben werden.

### 4. Gültigkeitserklärung

Die für das Jungheinrich-Umweltprädikat getroffenen Aussagen sind durch die Gültigkeitserklärung vom TÜV Nord abgesichert. Mit dem Zertifikat wird bestätigt, dass die Umweltbilanz auf zuverlässigen Daten beruht und die Methode, mit der sie erstellt wurde, den Anforderungen der DIN EN ISO 14040 entspricht.

## 5. Literatur- und Quellenverzeichnis

Arbeitsgemeinschaft (AG) Energiebilanzen e.V. (2011): „Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeinheiten (2000–2009)“:  
<http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=65>

GEMIS Version 4.7 Gütertransport 2010 (2011): <http://www.gemis.de/de/index.htm>

Linde Gase (2011): [http://www.linde-gase.de/datenblatt/db\\_propan\\_DIN51622.pdf](http://www.linde-gase.de/datenblatt/db_propan_DIN51622.pdf)

Öko-Institut e.V. (2007): „Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der Bereitstellungsvorketten“:  
[http://www.oeko.de/service/gemis/files/doku/gemis44thg\\_emissionen\\_fossil.pdf](http://www.oeko.de/service/gemis/files/doku/gemis44thg_emissionen_fossil.pdf)

Umweltbundesamt (2008): „Bestimmung spezifischer Treibhausgas-Emissionsfaktoren für Fernwärme“:  
<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3476.html>

Umweltbundesamt (2011a): <http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/co2-strommix.pdf>

Umweltbundesamt (2011b): <http://www.probas.umweltbundesamt.de/>

VDI (2011a): Infoblatt „Überschlägige Kostenermittlung einer Batterieladung“: [http://www.vdi.de/fileadmin/vdi\\_de/redakteur\\_dateien/fml\\_dateien/Info-Blatt\\_\\_B2\\_/VDI-FFZ-Infoblatt\\_Kostenermittlung%20Batterieladung.pdf](http://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/fml_dateien/Info-Blatt__B2_/VDI-FFZ-Infoblatt_Kostenermittlung%20Batterieladung.pdf)

VDI (2011b): VDI-Richtlinie 2198 „Typenblätter für Flurförderzeuge“:  
[http://www.vdi.de/401.0.html?&no\\_cache=1&tx\\_vdirili\\_pi2%5BshowUID%5D=93416](http://www.vdi.de/401.0.html?&no_cache=1&tx_vdirili_pi2%5BshowUID%5D=93416)

ZVEI (2011): Merkblatt „Ladegerätezuordnung für Antriebsbatterien in geschlossener (PzS) und verschlossener (PzV) Ausführung“: <http://www.zvei.org/fachverbaende/batterien/publikationen/>

## 6. Anhang

Ökobilanz\_Herstellungphase\_Aufarbeitungsphase\_Stand\_2011final (Excel-Datei mit allen Berechnungen und Quellenangaben für die Herstellungs- und Aufarbeitungsphase)

Ökobilanz\_Nutzungsphase\_Stand\_2011final (Excel-Datei mit allen Berechnungen und Quellenangaben für die Nutzungsphase)

Anhang\_Ökobilanz\_Ladefaktor\_Stand\_2011final (Excel-Datei mit allen Berechnungen zur Ermittlung der Ladefaktoren)

# GÜLTIGKEITSERKLÄRUNG

## DIN EN ISO 14040 : 2009 (Produkt-Ökobilanz)

Der Nachweis der regelwerkskonformen Anwendung wurde erbracht und wird gemäß TÜV NORD CERT-Verfahren bescheinigt für

**Jungheinrich AG**  
Am Stadtrand 35  
22047 Hamburg  
Deutschland

Geltungsbereich

## Das Jungheinrich-Umweltprädikat

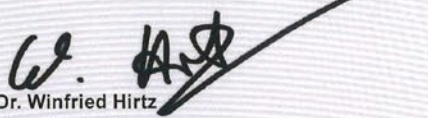
Die Forderungen werden erfüllt, nachgewiesen durch eine kritische Prüfung hinsichtlich

- ordnungsgemäßer Methodologien
- repräsentativer Bilanzierungs- und Wirkungskategorien
- durchgängiger Transparenz und Konsistenz

Auditbericht-Nr. 3508 3799

Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2011-10-15

  
Dr. Winfried Hirtz  
Umweltgutachter

TÜV NORD CERT GmbH

Langemarckstraße 20

45141 Essen

[www.tuev-nord-cert.de](http://www.tuev-nord-cert.de)

Hannover, 15.10.2011  
TNC Umweltgutachter-H

## **Bericht** **über die** **kritische Prüfung der Ökobilanzstudie**

### **Das Jungheinrich-Umweltprädikat**

Berichts-Nr.: 8000 396 269

Auftraggeber: Jungheinrich AG  
Am Stadtrand 35  
22047 Hamburg

Ersteller  
der internen Studie : Jungheinrich AG  
Abteilungen:  
Qualität und Umwelt  
Zentrales Portfoliomanagement

Umweltgutachter : Dr. Winfried Hirtz

Umfang: 8 Seiten

## **1 Allgemeines**

### **1.1 Gegenstand und Aufgabenstellung**

Die Jungheinrich AG, hat eine vergleichende Ökobilanz „Das Jungheinrich-Umweltprädikat“ ausgearbeitet.

Die Jungheinrich AG, beauftragte die TÜV NORD CERT Umweltgutachter GmbH als unabhängige, externe Stelle mit der kritischen Prüfung dieser Ökobilanz-Studie gemäß DIN ISO 14040 und DIN ISO14044.

Seitens der TÜV NORD CERT wurde die Begutachtung von den nach dem Umweltauditgesetz zugelassenen Umweltgutachter Dr.-Ing. Winfried Hirtz vorgenommen.

Auftragsgemäß bestand das Ziel der kritischen Prüfung darin, die Zuverlässigkeit, die Transparenz, die Relevanz und die Repräsentativität der bei der vorgelegten Ökobilanz angewandten Methodologien hinsichtlich

- Bilanzierungsziel und –rahmen
- Sachbilanz
- Wirkungsabschätzung und
- Bilanzaus- und -bewertung

zu überprüfen.

### **1.2 Vorgehensweise**

Unter Beachtung übergeordneter Gütekriterien (i.w. Transparenz, Reproduzierbarkeit, Qualität der verwendeten EDV-Programme und Daten, Offenlegung der Datenherkunft) ist die kritische Prüfung mittels der folgenden Arbeitsschritte vorgenommen worden:

- Überprüfung von Bilanzierungsziel und –rahmen insbesondere der Funktion und funktionellen Äquivalenz von Systemgrenzen / Bilanzrahmen (Raum, Zeit, Technologie), der Allokationsverfahren mit den gewählten spezifischen Zu-/ Verteilungsregelungen und der Auswahl signifikanter Parameter und Stoffe

- Überprüfung der ausgeführten Sachbilanz insbesondere im Hinblick auf die Input/Output-Analysen (Hauptketten), die verwendeten Input/Output-Daten (I/O-Daten) incl. deren Zuverlässigkeit, die Systematik, Vollständigkeit und Plausibilität der I/O-Analyse, die Sensitivitätsanalyse und Fehlerabschätzung, die Plausibilität und Seriosität der EDV-Programme und die Berücksichtigung von vorgelagerten Prozessketten, Koppelprodukten und sekundären Nachnutzungseffekten
- Überprüfung der Wirkungsabschätzung mit den Schwerpunkten der Auswahl der Wirkungskategorien (sach- und problemorientiert) und der Aggregation der Daten hinsichtlich der Wirkungskategorien
- Überprüfung der Bewertung und der vergleichenden Aussagen infolge der Wirkungsabschätzung.

Dies erfolgte stichprobenartig durch Einsichtnahme und vergleichende Verfolgung bei relevanten Systemabbildungen, Dateien und weiteren repräsentativen Unterlagen sowie bei Datenerhebungs- und Berechnungsvorgängen mit z.T. gezielter Variation am Rechner.

Eingesehen wurden z.B. Daten hinsichtlich des Materialeinsatzes und Materialmix, des Verbrauchs in der Nutzungsphase, insbesondere das Herleiten und Berechnen des Ladefaktors sowie beispielsweise Berechnungen zur Aufarbeitung. Zur aktuellen Technologie wurde die Bilanz auf der Basis von Modellrechnungen vorgenommen.

In dieser Ökobilanzstudie wurde nicht nur auf ein einzelnes Gerät Bezug genommen, sondern auf die Jungheinrich-Flotte. Hierzu wurde in einer intensiven Untersuchung die Möglichkeit der Zusammenfassung von einzelnen Geräten in Clustern untersucht. Aus der Vielzahl der Geräte konnten 7 Produktcluster gebildet werden. Es wurde im Vergleich 2010 zu 2000 ein Vergleichsgerät aus dem gleichen Cluster herangezogen. Konsistenz-Checks der Daten wurden durch den Umweltgutachter systematisch vorgenommen. Protokolle zu den Modellrechnungen wurden eingesehen und geprüft. Insgesamt wurde bei der kritischen Prüfung auf Doppelarbeit verzichtet. Das einschlägige Fachschrifttum der Produkt-Ökobilanztechnik ist berücksichtigt worden.

## 2 Ergebnis der kritischen Prüfung

### 2.1 Ziel der Studie

Die Ziele der Ökobilanz-Studie sind klar und eindeutig definiert; ebenso werden externe und interne Zielgruppen für die Studie benannt. Die Darstellung des Umweltprädikats liefert in ausreichendem Umfang sachdienliche Informationen, um die angestrebte verbesserte Umweltperformance in einer ganzheitlichen Betrachtungsweise nachvollziehbar zu verdeutlichen.

### 2.2 Untersuchungsrahmen

Als Bilanzobjekt der Studie wird die Herstellung, Nutzung und Aufbereitung von Flurförderzeugen betrachtet und abschließend in einer Gesamtdarstellung für die Flotte summiert. Es handelt sich um eine Sachbilanz, die die einzelnen Geräte, die vergleichbare funktionelle Äquivalenz besitzen, in Clustern sammelt und dort über ein Referenzfahrzeug definiert. Trotz Unterschieden ist die funktionelle Äquivalenz in dem jeweiligen Cluster gegeben. Dies wurde intensiv als Voraussetzung für die Studie geprüft. Der Bilanzierungsrahmen (Bilanzgrenzen) wird hinsichtlich Raum, Zeit und Technologie innerhalb des gesamten Systems eindeutig definiert und abgegrenzt. Auch die Bilanzgrenzen sind kompatibel mit der gewählten funktionellen Einheit des Bilanzobjektes, die als abgegebene Treibhausgas-Emissionen in Tonnen CO<sub>2</sub> dargestellt und bewertet werden und über den Lebenszyklus festgelegt sind.

Innerhalb des Bilanzgebietes werden alle relevanten Materialien, Komponenten und Prozesse erfasst, analysiert und letztlich zu drei bilanzobjektypischen Hauptmodulen für die nachfolgende Sachbilanz (jeweils alle Daten incl. Vorkette) zusammengefasst:

- Herstellungsphase/ Rohstoffherzeugung, Produktion und Transporte
- Nutzungsphase / Energieverbrauch
- Aufbereitungsphase / Rohstoffherzeugung, Aufbereitung, Transporte

Der Verbrauch ist gemäß VDI 2198 auf ein Referenzgerät innerhalb einer Baureihe bezogen. Diese einzelnen Referenzfahrzeuge werden mittels der produzierten Einhei-

ten in dem Gesamtcluster gewichtet. Besonderheiten und Ausschlüsse sind im Bericht beschrieben.

Die tabellarische Darstellung belegt die Systematik und Vollständigkeit der gewählten Vorgehensweise.

Die bei der Definition des Bilanzierungssystems vernachlässigbaren Effekte und Einflüsse werden erörtert und – soweit relevant - aufgelistet.

Zusammenfassend ist zum gewählten Untersuchungsrahmen festzustellen, dass alle relevanten Einflussgrößen im Rahmen des definierten Bilanzraumes nach dem heutigen Stand der Ökobilanztechnik erfasst und berücksichtigt werden.

### 2.3 Sachbilanz

Die Input- / Output- Analyse und die Dokumentation der Sachbilanz zur vorliegenden Ökobilanz ist anhand der o.g. Hauptmodule mittels EDV erfolgt.

#### 2.3.1 Datenquellen

Die Prozesse in den Hauptketten der einzelnen Module sind realitätsnah beschrieben. Die Datenquellen beruhen auf allgemein anerkannten Dateien, offizielle Messwerte nach VDI, Ablesewerte oder Abrechnungen der Energieaufwendungen, sie sind vollständig nachvollziehbar und für diese Bilanz repräsentativ. Die Datengrundlage ist gemäß der ProBas-Datenbank des Umweltbundesamtes und des Ökoinstitutes (Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente (ProBas) außerordentlich umfangreich. Die Daten sind nachvollziehbar und sehr genau.

#### 2.3.2 Plausibilitäts- und Vollständigkeitsprüfung

Die Systemgrenzen werden auch in der EDV systematisch und konform zu den definierten Bilanzgebieten abgebildet. Sie sind dort gezogen, wo kein (wesentlicher) Einfluss mehr sowohl auf das Teilergebnis als auch auf das Gesamtergebnis mehr zu

erwarten ist (vgl. auch die systematisch durchgeführten Sensitivitätsanalysen für alle relevanten Bereiche). Es ist eine hohe Datenqualität und trotz des Vergleiches über 10 Jahre eine sehr gute Datensymmetrie zu attestieren.

Stichprobenprüfungen wurden für alle Sachbilanzbereiche durchgeführt. Dabei wurden die Richtigkeit der Bilanzierungen und die Plausibilität der Berechnungen und Ergebnisse an ausgewählten Parametern geprüft. Ausgehend von der Prozessplanung, der Einbeziehung von Teilbilanzen und der Datengrundlage wurde so auch die Verknüpfung der einzelnen Module und Hierarchie der Daten bei der Bilanzrechnung dargestellt.

Um die Rückverfolgbarkeit von Daten auf Ursprungsdaten zu gewährleisten, wurden sowohl die Berechnungen als auch die Dokumentation dahingehend untersucht, insgesamt ist diese sehr übersichtlich und klar sind.

Alle signifikanten Parameter sind vorhanden, repräsentativ, systematisch angelegt und vollständig bilanziert. Die Bilanzen und die hinterlegten Datenerhebungs- und Berechnungsverfahren sind transparent und nachvollziehbar.

#### 2.3.3 Allokationen

Allokationen treten bei der Fahrzeug-Herstellung auf. Sie sind in einer Datenbank vorhanden und konnten entsprechend dargestellt werden. Sie sind vollständig übersichtlich und plausibel in der EDV dargestellt.

Soweit Allokationen aus Datenbanken in den Prozessplan importiert werden, ist die Datengrundlage ausreichend. Allokationen aus den Datenbanken wurden bereits dort berücksichtigt.

#### 2.3.4 Fehlerabschätzungen

Separate Fehlerabschätzungen wurden für alle Sachbilanzphasen durchgeführt. In Anbetracht der numerischen Stabilität und der nachgewiesenen Datenqualität sind nur vernachlässigbare Einzelfehler möglich und es wird auf die Einbeziehung von separa-

ten Fehlerabschätzungen verzichtet. Zusätzlich wurden allerdings umfangreiche Sensitivitätsanalysen durchgeführt (s.a. 2.3.5).

### 2.3.5 Sensitivitätsanalyse

Sensitivitätsberechnungen wurden überall dort durchgeführt, wo relevante Änderungen in den Bilanzen nicht ausgeschlossen werden konnten. Schwerpunkte waren dabei Materialmix bei der Herstellung und Aufbereitung sowie Stromaufnahme und Ladefaktoren für den Gerätewirkungsgrad beim Ladevorgang. Ebenso wurden Transporte intensiv geprüft. Für die Berechnungen der Bilanzen wurden jeweils die konservativen Werte herangezogen.

Um diese Aussage zu prüfen, wurden vor Ort Berechnungen zu Sensitivitäten und die dazu benötigte Parametrisierung geprüft. Es wurden keine Hinweise darauf gefunden, dass zusätzliche Sensitivitätsberechnungen durchzuführen sind.

### 2.4. Wirkungsabschätzung

Auf eine Wirkungsabschätzung wurde verzichtet.

### 2.5 Auswertung

Die vorgelegte Auswertung der Ergebnisse der Sachbilanz orientiert sich konsequent und sachgerecht an den definierten Zielen der Ökobilanz-Studie.

Weitere Aussagen und ableitbare Empfehlungen sind strikt von der Ökobilanz getrennt.

### 3 Zusammenfassung der kritischen Prüfung

Die von uns anhand der Anforderungen der Norm DIN EN ISO 14040:2009 und DIN EN ISO 14044:2006 durchgeführte kritische Prüfung der Ökobilanz-„Das Jungheinrich-Umweltprädikat“ lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Methoden erfüllen die Anforderungen der Norm DIN EN ISO 14040:2009 / DIN EN ISO 14044:2006. Sie sind wissenschaftlich begründet und entsprechen dem Stand der Ökobilanz-technik.
- Die verwendeten Daten sind in Bezug auf das Ziel der Studie hinreichend, zweckmäßig und qualifiziert.
- Die Auswertungen berücksichtigen das Ziel der Studie sowie die erkannten Einschränkungen.
- Die vorgelegte Studie ist in sich schlüssig und transparent.

Über die dargestellte durchgeführte kritische Prüfung ist eine Gültigkeitserklärung ausgestellt worden (vgl. Anlage). Der Bericht über die kritische Prüfung ist Bestandteil der Langfassung der Ökobilanz-Studie.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Dr. Hirtz".

Dr. Winfried Hirtz  
Umweltgutachter DE-V-0151



Jungheinrich  
Werke, Vertrieb und  
Service Europa  
ISO 9001 / ISO 14001



Jungheinrich-Flurförderzeuge  
entsprechen den europäischen  
Sicherheitsanforderungen.

**Jungheinrich**  
**Vertrieb Deutschland AG & Co. KG**

Am Stadtrand 35  
22047 Hamburg  
Telefon 0180 5235468\*  
Fax 0180 5235469\*

\*Bundesweit € 0,14/Min. aus dem Festnetz, mobil max. € 0,42/Min.

info@jungheinrich.de  
www.jungheinrich.de

  
**JUNGHEINRICH**  
Machines. Ideas. Solutions.