

# Logistikcluster

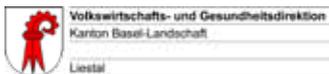
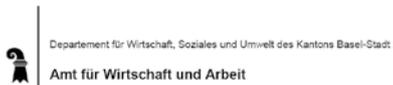
## Region Basel

Alle Wege offen



Einstieg in  
die grüne Logistik

In Zusammenarbeit mit



# Inhalt

<b>Vorwort – grüne Logistik in der Region Basel</b>	<b>4</b>	<b>4 Erstellen einer Energie- und Treibhausgasbilanz</b>	<b>56</b>
<b>Einleitung</b>	<b>5</b>	Vorgehen	56
		Verwendung der Bilanzierungsergebnisse	56
<b>Gute Praxisbeispiele Umwelt</b>	<b>6</b>	<b>5 Kontinuierliche Verbesserung der Umweltleistung</b>	<b>57</b>
1 Schnellstart NHB	8	<b>6 Wo finde ich Unterstützung?</b>	<b>58</b>
2 Sauberer Rhein	10	<b>7 Anhang</b>	<b>59</b>
3 Energiebuchhaltung	12	Anhang A: Grundlagendaten Energie und Transport	59
4 Nachhaltige Transportstrategie	14	Anhang B: Energieverbrauch Transportmittel	61
5 Analyse Flottenpotenzial	16	Anhang C: Treibhausgasemissionsfaktoren	63
6 Eco-Drive	20	Tabellenverzeichnis	64
7 Verlagerung	22	Abbildungsverzeichnis	65
8 Energieeffiziente IT	24	Abkürzungen	65
9 Reduktion von Verpackung	26	Quellen	65
10 Intralogistik	28	Übersicht publizierter Studien	66
11 Photovoltaik	30		
12 Nachhaltiges Bauen	32		
13 Im Hintergrund	34		
14 Gebäudeschadstoffe	36		
<b>Leitfaden zur Berechnung von Treibhausgasemissionen von Transportdienstleistungen</b>	<b>38</b>		
Gliederung und Orientierung	39		
<b>1 Klimaschutz und politischer Kontext</b>	<b>40</b>		
Klima und Treibhauseffekt	40		
<b>2 Treibhausgasberechnungen</b>	<b>42</b>		
Treibhausgase	42		
Treibhausgasbilanzen	43		
Grundlagen Treibhausgasemissionsberechnungen	44		
<b>3 Quantifizierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen</b>	<b>45</b>		
Treibhausgasemissionen im Logistikbetrieb	45		
Berechnung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen	46		
Allokation von Energieverbrauch und Emissionen auf Einzelsendungen	54		

## Grüne Logistik in der Region Basel

Unsere Umfrage bei der verladenden Industrie, der Güterverkehrswirtschaft und den Dienstleistern hat uns vor Augen geführt, dass der Ressourcenverbrauch in der Logistikwelt die Unternehmen bewegt.

Auf der Basis der grossen Herausforderungen und der formulierten Bedürfnisse nach Informationen zum Themenkomplex Umwelt hat der Ausschuss beschlossen, das Thema prioritär zu behandeln. Der effiziente Umgang mit Ressourcen – ökonomisch und ökologisch – soll gefördert und das Wissen aktiv vermittelt werden. Die Region Basel ist Logistikstandort Nr. 1 in der Schweiz und soll auch im Bereich Umwelt eine führende und wegweisende Rolle spielen.

So wie heute Qualitätsmanagementprozesse in den Unternehmen etabliert sind, werden in den kommenden Jahren auch Umweltmanagementmassnahmen und -prozesse Einzug halten. Das vorhandene Wissen über die effektivsten Massnahmen wird von Tag zu Tag grösser.

Unternehmen, die sich für den Weg «grüne Logistik» entschieden haben, stärken ihre interne und externe Position, treten selbstbewusst und professionell auf. Dies wirkt sich auf den Erfolg des Unternehmens und das Image der ganzen Branche aus.

Die Logistik ist nicht nur ein Wettbewerbs-, sondern auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor und ein wesentlicher Standortvorteil. Das Image und die Verbesserung des Bewusstseins über die Bedeutung dieser wichtigen Branche liegen nach wie vor im Zentrum unseres Denkens und Handelns.

Martin Dätwyler  
Vorsitzender des geschäftsführenden  
Ausschusses Logistikcluster Region Basel



Martin Dätwyler und Markus Breisinger

# Einleitung

Grüne Logistik ist die ganzheitliche Transformation von Logistikstrategien, -strukturen, -prozessen und -systemen in Unternehmen und Unternehmensnetzwerken zur Schaffung umweltgerechter und ressourceneffizienter Prozesse. Das Zielsystem der grünen Logistik verfolgt, über ein Gleichgewicht von ökonomischer und ökologischer Effizienz, die Schaffung eines nachhaltigen Unternehmenswertes.<sup>1</sup>

Der ökologische Fussabdruck der Schweiz ist viel zu gross. Die Verknappung natürlicher Rohstoffe, das Erreichen der internationalen Klimaziele und die sich laufend entwickelnde Umweltschutzgesetzgebung stehen im Zentrum des Handelns und der Entwicklung der grünen Logistik. Das gilt insbesondere für die Reduktion von Treibhausmissionen und einen effizienteren Umgang mit Energie.

Die weltweite Distribution umweltneutral zu gestalten, ist eine der grossen Herausforderungen der Zukunft. Denn, die Nachfrage nach Logistikdienstleistungen wird weiter steigen. Der Druck auf alle Beteiligten der Logistikkette nimmt zu. Die OECD schätzt, dass ein einprozentiger Anstieg des Handels in einem durchschnittlichen Land 0,58% mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht.<sup>2</sup> Der Güterverkehr hat die Emissionen in Bezug auf Sendungen, Transporteinheiten und Relationen zum Teil deutlich senken können. In Anbetracht der steigenden Verkehrsvolumen fällt diese Entwicklung zu wenig auf.

«Grüne Logistik» ist kein Marketing-Gag. Die grosse Herausforderung besteht darin, den Ansatz der grünen Logistik in marktfähige Produkte und Dienstleistungen umzusetzen. Wer sich frühzeitig mit dem Thema Umwelt befasst, kann sich besser positionieren, weil er sich damit befasst, was in Zukunft auf ihn zukommen kann oder wird.

Diese Broschüre soll Ihnen helfen, einen Einstieg ins Thema zu finden, und soll Ihnen Verbesserungspotenziale aufzeigen. Anhand von Praxisbeispielen wollen wir Ihnen eine Brücke bauen, sich vertieft mit der Thematik zu befassen. Der Leitfaden soll und kann detaillierte und professionelle Beratung nicht ersetzen. Ist Ihr Fuhrpark nachhaltig aufgebaut? Gibt es alternative Verkehrsträger? Was lässt sich an Ihren Logistikkimmobilien verbessern? Welche Alternativen gibt es in der IT, in Prozessen und in der Intralogistik?

Ich möchte mich an dieser Stelle für die grossartige Unterstützung durch die Mitglieder der Begleitgruppe Umwelt bedanken. Sie haben mit grossem Engagement und Begeisterung die Erstellung dieser Übersicht ermöglicht. Es sind dies: Thomas Haberbosch, Markus Jost, Dr. Thorsten Klaas-Wissing, Dr. Bernhard Leikauf, Giorgio Lüthi, Axel C. Scherrer-Rychen, Andreas Schulz, Prof. Dr. Werner Sohn, Marton Varga, Jürg Walder und Christian Zurflüh.

Dieses Werk ist ein erster Schritt. Unsere Arbeit ist damit natürlich noch längst nicht abgeschlossen. Wir wünschen Ihnen wertvolle Impulse.

Markus Breisinger  
Projektleiter Logistikcluster Region Basel

---

<sup>1</sup> Wikipedia

<sup>2</sup> Bericht 2010a S21

# Gute Praxisbeispiele Umwelt

Viele Firmen geben an, dass sie sich mit dem Thema Umwelt befassen und wissen, dass wichtige Veränderungen auf sie zukommen. Vielen fällt es aber offensichtlich schwer, konkrete Ziele und Massnahmen zu erarbeiten. Oft ist der erste Schritt der schwierigste.

Wir liefern Ihnen im Anschluss einen bunten Strauss an Beispielen in der Hoffnung, Ihnen eine Brücke zu bauen und Denkanstösse zu liefern. Die Beispiele umfassen die Bereiche generelle Themen, Fahrzeuge, Prozesse und Gebäude.

Wir haben diese nach der Kopierbarkeit gewählt. Die Beispiele stammen aus aktueller Praxis und ein grosser Teil davon kann schnell und unkompliziert nachgeahmt werden.

Die Verfasser haben sich bereit erklärt, für Auskünfte zur Verfügung zu stehen. Auch der Logistikcluster ist gerne bereit, im Rahmen seiner Möglichkeiten Ihnen den Einstieg zu erleichtern.

Melden Sie uns weitere interessante Beispiele und melden Sie uns auch, wenn Sie aufgrund dieser Beispiele Projekte planen oder realisieren konnten. Wir berichten gerne darüber auf unserer Website oder in unseren News. Ausserdem helfen uns Ihre Kommentare, ein Stimmungsbild zu erhalten.



## Schnellstart einer professionellen Nachhaltigkeitsberichterstattung

Nachhaltigkeitsberichterstattung (NHB) ist ein Muss in der Logistik. Kunden, Mitarbeitende und andere Interessengruppen wie Behörden oder Kommunen erwarten klare und nachvollziehbare Aussagen zu den Nachhaltigkeitsanstrengungen Ihres Unternehmens.

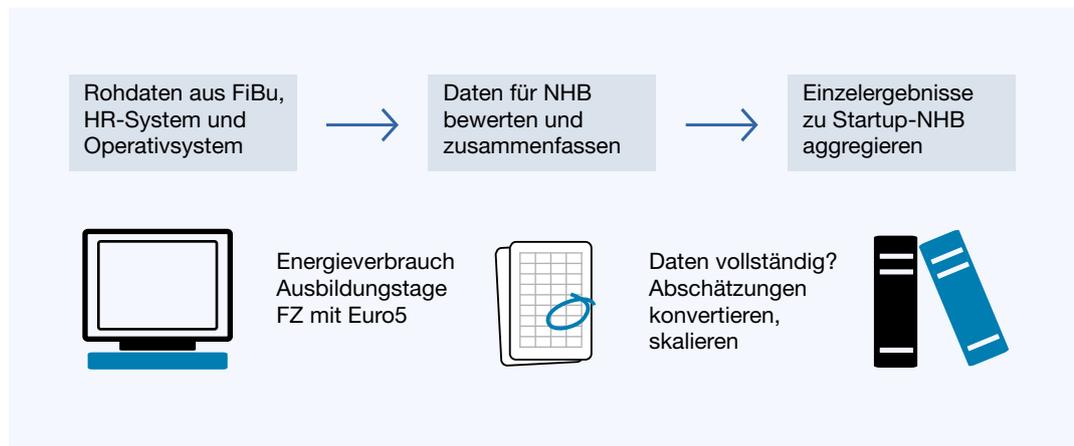
Für kleine und mittelgrosse Unternehmen (KMU) scheint der Einstieg in eine Nachhaltigkeitsberichterstattung oft mühsam und aus Kapazitätsgründen häufig nicht darstellbar. Mit eigenen Anstrengungen und evtl. externer Unterstützung ist ein Einstieg jedoch einfacher zu schaffen, als Sie denken.

### Beschreibung des Lösungsweges

Wie kann ein solcher Schnellstart aussehen?			
So berichten Sie heute	1. Stufe der Professionalisierung: Einbindung in internationalen Berichtsstandards	2. Stufe der Professionalisierung: Quantifizierung der Informationen	3. Stufe der Professionalisierung: Skalierung der Informationen
«Unser Unternehmen hat im letzten Jahr massgeblich in Umweltschutzmassnahmen investiert»	GRI - EN30 Total environmental protection expenditures and investments: «Unser Unternehmen hat im letzten Jahr massgeblich in Umweltschutzmassnahmen investiert»	GRI - EN30 Total environmental protection expenditures and investments: «Unser Unternehmen hat im letzten Jahr 480 000 € in Umweltschutzmassnahmen investiert»	GRI - EN30 Total environmental protection expenditures and investments: «Unser Unternehmen hat im letzten Jahr 480 000 € (= 0,2% vom Umsatz) in Umweltschutzmassnahmen investiert»

Erstellen Sie einen Nachhaltigkeitsbericht auf Basis der bereits im Unternehmen vorhandenen oder einfach zu gewinnenden Daten. Die Aufbereitung der Daten kann grösstenteils mit eigenen Ressourcen des Unternehmens

passieren und/oder mit Unterstützung von externen Partnern. Natürlich sollten diese Informationen dann auch in Ihrer Unternehmensbroschüre bzw. auf Ihrer Webseite prominent platziert werden.



### Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Ein solides Verständnis der Daten in ihren Personal-, Buchhaltungs- und Operativsystemen ist Grundvoraussetzung, genauso wie eine realistische Einschätzung der Datenqualität und -zuverlässigkeit

### Ergebnis und Beurteilung

Sie erhalten eine Standortbestimmung und Sie können Ihr professionelles Engagement zur Nachhaltigkeit den Interessengruppen deutlich machen. Natürlich erhalten Sie auch Aussagen zu den Lücken in Ihrer Aussagefähigkeit.

### Implementierungsaufwand

Je ca. 2 Tage Aufwand seitens des Leiters Finanzen, des Leiters Personal und des Leiters Betriebe. Daten werden im Allgemeinen aus den Personalverwaltungssystemen, Buchhaltungssystemen und Operativsystemen extrahiert. Gegebenenfalls müssen dazu Systemexperten herangezogen werden.



Prof. Dr. Werner Sohn  
 Inhaber und Geschäftsführer der  
 RICHER GmbH  
 Grubenstrasse 7a  
 DE-79576 Weil am Rhein

[www.richer-world.com](http://www.richer-world.com)

Mitglied der Begleitgruppe Umwelt  
 des Logistikclusters Region Basel

## Entsorgung von öl- und fetthaltigen Schiffsabfällen

Beim Betrieb eines Frachtschiffs sammeln sich in der Bilge – dem Zwischenraum zwischen Schiffsboden und dem begehbaren Maschinenraumboden – verschiedene Flüssigkeiten an. Dieses Gemisch aus Wasser, Öl, Reinigungsmitteln u.a. wurde bis in die 1960er-Jahre in den Rhein geleitet und verschmutzte den Fluss.



## Beschreibung des Lösungsweges

Seit 1963 ist diese Praxis verboten. Seither übernehmen sogenannte Bilgenentölerboote die fachgerechte Entsorgung des sich im Schiff ansammelnden Öl-Wasser-Gemischs. Zudem wird auch die Entsorgung anderer öl- und fetthaltiger Schiffsabfälle von diesen Booten übernommen. So können Schiffsbesatzungen etwa auch verschmutzte Lappen, leere Gebinde, Batterien oder gebrauchtes Schmierfett zum fachgerechten Recycling abgeben. Für die Schweizerischen Rheinhäfen wurde 1978 das Bilgenentöler-/Ölwehrboot BIBO REGIO in Betrieb genommen.

Die Entsorgung öl- und fetthaltiger Schiffsabfälle ist gesetzlich geregelt. Die Finanzierung läuft über eine Entsorgungsabgabe, die beim Bezug von Treibstoff erhoben wird. Pro 1000 Liter Gasöl wird ein Betrag von 7,50 Euro erhoben. Dieses System gilt entlang der gesamten Rheinstrecke und in allen Rheinanliegerstaaten.

## Ergebnis und Beurteilung

Die Wasserqualität des Rheins hat sich deutlich verbessert, es kommt kaum mehr zu Einleitungen von Bilgenwasser in den Rhein. Die vorgezogene Entsorgungsabgabe schafft einen grossen Anreiz, vom Angebot der Bilgenentölung auch tatsächlich Gebrauch zu machen.

Zentralkommission für die  
Rheinschifffahrt/ZKR:  
[www.ccr-zkr.org](http://www.ccr-zkr.org)

Abfallübereinkommen CDNI  
der Rheinanliegerstaaten:  
[www.cdni-iwt.org](http://www.cdni-iwt.org)



Schweizerische Rheinhäfen:  
[www.portof.ch](http://www.portof.ch)



Schweizerische Vereinigung für  
Schifffahrt und Hafengewirtschaft SVS:  
[www.svs-online.ch](http://www.svs-online.ch)

## Energiebuchhaltung: analysieren – optimieren – überwachen

Treibhausgase werden in der Logistikbranche hauptsächlich durch den Treibstoffverbrauch verursacht. Aber auch die Raumheizung, die Brauchwassererwärmung oder Kühlprozesse können von Bedeutung sein. Obwohl in der Schweiz ein Grossteil des erzeugten Stroms aus Wasser- und Atomkraft stammt, verursacht auch der Stromverbrauch, durch den Stromanteil aus fossilen Kraftwerken, Treibhausgase. Der erste Schritt zur Einsparung von Energie in einem Unternehmen und, im Falle von fossilen Energieträgern, auch von CO<sub>2</sub> ist die Lokali-

sierung und Quantifizierung des Energieverbrauchs. Mit einer Energiebuchhaltung werden die Verbräuche von Brennstoff, Treibstoff und Strom regelmässig aufgenommen und den Verbrauchern zugeordnet. Bereits nach einigen Monaten sind die Hauptverbraucher erkennbar und es können Massnahmen zur Verbrauchsreduktion erarbeitet werden (analysieren – optimieren – überwachen). Nachfolgend wird anhand eines Praxisbeispiels erläutert, wie die CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Gebäudes reduziert werden können.

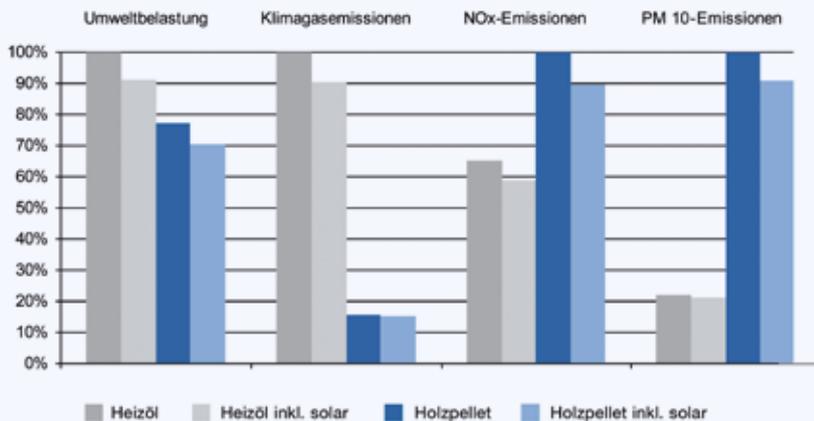
Aufgrund der Energiebuchhaltung wurde festgestellt, dass der Energiebedarf eines Geschäftsgebäudes in Form von Wärme dem Dreifachen eines vergleichbaren Neubaus entspricht. Die Heizungsanlage ist alt und muss in den nächsten 5 Jahren ersetzt werden. Die Gebäudehülle kann aus finanziellen Gründen im nächsten Jahrzehnt nicht saniert werden. Der Eigentümer möchte jedoch eine deutliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen erreichen.

### Beschreibung des Lösungsweges

Da Sanierungsmassnahmen an der Gebäudehülle gegenwärtig nicht infrage kommen, stehen Massnahmen bei der Gebäudetechnik im Vordergrund. Bevor mit dem Variantenstudium einer neuen Wärmeerzeugung begonnen wird, werden **Optimierungsmöglichkeiten** bei Gebäudehülle und Wärmeverteilung sowie Brauchwasserverteilung identifiziert. Abdichten der Fenster, Einbau von Thermostatventilen und konsequente Dämmung der Warmwasser- und Heizleitungen können den Wärmeenergiebedarf bereits um 5–10% reduzieren. Eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen kann durch den Ersatz des ölbetriebenen Heizkessels erreicht werden. In einer **Vergleichsstudie** wurde eine neue

Heizölf Feuerung einer Holzpelletfeuerung, jeweils mit und ohne Solaranlage, für die Brauchwassererwärmung gegenübergestellt. Die beiden Möglichkeiten wurden bezüglich Wirtschaftlichkeit (Jahreskosten) und Umweltnutzen (Stickoxid, Feinstaub, Klimagasemissionen und Gesamtumweltbelastung) verglichen. In einer individuellen **Empfehlung** wurde die beste Wärmeerzeugungsvariante beschrieben und das weitere Vorgehen bei der Umsetzung skizziert.

### Belastungsanteile im Verhältnis zur Variante mit der höchsten Belastung



### Ergebnis und Beurteilung

Der Vergleich der Wärmeerzeuger zeigt, dass die beiden Varianten mit Pellets eine um 25% geringere Umweltbelastung aufweisen als die beiden Heizölvarianten. Die Resultate wurden mittels Umweltbelastungspunkten dargestellt (UBP). Die Emissionen des Klimagases CO<sub>2</sub> lassen sich mit einem Wechsel auf Holzpellets um über 80% reduzieren. Die Investitionskosten für die Holzpelletanlage betragen ca. 30 000 Franken oder 50% mehr als bei der Heizölföuerung. Die Jahreskosten liegen bei heutigen Energiepreisen bei der Pelletvariante 20–30% über der Variante Heizöl.

Der generelle Trend des Ölpreises ist jedoch seit Jahren steigend. 100 Liter Heizöl extra leicht wird gegenwärtig (2012) zu 105 Franken gehandelt. Dieselbe Menge erhielt man im Jahre 2003 durchschnittlich noch für 45 Franken. Das entspricht einer Kostensteigerung von rund 57%. Da zu erwarten ist, dass die Preise für Heizöl in den nächsten Jahren weiter steigen werden, und weil die Holzvariante sowohl ökologische als auch volkswirtschaftliche Vorteile aufweist (Energieressource aus der Region), wird trotzdem die Holzpelletfeuerung empfohlen. Eine Solaranlage wird aufgrund des kleinen Brauchwasserbedarfs nicht berücksichtigt. Ein Logistikunternehmen ist angehalten, neben den Gebäuden weitere Energieverbrau-

cher zu evaluieren. In zahlreichen Betrieben der Logistikbranche wird eine Energiebuchhaltung zeigen, dass der Treibstoffverbrauch ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch ausübt. Die damit verbundenen Emissionen werden durch die Fahrzeuge (Beschaffung, Unterhalt, Motoren, Aerodynamik), durch die Lenker (Eco-Drive) und durch die Planung der Einsätze (Routenplanung, Zuteilung der Fahrzeuge etc.) beeinflusst. Der ebenfalls in vorliegender Publikation enthaltene Leitfaden bietet eine Hilfestellung bei der Erfassung und der Minimierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen.

## CSDINGENIEURE+

CSD Ingenieure AG  
 Unterer Rheinweg 86  
 4057 Basel

Tel. 061 690 60 70  
 basel@csd.ch  
 www.csd.ch

## CO<sub>2</sub> reduzieren im Transportwesen

Seit 2007 hat sich die Manor Supply Chain umfassende Kenntnisse über die verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen innerhalb der gesamten Supply Chain erarbeitet. Die Erhebung und die Auswertung der Daten verfolgen das Ziel, diese Emissionen zu reduzieren. Manor ist zudem in weiteren Nachhaltigkeitsthemen, wie beispielsweise Umwelt und Corporate Social Responsibility (CSR), aktiv.

Im Bereich der Transporte Schweiz werden rund 80% des Volumens auf der Strasse und rund 20% auf der Schiene transportiert. Durch den kontinuierlichen Verbesserungsprozess werden laufend weitere Potenziale erkannt, wenn möglich umgesetzt und dadurch laufend Fortschritte erzielt.

### Beschreibung des Lösungsweges

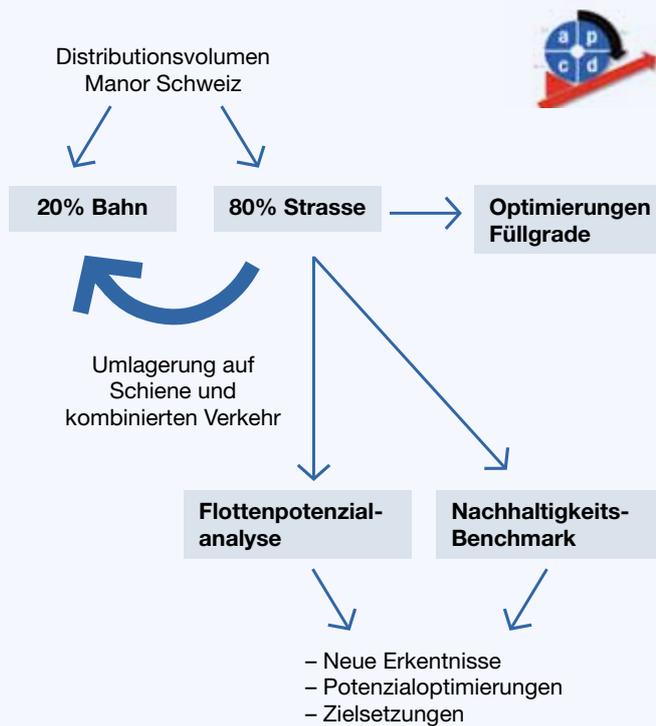
Anfangs 2012 befragte die Manor Supply Chain alle ihre Transportpartner mittels eines Fragebogens zu ihren Nachhaltigkeitsaktivitäten.

Die Ergebnisse und Auswertungen wurden mit den Transportpartnern besprochen. Die Manor Supply Chain motiviert ihre Partner, einen abgestimmten Zielfindungsprozess zu führen, und trägt so zu einer bestmöglichen Sensibilisierung bei. Die Befragungen werden mit denselben Inhalten in den Folgejahren wieder durchgeführt, dadurch sind zukünftige Fortschritte in den Nachhaltigkeitsthemen ersichtlich und messbar.

Für die Manor Supply Chain ist es relevant, dass die Partner ihre Unternehmen nicht nur nach ökonomischen, sondern auch nach nachhaltigen und ökologischen Aspekten betreiben.

Damit Verlagerungen von der Strasse auf den «kombinierten Verkehr» realisiert werden konnten, verhandelte und vereinbarte die Supply Chain mit den Kunden sogar längere Lieferfristen. Diese Fragestellung muss für eine nachhaltige Supply Chain thematisiert werden.

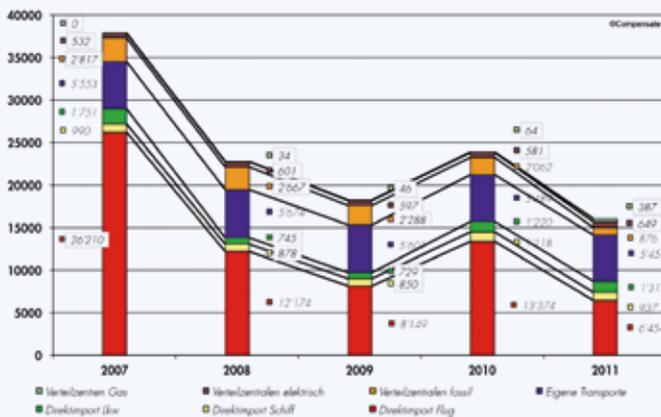
## Kontinuierlicher Verbesserungsprozess



## Ergebnis und Beurteilung

Durch eine nachhaltige Transportstrategie konnten Optimierungen im Tourenplan und Erhöhungen der LKW-Füllgrade erzielt und dadurch die CO<sub>2</sub>-Emissionen um rund 100 Tonnen gesenkt werden. Unter anderem haben Analysen und die daraus erfolgten Optimierungen von Kilometerleistungen pro Euro-Norm, Altersstruktur der Fahrzeugflotten und durchschnittlicher Dieselverbrauch der Transportpartner zu den Verbesserungen beigetragen. Die unten stehende Auswertung enthält nebst allen internationalen und nationalen Transporten auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Verteilzentralen (Elektrizität, fossile Energieträger). Die genannten Massnahmen im Bereich Transporte Schweiz haben von 2007 bis 2011 bei gleichbleibender Transportmenge zu einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um mehr als 100 Tonnen pro Jahr (2%) geführt, welche zu den positiven Gesamteinsparungen beigetragen haben. Insgesamt konnten entlang der gesamten Supply Chain durch verantwortungsbewusstes, nachhaltiges und integriertes Handeln im Import, beim Transport und in den Verteilzentralen seit 2007 die CO<sub>2</sub>-Emissionen um rund 21 800 t gesenkt werden. Dies entspricht einer Reduktion von 57,6%.

## CO<sub>2</sub>-Emissionen Manor 2007–2011, absolut



# MANOR

Manor AG  
Supply Chain  
Transporte Schweiz  
Rebgasse 34  
CH-4005 Basel

christian.zurflueh@manor.ch  
carmen.wallimann@manor.ch  
www.manor.ch

## Flottenpotenzialanalyse: kleine Kosten – grosse Wirkung

Da mit jedem eingesparten Liter Dieselkraftstoff eine CO<sub>2</sub>-Reduktion von mindestens 2,64 kg verbunden ist, lassen sich Kostensenkung und CO<sub>2</sub>-Reduzierung in idealer Weise verbinden. Dabei lassen sich grundsätzlich Massnahmen im Bereich Aerodynamik und Rollwiderstand, motortechnische Ansätze und Massnahmen im Bereich Organisation und Personal unterscheiden.

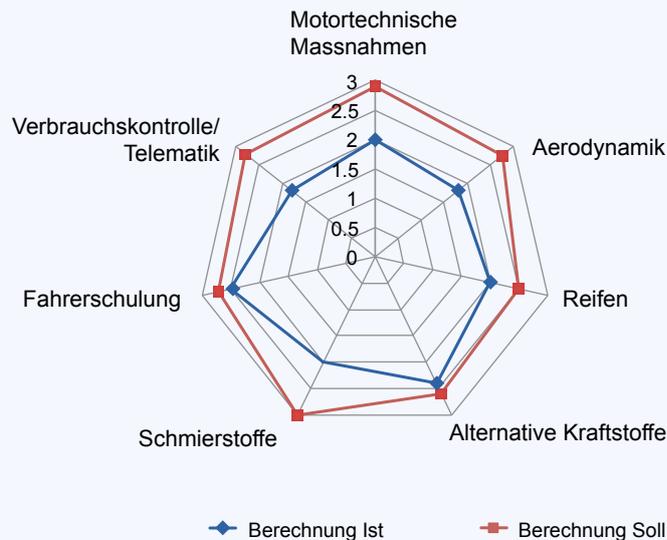
### Amortisationszeit von kraftstoffsparenden Massnahmen in Monaten



Bis zu einem Drittel des Kraftstoffverbrauchs eines LKW hängen mit dem Luftwiderstand zusammen. Daher bieten auch nahezu alle Fahrzeughersteller sogenannte Aerodynamikpakete für die Motorfahrzeuge an, welche die Fahrzeugkosten zwar um 3000 bis 5000 Franken erhöhen, den Dieserverbrauch jedoch um ca. 5% senken. Ein weiteres Drittel des Kraftstoffverbrauchs geht auf das Konto des Rollwiderstandes. So bieten viele Reifenhersteller sogenannte Leichtlaufreifen an. Durch deren Einsatz steigen die jährlichen Reifenkosten je LKW um ca. 800 Franken, gleichzeitig wird

diesen Reifen jedoch eine Kraftstoffeinsparung von ca. 3% zugesprochen. Einen entscheidenden Einfluss auf den Rollwiderstand hat der Reifendruck, der bei vielen Fahrzeugen viel zu niedrig ist. Daher werden heute zunehmend Reifenfülldruck-Überwachungssysteme angeboten, die den Fahrer im Cockpit automatisch vor zu niedrigem Druck warnen. Motortechnische Massnahmen setzen z. B. bei automatisierten Getrieben an. Bisher standen solche Systeme mit Aufpreisen von bis zu 5000 Franken in den Preislisten der Hersteller, heute gehören diese bei einigen Herstellern

## Flottenpotenzialanalyse



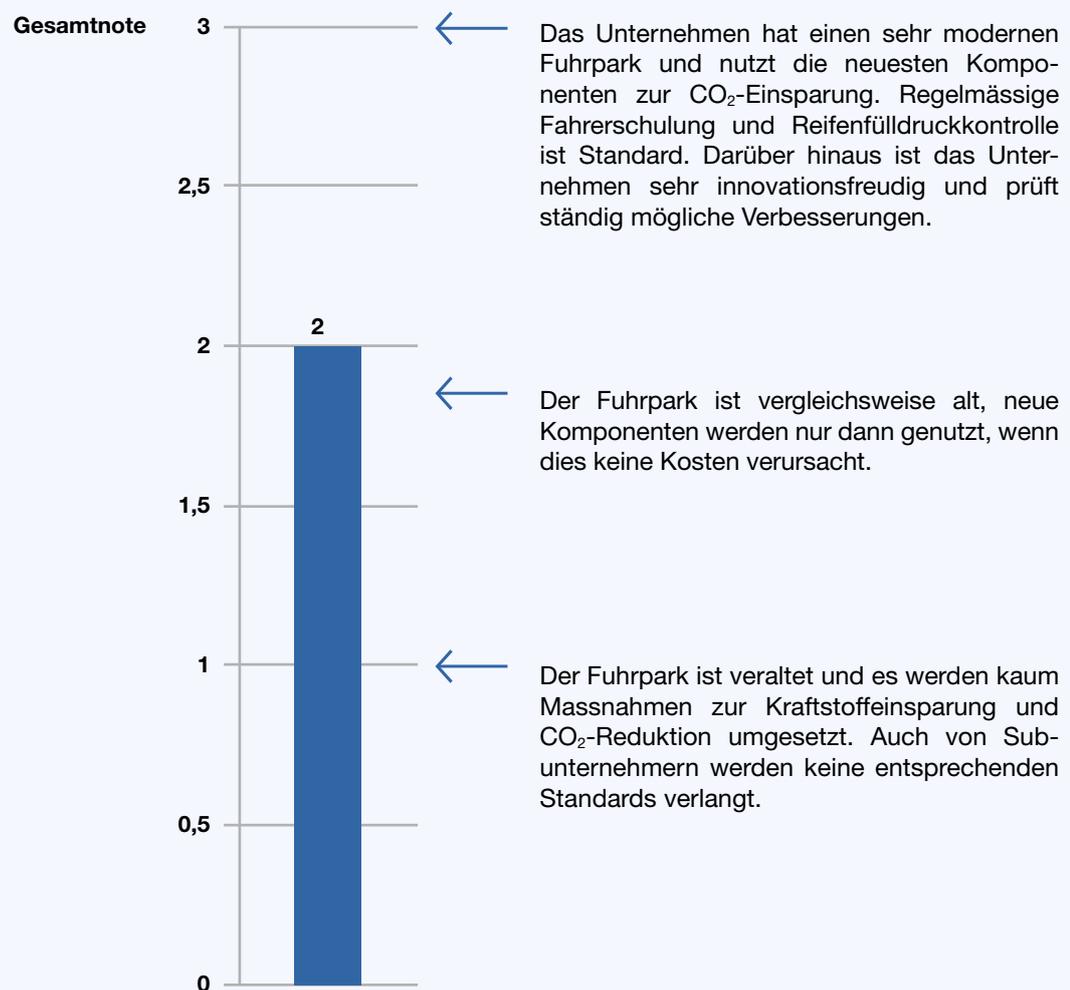
schon zur Serienausstattung. Mit der maximal 400 Franken teuren Start-Stopp-Automatik kann der Verbrauch von Verteilerfahrzeugen um ca. 5% gesenkt werden. Darüber hinaus bietet die Nutzung von Leichtlaufölen Einsparungen von ca. 2,5% bei jährlichen Mehrkosten von ca. 500 Franken. Schliesslich ist mit dem Einsatz von Hybridfahrzeugen für den Verteilerverkehr eine Kraftstoffeinsparung von ca. 15% verbunden. Diesen Einsparungen stehen jedoch Mehrkosten von ca. 50% gegenüber. Aber auch hier werden weitere Einsparungen und Kostensenkungen erwartet. Als personelle Massnahme setzt sich die Fahrerschulung immer mehr durch, bringt sie doch im Durchschnitt ca. 5% an Kraftstoffeinsparung. Der Effekt der Fahrerschulung geht jedoch schnell verloren, wenn die Schulung nicht mindestens jährlich wiederholt wird. Hier können Telematiksysteme ansetzen, die durch die Übertragung von Fahrzeugdaten zur Fahrweise eine systematische Auswertung und Schulung erlauben. Daneben können Telematiksysteme dazu beitragen, die Disposition zu optimieren, Leerfahrten zu reduzieren und die Auslastung zu erhöhen.

Um die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen analysieren zu können, wurde ein von der hwh ([www.hwh-transport.de](http://www.hwh-transport.de)) entwickeltes LKW-Kostenmodell, «TRUCK 2.0», verwendet. Mit dem Tool lassen sich im Detail für eine Vielzahl Fahrzeugtypen kalkulieren, welche Wirkungen die Massnahmen auf die Tages- und Kilometersätze und die Jahresgesamtkosten haben. Dabei werden neben den Einsparungen bei den Kraftstoffkosten die zusätzlichen laufenden Kosten sowie die Zinsen und Abschreibungen für die Investitionen berücksichtigt. Wie die Abbildung auf Seite 16 anhand eines internationalen Fernverkehrs-LKW zeigt, ist die Amortisationszeit bei den meisten Massnahmen sehr gering. In allen Fällen liegt diese weit unter der Nutzungsdauer. Es sei an dieser Stelle aber betont, dass die Massnahmen nicht beliebig kumulierbar sind, da sie sich z. T. gegenseitig ergänzen bzw. Doppelzahlungen auftreten können. Letztendlich kommt es sehr auf die spezifische Situation im Unternehmen an. Die Liste ist jedoch hervorragend dafür geeignet, den eigenen Fuhrpark zu analysieren oder ein Gespräch mit den Transportunternehmen zu möglichen CO<sub>2</sub>-Reduktionen bzw. Kraftstoffeinsparungen zu führen.

## Praxisbeispiel 5: hwh – Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung

### Klassifizierung der Unternehmen

#### Ergebnis Flottenpotenzialanalyse



### Flottenpotenzialanalyse

Aufbauend auf den Erkenntnissen zu den Potenzialen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion gehen immer mehr Unternehmen dazu über, Flottenpotenzialanalysen durchzuführen (vgl. Abbildung auf Seite 17). Dies kann zum einen sehr detailliert bei einem spezifischen Fuhrpark erfolgen, wobei die Daten jedes einzelnen Fahrzeugs berücksichtigt werden. Zum anderen haben sich auch internetbasierte Flottenpotenzialanalysen bewährt, bei denen Verlagerer ihre Transportunternehmen auffordern, spezifische Fragen zu ihrer Flotte zu beantworten. Anhand der Antworten wird dann eine Flottenpotenzialanalyse mitsamt einer Klassifizierung der Unternehmen durchgeführt (vgl. Abbildung auf Seite 18). Auf dieser Basis lassen sich dann konkrete Verbesserungsmaßnahmen vereinbaren.

### Ergebnis und Beurteilung

Die Analyse zeigt, dass sich durch fahrzeugtechnische und organisatorische Massnahmen erhebliche Kraftstoffmengen reduzieren und damit CO<sub>2</sub>-Emissionen vermeiden lassen. Und obendrein sind die Ansätze im hohen Masse wirtschaftlich, sodass die Umsetzung der Umwelt dient und obendrein noch die Kosten senkt. Um die Potenziale zu identifizieren, bietet sich dabei eine systematische Flottenpotenzialanalyse an.



**hwh**

Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung mbH

Prof. Dr. Paul Wittenbrink  
Prof. für Transport und Logistik  
an der Dualen Hochschule sowie  
Gesellschafter der hwh Gesellschaft für  
Transport- und Unternehmensberatung  
([www.hwh-transport.de](http://www.hwh-transport.de)).

Tel. 0049 178 78 55 45 4  
[wittenbrink@dhw-loerrach.de](mailto:wittenbrink@dhw-loerrach.de)

## Eco-Drive-Kurse – ein Muss für die Zukunft

Wirtschaftliche Fahrweise leistet einen erheblichen Beitrag zur Reduktion von Schadstoffen und erhöht die Verkehrssicherheit. Kleine Korrekturen mit grosser Wirkung: Zirka 40% der Kosten eines Transportunternehmens können die Fahrerinnen und Fahrer direkt oder indirekt beeinflussen.



Das Fahren mit Eco-Drive muss in der Praxis geübt werden. Theoretische Kenntnisse erklären zwar den Nutzen, es braucht aber die Praxis, um sich von alten Fahrgewohnheiten zu trennen und um die Vorteile von Eco-Drive voll auszunützen.

Auf einer ersten Fahrt werden die Kursteilnehmenden von einem ASTAG-Trainer begleitet und Treibstoffverbrauch, Fahrzeit und Anzahl Schaltungen werden gemessen. Nach einem Theorieblock fahren die Teilnehmenden noch einmal die gleiche Fahrstrecke und der Trainer

gibt hilfreiche Tipps ab. Erfahrungsgemäss kann bei gleichbleibender Fahrzeit der Treibstoffverbrauch um bis zu 15% in Bezug auf die erste Fahrt reduziert werden.

Zur Aus- und Weiterbildung von Lastwagenfahrenden führt der Schweizerische Nutzfahrzeugverband ASTAG spezielle Kurse durch. Diese erfüllen auch die Anforderungen der Chauffeurzulassungsverordnung (CZV). Chauffeure lernen hier treibstoffsparendes, umweltschonendes und zudem noch sicheres Fahren mit Eco-Drive.

## Beschreibung des Lösungsweges

<p><b>Kursziel</b></p> <p>Die Teilnehmenden:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• unterscheiden die verschiedenen Fahrwiderstände und beschreiben deren Einfluss auf die Fahrweise</li><li>• nennen den optimalen Nutzungsbereich des Motors und den sinnvollen Einsatz der Bremsen</li><li>• erkennen, dass wirtschaftliches Fahren einen Beitrag zum Umweltschutz, zur Senkung der Betriebskosten und zur Fahrzeugschonung ist und zudem keinen zusätzlichen Zeitaufwand bedingt</li></ul>	<p><b>Lerninhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Wirtschaftliche Fahrweise</li><li>• Umwelt und Ökologie</li><li>• Verkehrssicherheit</li><li>• Praktische Übungen mit eigenem Fahrzeug</li></ul>	 <p>Treibstoffmessgerät</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Ergebnis und Beurteilung

- Kurskosten sind in wenigen Monaten mit dem eingesparten Treibstoff amortisiert.
- Der Fahrer kann den Treibstoffverbrauch um 8–15% senken.
- Die Theorie wird von einem zertifizierten Eco-Instruktor unterrichtet.
- Bei jeder Fahrt wird der Treibstoffverbrauch gemessen und festgehalten.
- Jeder Fahrer erhält in Diagrammform eine Übersicht der Vergleichsfahrten.
- Die Firma erhält eine Gesamtauswertung von allen Fahrten.
- Für jedes Fahrzeug, das beim Kurs im Einsatz ist, wird ein Diagramm mit den Leistungskurven des Motors bereitgestellt.
- Die Kurse werden bei den Transportfirmen durchgeführt und die Fahrer können mit ihren eigenen Fahrzeugen am Kurs teilnehmen.

Es wird empfohlen, dass die Kurse alle ein- bis zwei Jahre wiederholt werden.



ASTAG  
Schweizerischer Nutzfahrzeugverband  
Manfred Schafer  
Weissenbühlweg 3  
3007 Bern

Tel. 031 370 85 66  
m.schafer@astag.ch  
www.astag.ch

## Nachhaltiger Güterverkehr in der Fläche

Täglich erwarten über eine Million Kundinnen und Kunden, dass in den rund 820 Coop-Verkaufsstellen die Güter zur rechten Zeit und in ausreichender Menge angeboten werden. Das alleine ist per se schon eine enorme Herausforderung an die Logistik.

Coop hat die Vision, bis 2023 CO<sub>2</sub>-neutral zu sein. Dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn auch die Logistikkette nachhaltig ausgestattet wird. Als wichtiger Baustein dazu sollen Gütertransporte im schweizerischen Binnenverkehr mit Distanzen über 90 km in der Regel von der Strasse auf die Schiene verlagert werden.

### Beschreibung des Lösungsweges

Im September 2010 hat Coop die Firma railCare AG gekauft. Heute pendeln drei Züge täglich auf der Ost-West-Achse und zwischen dem Mittelland und dem Oberwallis. Ab dem Fahrplanwechsel 2012/2013 startet ein neuer Zug auf der Gotthardlinie.

Die Wechselbehälter können mit einem Horizontalumschlagsystem direkt zwischen Bahnwagen und LKW verschoben oder mittels Vertikalkranung umgeschlagen werden.

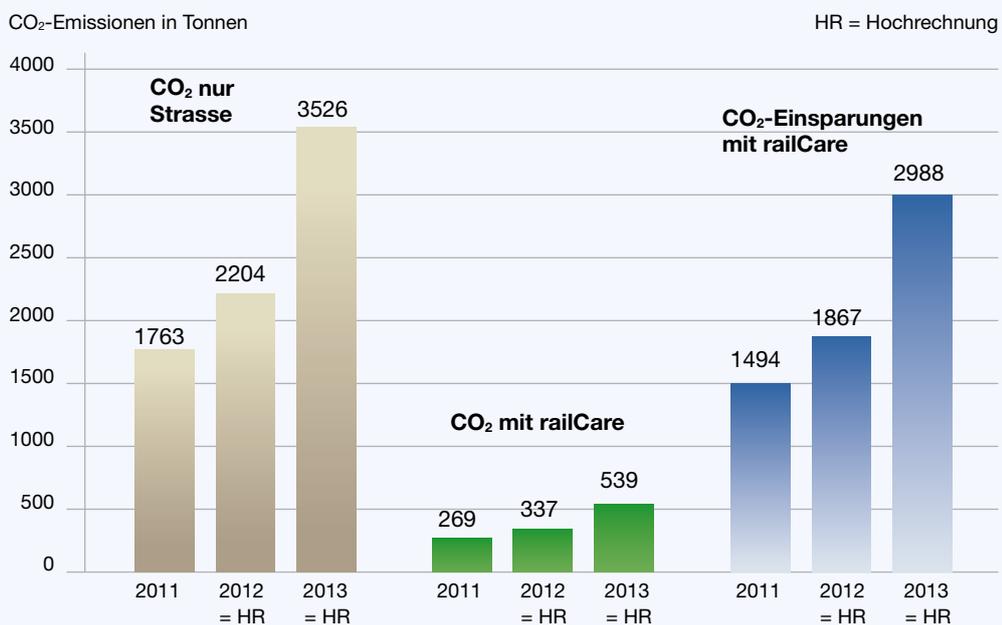


Horizontaler Umschlag der Wechselbehälter

## Ergebnis und Beurteilung

### Reduktion CO<sub>2</sub>-Ausstoss durch UKV von railCare in Tonnen

Im Jahr 2013 werden 48 000 Wechselbehälter auf diese Art und Weise transportiert. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss wird um insgesamt 3000 Tonnen reduziert. Weitere Zugverbindungen sind für die Jahre 2014 und 2015 geplant.



Die railCare AG ist eine finanziell ungebundene Tochtergesellschaft der Coop-Gruppe, welche uneingeschränkt am Markt des Güterverkehrs agiert. Die Dienstleistungen werden deshalb allen interessierten Zielgruppen, auch ausserhalb des Coop-Konzerns, zu marktgerechten Konditionen angeboten. Diese Dienstleistungen gewährleisten eine nachhaltige Transportlogistik.

**railCare** 

Philipp Wegmüller  
Altgraben 23  
4624 Härkingen

Tel. 062 389 00 90  
www.railcare.ch

**coop**

Thomas Mahrer  
Stv. Leiter Wirtschaftspolitik

Tel. 061 336 72 52  
thomas.mahrer@coop.ch

## Mit energieeffizienten IT-Services Kosten sparen und dabei die Umwelt schonen

Der Energiehunger in der Schweiz steigt stetig. Experten gehen davon aus, dass gewerbliche Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) aktuell für zwei Prozent des weltweiten CO<sub>2</sub>-Ausstosses verantwortlich sind. Damit belasten sie die Umwelt im gleichen Masse wie der weltweite Flugverkehr. Besonders das Internet, die zahlreichen Endgeräte und energieintensive Rechenzentren tragen zu diesem Resultat bei. Laut einer Studie von McKinsey besitzt die ICT-Branche das Potenzial, diese Emissionen weltweit um rund 15 Prozent zu senken.

### Beschreibung des Lösungsweges

#### Energie sparen

Mit sogenannten Green ICT Lösungen lässt sich der Energieverbrauch reduzieren. Gerade mit umweltbewusstem Verhalten im Büro kann einiges erreicht werden. Der gezielte Einsatz des Computers ist ein Beispiel. Dokumente sollten elektronisch bearbeitet und versendet statt ausgedruckt werden. Viel Einsparung bringt der generelle Einsatz von Laptops anstelle der energieintensiven Desktops. Ein grosses Einsparpotenzial bieten Cloud Computing und Cloud Hosting. Anstatt die gesamte IT-Infrastruktur für sich selbst anzuschaffen, können auch bestimmte Leistungen gemietet, sprich «gehostet», werden. Dabei können Daten bei einem externen Partner hinterlegt werden – der Server steht dann nicht in den eigenen Räumlichkeiten. Im Fall von Cloud Computing kann man IT-Dienstleistungen wie Rechenkapazität oder Speicherplatz flexibel nach dem individuellen Bedarf beziehen. Dies alles aus einem energieeffizienten Rechenzentrum beim Partner. Swisscom betreibt ihre Rechenzentren mit 100% erneuerbarer Energie und sorgt laufend für deren Optimierung und Modernisierung.

#### Eigenes Potenzial berechnen

Das individuelle Einsparpotenzial an Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen kann mit dem Online-Rechner Green ICT Check von Swisscom ganz einfach berechnet werden. Nach wenigen Schritten erhält man auf einen Blick das persönliche Einsparpotenzial, Tipps für die Umsetzung sowie einen ausführlichen Detailreport. Der Green ICT Check ist kostenlos und in ein paar wenigen Minuten erledigt. Man findet ihn unter [www.swisscom.ch/green-ict](http://www.swisscom.ch/green-ict).



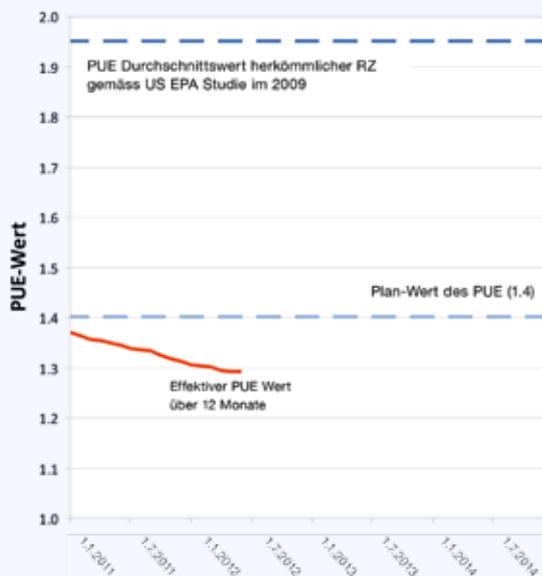
## Ergebnis und Beurteilung

Durch den Einsatz von IT-Dienstleistungen wie Cloud Computing aus energieeffizienten Rechenzentren, wie sie Swisscom betreibt, können Unternehmen bis zu 80 Prozent an Energie und Kosten einsparen. Dies bringt beispielsweise einem Unternehmen mit 100 Servern, die je 500 Watt verbrauchen, jährliche Energiekosteneinsparungen von bis zu 70 000 Franken. Die Einsparungen entstehen durch effizientere Kühlung, modernere und virtualisierte Server und beim Cloud Compu-

ting durch den gezielten Bezug von Rechenleistung, die auch wirklich benötigt wird.

Swisscom selbst spart durch die konsequente Optimierung der Infrastrukturanlagen (Kühlsysteme und Stromversorgungsanlagen) in ihren Rechenzentren bis zu 30% Strom gegenüber herkömmlichen Rechenzentren. Dies entspricht beispielsweise im Fall des Rechenzentrums in Zollikofen dem jährlichen Strombedarf von rund 1400 Haushalten.

### Energieeffizienz vom Rechenzentrum in Zollikofen (rote Linie)



**PUE** (Power Usage Effectiveness)

$$\text{PUE} = \frac{\text{Gesamtstromverbrauch RZ}}{\text{Stromverbrauch IT}}$$

Je näher der PUE-Wert bei 1,0 liegt, desto energieeffizienter sind die Infrastrukturanlagen.

Ein idealer PUE-Wert von 1,0 würde 100% Effizienz implizieren.



Swisscom (Schweiz) AG  
Postfach  
3050 Bern

[www.swisscom.ch/green-ict](http://www.swisscom.ch/green-ict)

## Nachhaltige Verkaufsverpackungen im Detailhandel

Aufwendige Verkaufsverpackungen werden von Konsumenten oft als störend empfunden. Die Migros hat dieses Anliegen erkannt und im Rahmen ihrer Nachhaltigkeitsstrategie ein Leitbild für nachhaltige Verpackungen entwickelt. Ziel ist, den Ressourcenverbrauch zu minimieren. Gleichzeitig muss eine Verpackung natürlich auch das Produkt optimal schützen, den Transport erleichtern, attraktiv aussehen und möglichst geringe Kosten verursachen.

### Beschreibung des Lösungsweges

Bei welchen Produktverpackungen lohnt sich eine ökologische Optimierung? Die grössten Hebel liegen bei Verpackungen, die einerseits hohe Umweltbelastung\* verursachen und bei denen andererseits grosse Mengen abgesetzt werden. Basierend auf diesem Ansatz wurde das ehrgeizige Ziel festgelegt: Reduktion der Umweltbelastung um 10% bei den Verpackungen der 250 meistverkauften Produkte bis 2013.

Wie spart die Migros Verpackungsmaterial in der Praxis ein? Im besten Fall ganz schlicht durch das Weglassen einer Umverpackung. Diesem Ansatzpunkt stehen häufig Ansprüche von Logistik und Marketing entgegen. Eine weitere Möglichkeit ist die Verminderung von Verpackungen – mittels dünnerer und leichter Hüllen. Mit dem Umsteigen auf andere Materialien oder durch den Einsatz von Recyclingmaterial können ebenfalls Rohstoffe und Energieressourcen geschont werden. Als Faustregel gilt: Je leichter eine Verpackung, desto ökologischer!

Alle Verpackungsoptimierungen werden quartalsweise zusammengetragen. Nicht alle Veränderungen sind für die Konsumenten sichtbar. Daher ist es umso wichtiger, dass relevante Optimierungen über verschiedene Medienkanäle oder direkt auf der Verpackung den Konsumenten kommuniziert werden.

\* Die Umweltbelastung wird basierend auf Ökobilanzdaten abgeschätzt.

### Vorgehensmodell

**Identifikation mengenmässig relevanter Verpackungstypen**

**Ökologische Grobanalyse**

**Ziele setzen**

**Ansätze zur ökologischen Optimierung**

**Controlling**

**Medienbeiträge**

**Piktos auf der Verpackung**

### Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Zentral für eine erfolgreiche Umsetzung sind die von der Marketingleitung festgelegten Ziele sowie deren Verankerung in den Mitarbeiterzielen der Sortimentsverantwortlichen.

An eine Verpackung werden verschiedene Ansprüche gestellt. Die Schwierigkeit liegt darin, einen Kompromiss zu finden, bei dem möglichst wenig Ressourcen verbraucht werden und gleichzeitig die Verpackungsfunktionen erhalten bleiben.

Als grosser Vorteil hat sich für die Migros erwiesen, dass sie mit ihren eigenen Industrieunternehmen die gesamte Wertschöpfungskette abdeckt.

### Ergebnis und Beurteilung

Die Migros hat im letzten Jahr nicht nur bei den 250 meistverkauften Artikeln das Verpackungsmaterial reduziert, sondern im gesamten Sortiment Optimierungen durchgeführt. Insgesamt sparte die Migros innerhalb eines Jahres rund 1000 Tonnen Material, setzte 500 Tonnen Recyclingmaterial ein und verwendete zusätzlich fast 3000 Tonnen Karton und Papier aus zertifizierter nachhaltiger Waldwirtschaft (FSC). Dank den eingesparten Ressourcen konnten die Packmaterialkosten gesenkt werden. Zusätzlich steigert die Migros durch kontinuierliche Kommunikation der gelungenen Verpackungsoptimierungen die Glaubwürdigkeit und dokumentiert regelmässig die Zielerreichung.



## MIGROS

Migros-Genossenschafts-Bund  
Heidi Oswald  
Projektleiterin Ökologie  
Limmatstrasse 152  
8031 Zürich

[www.migros.ch/generation-m](http://www.migros.ch/generation-m)

## Energieeffizienz in der Intralogistik – Wege zum energieeffizienten Materialfluss

Der ökologischen Verträglichkeit von Materialflusssystemen wird immer mehr Beachtung beigemessen. Deshalb investiert die Stöcklin Logistik AG zunehmend in die Forschung und Entwicklung und fördert energieeffiziente Lösungen für die Intralogistik. Wie können wir dazu beitragen, den Energieverbrauch zu optimieren und gleichzeitig die Betriebskosten zu senken?

### Beschreibung des Lösungsweges

#### Systeme aufeinander abstimmen

Die heutigen Funktionalitäten und Mittel ermöglichen Einsparungen von bis zu 20%. Die tatsächlich erzielbaren Stromeinsparungen sind allerdings erheblich von der angewandten Lagerstrategie und von benötigten Lageroutput mit Einbezug des Faktors Zeit abhängig.

Entscheidend ist, dass alle vorhandenen Systeme wie das ERP- und das Warehouse Management System, Steuerung sowie Antriebstechnik eng auf ein gewünschtes Energiesparziel abgestimmt sind. Der Lagerbetreiber macht sich im Vorfeld der geplanten Investitionen Gedanken über die Konzipierung seines Lagerhauses. Das Lagerlayout spielt eine entscheidende Rolle. Nachstehende Massnahmen helfen, die Energiekosten zu senken und somit die Umwelt zu entlasten. Unten stehend ein kleiner Auszug an Massnahmen und Funktionen:

#### Lagerauslegung

Zur Reduktion von Fahrwegen werden häufig benötigte Artikel in der Nähe der Kommissionierungsplätze aufbewahrt.

#### Anwendung eines ERP-Systems

Das ERP-System berücksichtigt bei der Auslösung von Ein- und Auslageraufträgen die voraussichtliche Aus- und Belastung der Anlage. Daraus resultiert eine bessere Koordination der Fahraufträge.

#### Anlagensteuerung

Um das Überschreiten gewisser Stromgrenzen und somit unnötige Kosten zu vermeiden, kann man den maximalen Spitzenstrom durch zeitversetztes Starten der Geräte begrenzen.

Mit dem Einsatz einer Netzurückspeisung sind Energieeinsparungen von bis zu 50% möglich. Dabei wird Energie, die im laufenden Betrieb generiert, aber nicht benötigt wird, ins öffentliche Stromnetz gespeist (siehe Beispiel).

#### Lagerstrategie

Vermeidung von unnötigem Auslösen von Ein- und Auslageraufträgen mit hohen Prioritäten. Für hoch priorisierte Aufträge werden die Transportkapazitäten allein für diese Fahraufträge genutzt.

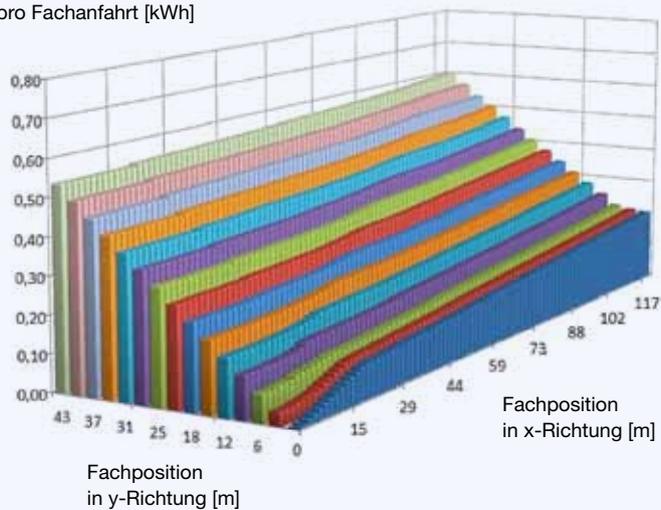
#### Stromsparfunktionen in der Lagerplatzverwaltung und Materialfluss-Controller

Da das Einlagern von Waren in die oberen Palettenetagen viel Energie benötigt, werden diese Arbeiten in den Niedertarifzeiten vorgenommen.

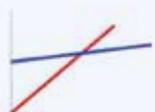
**Aktives Energiesparen kann nicht allein auf die Lagertechniksysteme reduziert werden. Fehlt die entsprechende Denkhaltung bei den Betreibern des Lagers, so werden die vorhandenen Systeme beim Energiesparen nur teilweise erfolgreich sein.**

## Intelligente Zwischenkreiskopplung bei RGB

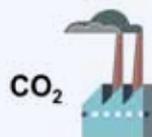
Energieverbrauch  
pro Fachanfahrt [kWh]



Energieverbrauch:  
**-25%**



Amortisierung:  
**sofort**



**-20 000 kg/a**

Mit einer intelligenten Ansteuerung von Fahr- und Hubantrieb wird frei werdende Energie in der zweiten Achse direkt genutzt.



## Ergebnis und Beurteilung

Regalbediengeräte (RBG) mit einer Netzzurückspeisung erreichen Energieeinsparungen bis 50%. Dabei wird im laufenden Betrieb generiert, aber nicht benötigte Energie ins öffentliche Stromnetz zurückgeführt.

**Stöcklin**  
Förder- und Lagertechnik

Stöcklin Logistik AG  
Förder- und Lagertechnik  
4143 Dornach

Lothar Käufler, Leiter Technik  
und Einkauf  
[www.stoecklin.com](http://www.stoecklin.com)

## Photovoltaik – vorhandenes Potenzial nutzen

Wissenschaftlich anerkannte Studien belegen, dass die zur Produktion von Solarmodulen eingesetzte graue Energie nach weniger als drei Jahren zurückgewonnen ist. Bei einer Lebensdauer von 30–35 Jahren produziert eine Photovoltaikanlage rund 10 Mal so viel Energie, wie zur Herstellung benötigt wurde. Mit der fortschreitenden Weiterentwicklung der Solarenergie steigt auch der Erntefaktor weiter an. Schon heute ist die Ökobilanz von Solarstrom 4–8 Mal besser als beim europäischen Strommix (Quelle Swissolar).

### Beschreibung des Lösungsweges

Die Rhenus-Gruppe setzt sich aktiv für zukunftsweisende Technologien ein, die Energie sparen und die Umwelt schonen. Dazu gehört auch das Ausschöpfen des grossen Potenzials erneuerbarer Energie.

Doch nicht allein die Nutzung erneuerbarer Energie stand im Vordergrund. Auch die Produktion von Strom mit Photovoltaikanlagen bietet viele Chancen für Industrieunternehmen. Für die Rhenus-Gruppe war deshalb klar, dass das grosse ungenutzte Potenzial, das in den Dachflächen ihrer Bauten schlummert, besser genutzt werden sollte.

Ein eindrückliches Beispiel für dieses Engagement ist die Photovoltaikanlage, welche seit knapp einem Jahr auf dem Dach der Rhenus Port Logistics AG in Basel installiert ist. Die nach wie vor grösste dachintegrier-

te Solaranlage in der Nordwestschweiz produziert eine Million Kilowattstunden elektrische Energie pro Jahr und speist diese direkt ins öffentliche Netz ein.

Rhenus möchte mit dieser Grossanlage auch eine Vorreiterrolle spielen und andere Unternehmen anspornen, Gleiches zu tun. Denn: Würden alle geeigneten Dächer in der Region genutzt, könnten die Energieziele des Kantons Basel-Stadt noch schneller realisiert werden.

Mit dem Projekt betraut wurde das Jungunternehmen WindGate AG aus Wallisellen. Die Firma konnte im vergangenen Jahr bereits die grösste Photovoltaikanlage der Ostschweiz im thurgauischen Wängi realisieren. Rhenus stellt der Firma ihr Dach für 25 Jahre zur Verfügung.



Rhenus-Dach, Rheinhafen in Basel

**Ergebnis und Beurteilung:**

Modulfäche: ca. 12 000 m<sup>2</sup>  
Nennleistung: 1707 kWp  
Energieertrag: 1 592 016 kWh

Die Solaranlage liefert elektrische Energie für ca. 800 Haushalte.

Amortisationszeit: bei Eigenkapitalfinanzierung ca. 10 Jahre  
Abnahmevertragsdauer: 25 Jahre



Rhenus Alpina AG  
Peter Widmer  
Wiesendamm 4  
4019 Basel

[www.rhenus.com](http://www.rhenus.com)



Wind Gate AG  
Marco Rall  
Industriestrasse 44  
8304 Wallisellen

[www.windgate.ch](http://www.windgate.ch)

## Nachhaltiges Bauen

Nachhaltiges Bauen bedeutet den Materialeinsatz zu minimieren, vorwiegend nachwachsende Rohstoffe und erneuerbare Energien zu verwenden und damit ressourcenschonend zu handeln. Energie wird im Zusammenhang mit Gebäuden in verschiedenen Formen benötigt: zur Erstellung des Gebäudes (Baumaschinen, Transportgeräte), als graue Energie (Produktion von Baumaterialien), als Betriebsenergie für das fertige Gebäude (Instandhaltung, Lüftung, Heizung, Beleuchtung, betriebliche Anlagen des Nutzers) und für den Rückbau.

Um zu beurteilen, ob ein Bauvorhaben nachhaltig ist, werden soziale, ökologische und wirtschaftliche Kriterien möglichst gleichwertig in die Bewertung einbezogen. Dadurch wird die Überbewertung eines Bereichs auf Kosten eines anderen verhindert. Damit nicht jeder Bauherr den Weg der Nachhaltigkeit

beim Bauen neu erfinden muss, stehen verschiedene Labels und Standards zur Verfügung. Es werden klare Ziele vorgegeben, welche beim heutigen Stand der Technik mit vernünftigem Aufwand erreicht werden können. Gleichzeitig bleibt bei der Ausgestaltung des Gebäudes genügend Spielraum. In der Schweiz kennen wir primär das Label Minergie sowie den sich in der Entwicklung befindenden neuen Standard «Nachhaltiges Bauen Schweiz». Nachfolgend wird anhand eines Praxisbeispiels erläutert, wie ein Bauvorhaben nachhaltig abgewickelt werden kann.

### **Neubau Logistikzentrum Hagenholz**

Das Logistikzentrum (LGZ) Hagenholz ist ein gutes Beispiel, wie aufgrund frühzeitiger strategischer Planung Synergien genutzt und dabei Energie und Ressourcen gespart werden können.

Auf dem Areal des Hagenholz von ERZ (Entsorgung + Recycling Zürich) in Zürich-Oerlikon sollten verschiedene Nutzungen aus mehreren Gebäuden in einem zusammengefasst werden. ERZ erstellt zusammen mit Organisation und Informatik der Stadt Zürich (OIZ) ein neues Logistik- und Rechenzentrum. Dieses besteht aus einer Einstellhalle für 52 Abfallsammelfahrzeuge, Büroflächen für 180 Personen, Serviceräumen für das Personal und einem Rechenzentrum mit 1000 m<sup>2</sup> für OIZ. Ziele waren die Umsetzung des Standards Minergie-P-Eco, eine optimierte Material- und Systemwahl unter Berücksichtigung der grauen Energie sowie der Trennung von Bauteilen mit unterschiedlicher Lebensdauer. Die Materialien sollten gut recycelbar und schadstoffarm sein. Beim Energiekonzept sollte eine gute CO<sub>2</sub>-Bilanz zum Schutz des Klimas und als Beitrag zu den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft angestrebt werden.

## Beschreibung des Lösungsweges

### Umsetzung

Zusammen mit der Bauherrschaft wurde zur Erreichung des Minergie-P-Eco-Standards ein Fragenkatalog beantwortet, in dem in Form freiwilliger Zielvereinbarungen Konstruktions- und Materialstandards nach einem Punktesystem festgelegt sind. Instruktionworkshops, regelmässige Baustellenbesuche und Materialprüfungen wurden durchgeführt. Bei der Ausbildung der Aussenhaut wurden ökologische Kriterien einbezogen wie die Langlebigkeit der Materialien, die einfache Ersetzbarkeit einzelner Bauteile (Fenster, Wärmedämmung) sowie ein hoher Grad an Vorfabrikation. Weiter wurde ein Energiekonzept erstellt.

Abb. oben:  
Das Areal Hagenholz vor dem Umbau, im Hintergrund das Schulhaus.

Abb. unten:  
Visualisierung des Neubaus, die seinen Nutzen als Schallschutzriegel zwischen Logistikareal und dem Schulareal zeigt.



## Ergebnis und Beurteilung

### Energie

Durch die Nähe der beiden Zentren entstehen Synergien. Die Abwärme des Rechenzentrums kann teilweise als «grüne Wärme» für Heizung und Warmwasser verwendet werden. Die Gebäude können mit «grünem Strom», mit Energie aus dem Kehrlichtheizkraftwerk (KVA) und der Photovoltaikanlage auf dem Dach versorgt werden, das Rechenzentrum wird im Winter mit Aussenluft über Freecooling gekühlt. Diese Massnahmen führen zu einer gesteigerten Energieeffizienz und einem tieferen CO<sub>2</sub>-Ausstoss.

### Kosten und Nutzen

Die Erstellung von nachhaltigen Gebäuden kann zu höheren Baukosten führen, verglichen mit jenen von konventionellen Gebäuden. Diese liegen – abhängig von Projektgrösse und Zeitpunkt des Entscheides zum nachhaltigen Bauen (je früher, umso tiefer) bei 1–10%. Im LGZ Hagenholz werden aufgrund der Abwärmenutzung tiefere Betriebskosten im Vergleich zu einem konventionellen Projekt erwartet. Die konsequente Trennung von Bauteilen unterschiedlicher Lebensdauer wird sich

bei den ersten Sanierungsarbeiten auszahlen. Der Einbezug von Materialien und Produkten mit einem niedrigen Anteil an grauer Energie hilft Ressourcen zu schonen und Treibhausgas zu sparen, was der Umwelt und damit uns allen zugute kommt. Durch den Einbezug der Minergie-P-Eco-Kriterien kann mit einem gesunden Raumklima gerechnet werden, welches sich auf die Arbeitsproduktivität und das Wohlbefinden der dort arbeitenden Menschen positiv auswirken wird.

**CSDINGENIEURE+**

CSD Ingenieure AG  
Unterer Rheinweg 86  
4057 Basel

Tel. 061 690 60 70  
basel@csd.ch  
www.csd.ch

## Energieverbraucher im Hintergrund

In fast jedem Unternehmen schlummern ungenutzte Effizienzpotenziale. Neben den eigentlichen Produktionsprozessen sind Raumheizung, Kühlung, Beleuchtung, Druckluftherstellung, Ventilatoren und Umwälzpumpen grosse versteckte Energieverbraucher und häufig sogar für den Hauptteil der Energiekosten verantwortlich.

Dies kann gut am Beispiel eines Betriebs im Kanton Basel-Landschaft gezeigt werden. Das Unternehmen mit 70 Mitarbeitenden und einem Hochregallager hatte Stromkosten von rund 60 000 Franken pro Jahr, und musste nochmal so viel Geld für die Heizung aufwenden.

### Beschreibung des Lösungsweges

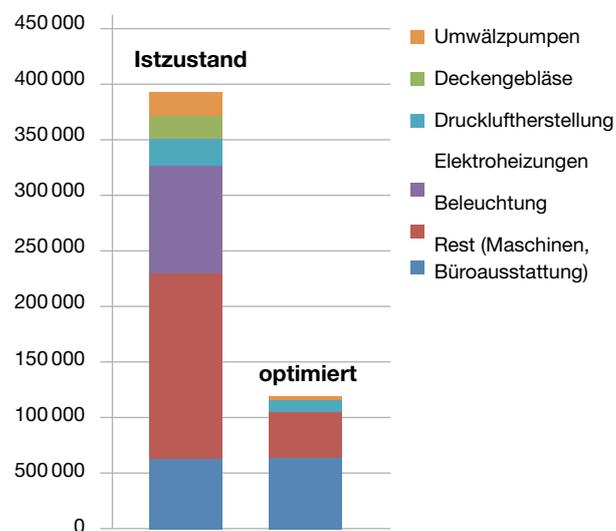
In einem ersten Schritt wurden die Effizienzpotenziale aufgrund von Energiekennzahlen abgeschätzt. Bei einem Stromverbrauch von 38 kWh/m<sup>2</sup>a und einem Heizenergieverbrauch von 189 kWh/m<sup>2</sup>a konnte von einem beträchtlichen Einsparpotenzial ausgegangen werden.

Eine Analyse des Stromverbrauchs ergab, dass der grösste Teil für die Beleuchtung der Produktions- und Lagerhallen aufgewendet werden musste. Als zweitgrösste Verbrauchergroupe konnten die Elektroheizungen des Bürotraktes identifiziert werden. Erst an dritter und vierter Stelle standen der Stromverbrauch für die Fertigungsprozesse und für die Druckluftherstellung.

Die Beleuchtungsanlage war auch sichtbar veraltet. Sowohl Produktionshallen als auch der Lagerbereich wurden mit T8-Leuchtstoffröhren mit konventionellen Vorschaltgeräten beleuchtet. Die Leuchten hatten entweder gar keine oder vergilbte, ehemals

weisse Reflektoren. Die Beleuchtung war trotz der guten Tageslichtversorgung ganz-tägig im Betrieb – sofern die Lampen nicht schon defekt waren.

Stromverbrauch und Einsparpotenzial in kWh pro Jahr





Halle mit veralteter Beleuchtungsanlage

Durch die Modernisierung der Beleuchtungsanlage können hier bei gleichbleibender Beleuchtungsqualität rund 80 000 kWh Strom eingespart werden. Weitere 40 000 kWh Einsparungen ergeben sich aus der Installation einer Tageslichtsteuerung. Dies bedeutet eingesparte Stromkosten von rund 20 000 Franken pro Jahr. Die Investitionskosten von rund 120 000 Franken können zu einem grossen Teil durch öffentliche Förderungen gedeckt werden, sodass sich die verbleibenden Kosten in weniger als drei Jahren amortisieren.

Die Druckluftanlage ist insgesamt ein viel kleinerer Verbraucher. Sie ist aber erwähnenswert, weil sich hier Einsparungen ohne Investitionskosten realisieren liessen. Beispielsweise war der Kompressor auch während der Nacht in Betrieb, obwohl in der Nacht keine Druckluft benötigt wurde. Es wurden auch Leckagen im Druckluftnetz festgestellt, die sich schnell beheben liessen.

Das grösste Einsparpotenzial besteht indes bei der Heizung. Durch eine Modernisierung der Gebäudehülle könnte der Heizenergiebedarf von heute 189 kWh/m<sup>2</sup>a auf rund einen Viertel reduziert und damit jährlich rund 1,5 Millionen kWh Heizenergie bzw. 45 000 Franken Heizkosten eingespart werden. Weitere Massnahmen sind der Ersatz der Elektroheizungen, die einen Stromverbrauch von ca. 100 000 kWh pro Jahr haben, und die Installation von Flächenheizungen statt der heute vorhandenen Deckengebläse, was nochmals rund 200 000 kWh Heizenergie einsparen würde.

### Ergebnis und Beurteilung

Dieser Betrieb ist kein Einzelfall. Die gezeigten Einsparpotenziale lassen sich in den unterschiedlichsten Branchen finden, überall, wo grosse Flächen beleuchtet, geheizt oder gekühlt werden. Auch in Logistikunternehmen lohnt es sich, einen Blick hinter die Kulissen zu werfen und die Energiekosten von Gebäuden und Anlagen kritisch zu hinterfragen. Energie Zukunft Schweiz hilft gerne bei der Erschliessung von Einsparpotenzialen.

**ENERGIE  
ZUKUNFT  
SCHWEIZ**

Energie Zukunft Schweiz  
Márton Varga  
Steinentorberg 26  
4051 Basel

Tel. 061 500 18 08  
m.varga@energiezukunftschweiz.ch  
www.energiezukunftschweiz.ch

## Gebäudeschadstoffe – Asbest, PAK und PCB

In der Vergangenheit wurden teilweise Baustoffe verwendet, von denen wir heute wissen, dass sie die Gesundheit gefährden können. Beispiele dafür sind das für den baulichen Brandschutz eingesetzte Asbest, PAK<sup>1</sup> in Teerklebern unter Parkettböden und PCB<sup>2</sup> in dauerelastischen Fugendichtungsmassen. Diese drei Bauschadstoffe betreffen vor allem Gebäude, die vor 1991 gebaut oder saniert wurden. Zum Schutz der Personen, die sich im Gebäude aufhalten, und zum Schutz der Umwelt müssen diese Schadstoffe heute vorwiegend vor Sanierungen oder Rückbauten normkonform beseitigt und fachgerecht entsorgt werden.

Besteht ein Verdacht auf Gebäudeschadstoffe, so müssen die damit verbundenen Risiken bewertet werden. Asbest kann in fest gebundener

oder schwach gebundener Form vorliegen. Da sich schwach gebundene Fasern grundsätzlich leichter aus dem Bauteil lösen, müssen die entsprechenden Bauteile in der Regel dringender saniert werden als Bauteile, die fest gebundenen Asbest enthalten. Nach erfolgter Risikobewertung und Dringlichkeitsbeurteilung werden die erforderlichen Massnahmen zur Risikoreduktion geplant. Meistens bedeutet dies eine Sanierung oder eine Versiegelung bzw. Abdeckung der belasteten Bauteile.

Nachfolgend wird anhand eines Praxisbeispiels erläutert, wie mit Bauschadstoffen professionell umgegangen werden kann.

Ein Logistikunternehmen plant den Rückbau eines Gebäudes, das 1946 errichtet wurde und bis in die 1980er-Jahre diverse Umbauten und Erweiterungen erfahren hat. Es besteht demzufolge der Verdacht, dass gesundheitsgefährdende Gebäudeschadstoffe vorhanden sein könnten. Der Unternehmer muss das Gebäude vor dem Rückbau auf Bauschadstoffe hin untersuchen und die Gefahren, die davon ausgehen können, eingehend ermitteln. Im Vordergrund der Untersuchung stehen in diesem Fall die Schadstoffe Asbest, PAK und PCB. Die nachfolgende Beschreibung konzentriert sich auf Asbest.

<sup>1</sup> Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

<sup>2</sup> Polychlorierte Biphenyle



Bild 1: Asbesthaltige Leichtbauplatte

Bild 2: Elektrotabelleau aus Asbestzement

## Beschreibung des Lösungsweges

Das Gebäude wird von Fachpersonen begangen. Bei diesem Gebäuderundgang werden von allen verdächtigen Bauteilen Proben entnommen und im Labor analysiert.

Die Analyseresultate zeigen, dass sich im Gebäude verschiedene schadstoffhaltige Bauteile befinden. Die Leichtbauplatte des Elektroverteilerschrank zum Beispiel enthält schwach gebundene Asbestfasern und das Elektrotabelleau fest gebundene Asbestfasern (Bild 1 und 2).

Aus den asbesthaltigen Leichtbauplatten können bereits ohne mechanische Einwirkungen gesundheitsgefährdende Asbestfasern freigesetzt werden. Bei kleinen Arbeiten können sogar grössere Mengen Asbestfasern freigesetzt werden.

Beim Elektrotabelleau aus Asbestzement besteht ohne Beschädigung keine unmittelbare Gefährdung. Wird das Bauteil jedoch mechanisch bearbeitet (bohren, fräsen usw.) oder beschädigt, werden ebenfalls gesundheitsgefährdende Asbestfasern freigesetzt.

In einem Grundrissplan wird eingezeichnet, wo die Proben entnommen und welche Schadstoffe identifiziert wurden.

Vor dem geplanten Rückbau müssen mindestens alle vom Umbau betroffenen asbesthaltigen Bauteile entfernt werden. Bei der Entfernung oder beim Ausbau dieser Vorkommen sind grössere Asbestfaserfreisetzungen möglich. Die betroffenen Bauteile dürfen daher nur durch Spezialfirmen, die von der Suva anerkannt sind, entfernt werden. Bauteile, die kleiner als 0,5 m<sup>2</sup> sind, dürfen auch von Fachfirmen, z.B. einem Elektriker, unter Einhaltung von bestimmten Auflagen (Suva) entfernt werden.

Bild 3: Selbstklebende Etikette – Achtung enthält Asbest.



Im Rahmen der Asbestsanierung übernimmt die Spezialfirma auch die fachgerechte Entsorgung der schadstoffhaltigen Materialien. Bauteile mit schwach gebundenem Asbest werden als Sonderabfall in einer Reaktordeponie entsorgt, fest gebundene Asbestprodukte, wie das vorliegende Elektrotabelleau aus Asbestzement, werden nach vorgängiger Anmeldung auf eine Inertstoffdeponie gebracht.

## Ergebnis und Beurteilung

Die Einschätzung des Risikos und die Dringlichkeitsbeurteilung durch die Berater zeigen, dass für das untersuchte Gebäude bezüglich Asbest-, PAK- und PCB-Vorkommen keine Sofortmassnahmen einzuleiten sind. Es muss aber beachtet werden, dass die schadstoffhaltigen Bauteile nicht bearbeitet werden dürfen. Der Eigentümer der Liegenschaft ist verantwortlich, dass alle Personen, die sich im Gebäude aufhalten, über die schadstoffhaltigen Materialien und die davon ausgehenden Gefahren informiert sind, indem beispielsweise alle asbesthaltigen Materialien mit einer selbstklebenden Etikette «Achtung enthält Asbest» gekennzeichnet werden (Bild 3). Es muss zudem sichergestellt sein, dass nicht versehentlich Arbeiten an schadstoffhaltigen Materialien durchgeführt werden. Vor dem Rückbau erfolgt die Sanierung der vorhandenen Schadstoffvorkommen durch eine Asbestsanierungsfirma.

## CSDINGENIEURE<sup>+</sup>

CSD Ingenieure AG  
Unterer Rheinweg 86  
4057 Basel

Tel. 061 690 60 70  
basel@csd.ch  
www.csd.ch

# Leitfaden zur Berechnung emissionen von Transport

Nach der Kür die Pflicht!  
Nach den Praxisbeispielen das  
Formelle, das Juristische  
und das Technische, quasi  
die Gebrauchsanleitung, ohne  
die es eben nicht geht.

Der eigentliche Leitfaden führt Sie Schritt für Schritt durch die ganze Thematik, von den Begriffen, Erklärungen, den Gesetzesgrundlagen zu den Berechnungen, Quantifizierungen und Allokationen. Ein auf den ersten Blick etwas schwer verdauliches Werk, auf den zweiten Blick eine unverzichtbare und logische Grundlage zu unserem Thema.

Die Erarbeitung eines solch strukturierten Werkes verlangt ausserordentliche Kenntnisse der Thematik. Der Logistikcluster Region Basel hat die CSD Ingenieure AG mit der Erstellung des Leitfadens beauftragt und bedankt sich bei den Autoren für die professionelle Unterstützung.

Autoren:  
Bruno Schletti  
Jürg Walder

**CSDINGENIEURE+**

CSD Ingenieure AG  
Unterer Rheinweg 86  
4057 Basel

Tel. 061 690 60 70  
basel@csd.ch  
www.csd.ch



# von Treibhausgas- dienstleistungen



## Gliederung und Orientierung

**Kapitel 1** des Leitfadens umfasst Grundlagen zur Klimathematik und zum Treibhauseffekt sowie Angaben zum politischen Kontext in Bezug auf die Transport- und Logistikbranche.

**Kapitel 2** beschreibt die Vorgehensweise für Treibhausgasberechnungen. Es werden Antworten auf Fragestellungen zu den Themen Treibhausgase, Erstellung einer Treibhausgasbilanz sowie Anwendung von Standards gegeben. Zudem wird auf die Normanforderungen betreffend Quantifizierung von Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen eingegangen.

In **Kapitel 3** wird die Methodik zur Berechnung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen von Transportdienstleistungen aufgezeigt und mit Beispielen dokumentiert.

**Kapitel 4** geht auf die Chancen und Herausforderungen ein, welche sich einem Unternehmen bei der Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz ergeben und beschreibt die Verwendung von Untersuchungsergebnissen.

**Kapitel 5** weist auf die Vorteile der kontinuierlichen Verbesserung hin und beschreibt das betriebliche Umweltmanagement.

**Kapitel 6** verweist auf die externe Unterstützung zur Erstellung von Energie- und Treibhausgasbilanzen.

Eine Zusammenstellung der Daten, welche für die Quantifizierung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen verwendet werden sollen, befindet sich im **Anhang** des Leitfadens.

## Klima und Treibhauseffekt

Klima ist aus meteorologischer Sicht die örtlich charakteristische Häufigkeitsverteilung atmosphärischer Zustände und Vorgänge während eines hinreichend langen Bezugszeitraums, der so zu wählen ist, dass die Häufigkeitsverteilung der atmosphärischen Zustände und Vorgänge den typischen Verhältnissen am Bezugsort gerecht wird. Das lokale Klima ist stark von der geografischen Lage (Nord/Süd, Höhe über Meer etc.) abhängig. Spurengase wie Kohlendioxid, Methan oder Lachgas haben die Eigenschaft, von der Erdoberfläche abgestrahlte Wärmestrahlung teilweise zu reflektieren. Dank dieser Eigenschaft beträgt die durchschnittliche Temperatur in der bodennahen Luftschicht ca. 15 °C. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt läge die Temperatur bei knapp -20 °C.

Die Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre und damit auch die durchschnittlichen Lufttemperaturen waren in der Erdgeschichte grossen Schwankungen ausgesetzt. Seit Beginn der Industrialisierung hat die Konzentration von ca. 280 ppm auf heute knapp 400 ppm zugenommen. Dieser anthropogene Treibhauseffekt ist deshalb so problematisch, weil er schnell abläuft und den Erdenbewohnern nicht genügend Zeit zur Anpassung lässt. Nach Einschätzungen der Wissenschaft (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) kann die Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration zur zusätzlichen Erwärmung der Atmosphäre um bis zu 6 °C im Jahr 2100 führen. Die erwärmte Atmosphäre wird unstabiler (Zunahme von Extremwittersituationen) und führt durch Abschmelzen der Polkappen zu einem Anstieg des Meeresspiegels. Diese Situation kann zu nicht abschätzbaren Folgen führen, wenn es uns nicht gelingt, die CO<sub>2</sub>-Emissionen massiv zu reduzieren.

### Klimapolitik

Klimaschutz ist eine globale Herausforderung. Die Schweiz verfolgt eine aktive Politik zur Reduktion der Treibhausgase im Inland und auf internationaler Ebene. Mit der Unterzeichnung der UNO-Klimakonvention (1993) und des Kyoto-Protokolls (2003) hat sich die Schweiz zu einem international koordinierten Klimaschutz verpflichtet.

Gemäss Kyoto-Protokoll müssen Industriestaaten wie die Schweiz ihre Emissionen im Zeitraum 2008 bis 2012 (gegenüber dem Stand von 1990) um 8% reduzieren. Mit dem 1999 erlassenen CO<sub>2</sub>-Gesetz will die Schweiz den CO<sub>2</sub>-Ausstoss im Zeitraum 2008 bis 2012 um durchschnittlich 10 Prozent (gegenüber 1990) verringern. Das CO<sub>2</sub>-Gesetz wird gegenwärtig revidiert. Es sieht wie bisher auch zukünftig eine CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffen und Treibstoffen vor. Die Abgabe auf Brennstoffen wurde im Jahr 2008 erstmals eingeführt. Damit wird Unternehmen ein Anreiz gesetzt für den sparsamen Umgang mit fossilen Brennstoffen und für den vermehrten Einsatz CO<sub>2</sub>-neutraler oder CO<sub>2</sub>-armer Energieträger. Zudem werden Investitionen in effizientere Technologien attraktiver.

In der Region Basel verschärfte der Kanton Basel-Stadt bereits vor Jahren im Bereich der gesetzlichen Minimalanforderungen die Grenzwerte. Sowohl bei Neubauten als auch bei Sanierungen müssen Energiegrenzwerte eingehalten werden, welche bis zu 20% unter den Normen liegen. Für herausragende Projekte sowie für die energetische Sanierung von Gebäuden und die Nutzung erneuerbarer Energieträger stehen kantonale Fördermittel zur Verfügung. Basel-Stadt setzt sich zudem für die 2000-Watt-Gesellschaft ein mit dem Ziel, die konstante Leistung der Bevölkerung auf 2000 Watt zu senken. Dieses Ziel soll mittels Reduktion des Energieverbrauchs, Steigerung der Energieeffizienz und Förderung der erneuerbaren Energien erreicht werden.

Auch im Kanton Basel-Landschaft sind im Energiegesetz seit dem Jahr 2011 verschärfte Zielsetzungen formuliert. Beispielsweise soll der Energieverbrauch für Neubauten bis zum Jahr 2030 auf 2 Liter Heizöläquivalente pro Quadratmeter Energiebezugsfläche gesenkt

werden und der Anteil an erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch ohne Mobilität auf 40% ansteigen.

### Treibhausgasemissionen Logistikbranche

Der Verkehr trägt in der Schweiz massgeblich zu den Treibhausgasemissionen bei. Im Jahr 2010 betrug der Anteil an den Schweizer Emissionen 30,5% (siehe Abbildung 1.1). Die Logistikbranche verursacht neben den Emissionen aus Brennstoffen hauptsächlich durch den Treibstoffverbrauch bei den Transportvorgängen Treibhausgasemissionen. Zusammen mit den Bereichen Offroad, Land-

wirtschaft und dem Personenwagenverkehr trägt das Transportwesen massgebend zu den Emissionen aus dem Treibstoffverbrauch bei. Durch den Einsatz von Lastwagen betrifft dies insbesondere den Dieserverbrauch, durch Lieferwagen zu einem geringeren Anteil den Benzinverbrauch (siehe Abbildung 1.2). Die Flugpetrolemissionen sowie die Emissionen der Schifffahrt und des Strassentransportes im internationalen Verkehr sind in den hier aufgeführten Statistiken des BAFU nicht enthalten und addieren sich zusätzlich zu den nationalen Emissionen des Schweizer Transportwesens. Dadurch wird deutlich, dass die Schweizer Logistikbranche wesentlich zum Ausstoss von Treibhausgasen beiträgt.

Abbildung 1.1  
Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>e) gemäss Kyoto-Protokoll, aufgeteilt nach Verursachern in der Schweiz, Jahr 2010  
(Quelle: BAFU)

Jahr 2010

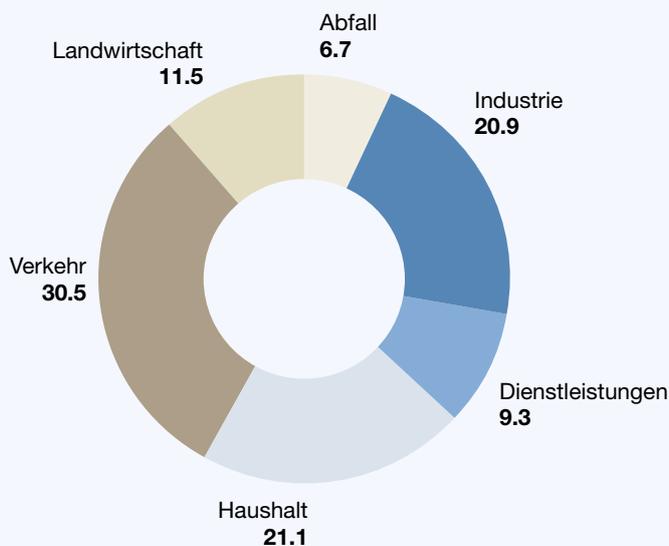
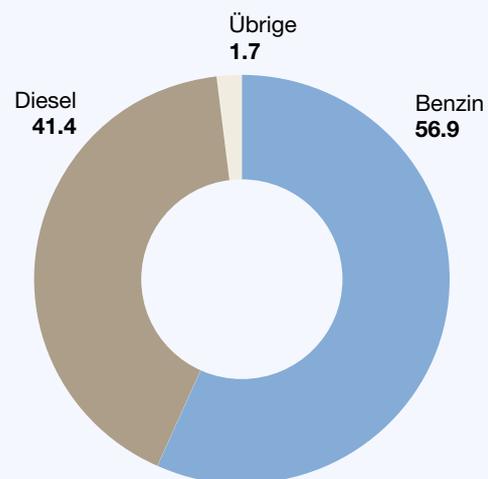


Abbildung 1.2  
Prozentuale Verteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Treibstoffen in der Schweiz, Jahr 2010  
(Quelle: BAFU)

Jahr 2010



## Treibhausgase

Unter Treibhausgasen versteht man gasförmige Stoffe, welche für kurzwellige Sonnenstrahlen mehrheitlich durchgängig sind, jedoch langwellige Wärmestrahlung teilweise reflektieren. Obwohl vielfach nur von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) gesprochen wird, gibt es weite-

re Gase, welche zum Klimateffekt beitragen. Diese Gase haben jedoch nicht dasselbe Erwärmungspotenzial. Der GWP-Faktor (Tabelle 2.1) gibt an, um wie viel die Klimawirksamkeit höher ausfällt im Vergleich zu CO<sub>2</sub>.

Treibhausgas	Chemische Formel	GWP-Faktor (100a)
Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>	1
Methan	CH <sub>4</sub>	25
Distickstoffoxid (Lachgas)	N <sub>2</sub> O	298
Kältemittel R134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	1300
Kältemittel 404a	44% HFC-125, 4% HFC-134a, 52% HFC-143a	3260
Kältemittel 407c	23% HFC-32, 25% HFC-125, 52% HFC-134a	1525

Tabelle 2.1 Global Warming Potential (GWP) für einige Treibhausgase (Quelle IPCC, 1996; WMO, 1999)

In der Treibhausgasbilanz werden alle Treibhausgase berücksichtigt. Die Emissionen werden anschliessend in der Einheit CO<sub>2</sub>-Äquivalent (CO<sub>2</sub>e) angegeben.

Die für die Schweiz anzuwendenden Emissions- und Umrechnungsfaktoren sind im Anhang C aufgeführt.

## Treibhausgasbilanzen

Bilanzen werden erstellt, um einen Zustand zu erfassen und mittels Benchmarks einzu-stufen oder um eine Entwicklung über einen bestimmten Zeitraum zu bestimmen. Dies ist auch bei Energie- und Treibhausgasbilanzen der Fall. Die Erstellung einer Treibhausgasbilanz ist mit der Arbeit eines Buchhalters zu vergleichen, welcher die Jahresbilanz (Finanzabschluss) erstellt. Wichtig sind auch hier die genauen Abgrenzungen und die Qualität der Datengrundlage. Beides muss klar definiert und gut dokumentiert werden. Eine Klimagasbilanz wird auch CO<sub>2</sub>-Fussabdruck oder Carbon-Footprint genannt. Die methodische Grundlage für eine Klimagasbilanzierung bildet die ISO-Normenreihe

14064. Speziell für die Anwendung im Transportdienstleistungsbereich steht der Normenentwurf DIN EN 16258 (Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen [Güter- und Personenverkehr] zur Verfügung. Der vorliegende Leitfaden befasst sich mit Transportdienstleistungen und orientiert sich deshalb an diesem Dokument (prEN 16258:2011) aus dem Jahr 2011. Abhängig von der Ausprägung und der Aussagekraft einer Treibhausgasbilanz können auch andere Normen und Standards angewendet werden. Nachfolgende Tabelle gibt eine kurze Übersicht ausgewählter Bilanzkategorien.

	<b>Unternehmensklima-bilanzen (Corporate Carbon Footprinting)</b>	<b>Produktklima-bilanzen (Product Carbon Footprinting)</b>	<b>Bilanzen von Transportdienstleistungen</b>
<b>Normen/Standards</b>	ISO 14064-1 sowie GHG Protocol	PAS 2050; GHG Protocol; ISO-Norm (ISO 14040ff.)	CEN-Normentwurf prEN 16258:2011
<b>Systemgrenzen</b>	Aktivitäten des eigenen Unternehmens verpflichtend; Einbezug von Subunternehmern freiwillig	Gesamte Wertschöpfungskette, unabhängig davon, ob eigene oder Fremdprozesse	Gesamte Transportkette, unabhängig davon, ob eigene Fahrzeuge oder Fahrzeuge von Subdienstleistern
<b>Umweltkenngrößen</b>	Alle Treibhausgase (als CO <sub>2</sub> -Äquivalente)	Alle Treibhausgase (als CO <sub>2</sub> -Äquivalente)	Alle Treibhausgase (als CO <sub>2</sub> -Äquivalente) + Energieverbrauch
<b>Emissionen durch Herstellung von Energieträgern (z.B. Diesel)</b>	Herstellung von selbst verbrauchtem Strom: ja; andere Energieträger: freiwillig	Müssen berücksichtigt werden	Müssen berücksichtigt werden
<b>Zulässige Methoden zur Allokation der Emissionen auf Einzelsendungen</b>	Keine Vorgaben	Möglichst physische Grössen (z.B. Gewicht), aber auch monetäre Grössen zulässig	Nur physische Grössen (bevorzugt Gewicht; aber auch Anzahl Paletten, Lademeter, TEU etc.)

Tabelle 2.2: Fokus von Treibhausgasbilanzen und anzuwendende Normen und Standards (Quelle: Ökoinstitut [6])

## Grundlagen Treibhausgasemissionsberechnungen

Bei der Berechnung von Treibhausgasemissionen muss man sich stets über den Umfang der Betrachtung im Klaren sein. Die Emissionsberechnungen sollten nach der Methodik einer Ökobilanzierung durchgeführt werden. Dabei stehen zwei Grössen im Vordergrund, welche zu Beginn klar definiert werden müssen:

### Funktionelle Einheit

Die funktionelle Einheit beschreibt den Bezug der Emissionsberechnungen. Dies kann eine Dienstleistung oder ein Vorgang (z.B. Einzelsendung), aber auch ein Produkt oder ein Unternehmen sein (Produkte- und Unternehmensbilanzen sind nicht Bestandteil dieses Leitfadens). Im Normenentwurf prEN 16258:2011 ist für Transportdienstleistungen vom Fahrzeugeinsatzsystem (VOS) die Rede.

### Systemgrenzen

Bei der Definition der Systemgrenzen wird festgelegt, welche Emissionen in die Berechnungen einfließen sollen. Man unterscheidet zwischen direkten Emissionen (z.B. Emissionen des LKW-Motors) und indirekten Emissionen (z.B. Emissionen, welche zur Herstellung des Treibstoffs verursacht wurden). Es muss bestimmt werden, welche Prozesse auf dem Lebensweg eines Produkts berücksichtigt werden sollen: Rohstoffgewinnung, Produktion, Nutzung, Bereitstellung der Hilfsstoffe, welche zur Nutzung benötigt werden (z.B. Treibstoffe, Schmierstoffe, Reinigungsmittel etc.), Entsorgung.

Im Weiteren muss definiert werden, welche Prozesse einen direkten funktionellen Zusammenhang haben mit der bilanzierten Einheit (z.B. soll der Betrieb des Bürogebäudes in die Produktebilanz einbezogen werden). Hier stellen sich auch immer wieder Fragen zur Allokation (z.B. Verteilung der Emissionen auf unterschiedliche Einzelsendungen).

In der Norm prEN 16258:2011 ist festgelegt, dass indirekte Energieverbräuche und Emissionen der Energieprozesse berücksichtigt werden müssen. Hingegen sind indirekte Energieverbräuche und indirekte Emissionen, die durch Herstellung, Instandhaltung und Entsorgung von Fahrzeugen oder Verkehrsinfrastrukturen verursacht werden, für die Berechnung explizit nicht zu berücksichtigen [2].

Die Norm unterscheidet drei Betrachtungsweisen:

**WTT = Well-to-Tank (Energievorkette):** die systematische Erfassung von Energieverbrauch bzw. allen indirekten Emissionen der Kraftstoffbereitstellung von der Quelle bis zum Fahrzeugtank. Der Energieverbrauch umfasst auch Verluste bei der Herstellung der Energieträger z.B. in Kraftwerken oder in Hochspannungsleitungen.

**TTW = Tank-to-Wheel (Fahrzeug):** die systematische Erfassung aller direkten Emissionen des Fahrzeugbetriebes (Endenergiebetrachtung).

**WTW = Well-to-Wheel (Fahrzeug und Energievorkette):** die Summe aus Well-to-Tank und Tank-to-Wheel, also aus direkten und indirekten Emissionen. Diese Primärenergiebetrachtung schliesst per Definition alle Verluste oder Emissionen aus den vorgelagerten Prozessen (Vorkette) mit ein.

Bei der Berechnung des Energiebedarfs gibt es zwei unterschiedliche Ansätze. Beim verbrauchs-basierten Ansatz geht man von gemessenen Werten (Treibstoffbedarf des Fahrzeugs, der Fahrzeugflotte etc.) aus. Beim entfernungs-basierten Ansatz rechnet man mit Standardverbrauchswerten, welche in Abhängigkeit vom Fahrzeug, vom transportierten Gut, vom Treibstoff etc. aus Tabellen (siehe Anhang B) entnommen werden können.

Nach der Norm müssen bei einer Bilanz von Transportdienstleistungen folgende vier Grössen deklariert werden:

**Energieverbrauch TTW** (Endenergieverbrauch)

**Energieverbrauch WTW** (Primärenergieverbrauch)

**THG-Emissionen TTW** (ohne vorgelagerte Prozesse)

**THG-Emissionen WTW** (mit vorgelagerten Prozessen)

# Quantifizierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen

## Treibhausgasemissionen im Logistikbetrieb

Ein Logistikbetrieb benötigt Energie und führt zu Treibhausgasemissionen. Nachfolgend wird beschrieben, bei welchen Aktivitäten Treibhausgase emittiert werden und wie deren Mengen beeinflusst werden können.

### Transportdienstleistung

Zum Transport von Gütern sind vielfach mehrere Transportfahrzeuge verwendbar. Die Bandbreite umfasst eine Vielzahl unterschiedlicher Fahrzeuge wie beispielsweise Fahrräder, motorisierte Fahrzeuge in allen Grössen und mit verschiedenen Antriebstechniken, Bahn, Schiff und Flugzeug. Die Wahl des Fahrzeugs hat meist den grössten Einfluss auf die Treibhausgasemissionen in einem Betrieb der Logistikbranche. Der spezifische Energiebedarf und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen pro Fahrzeugkilometer oder pro Tonnenkilometer befinden sich in den Tabellen im Anhang B.

### Gebäude

Beim Gebäude sind Wärmebedarf und Elektrizitätsbedarf Verursacher der Treibhausgasemissionen. Der Wärmebedarf wird von der Dämmung der Gebäudehülle, vom Brauchwasserbedarf und von der Art der Wärmezeugung beeinflusst. Bessere Dämmung, tiefere Komfortansprüche (Raumtemperaturen, Warmwasserverbrauch etc.) und eine Wärmezeugung mittels erneuerbare Energien führen zu tieferen Emissionen.

Beim Elektrizitätsbedarf sind Beleuchtung, Hilfsenergiebedarf für Heizung, Lüftung, Kühlung sowie elektronische (IT) und elektrische Geräte zu erwähnen. Mit sparsamem Verbrauch (Gerätegrösse, Gerätequalität, Betriebszeiten, Sollwerteneinstellungen etc.) und mit dem Einkauf des Stromprodukts können die vorgelagerten Emissionen beeinflusst werden.

### Prozesse

Unter dem Begriff «Prozesse» in Logistikbetrieben werden Emissionen, welche im Zusammenhang mit Lagerung, Kühlung, Umschlag, Herstellung, Verarbeitung, Verpackung, Maschinen, Geräten, Motoren etc. stehen, zusammengefasst. Die Treibhausgasemissionen der Prozesse können von Betrieb zu Betrieb sehr stark variieren. In diesem Bereich

herrscht die Energieform Elektrizität vor. Auch hier können effiziente Geräte und optimierte Steuerungen sowie die Wahl des Stromprodukts zu Emissionsreduktionen führen.

### Organisation

Unter dem Thema Organisation werden die Planung der Fahrten und die Kommunikation mit Kunden verstanden. Mit einer intelligenten Planung der Fahrten können mehrere Aufträge in einer Route kombiniert und Leerfahrten verhindert werden. Durch Absprechen der Dringlichkeit mit dem Kunden können die Routen optimiert werden. Fallweise können kleine Fahrzeuge eingesetzt oder Lieferungen via Bahn abgewickelt werden. Ab einer bestimmten Fahrzeugflottengrösse kann sich der Einsatz einer Routenplanungssoftware auszahlen.

### Personal

Eine gute Schulung des Personals zahlt sich aus. Bei den Fahrerinnen und Fahrern liegt Potenzial, um den Treibstoffverbrauch durch angemessene Fahrtechnik zu reduzieren. Im Planungsbüro kann gut ausgebildetes und kompetentes Personal (Ortskenntnisse, Auftragsübersicht, Softwarekenntnisse, gute Kundenbeziehung) zu optimierten Fahrten und dadurch zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen und nicht zuletzt zu Erhöhung der Wirtschaftlichkeit führen.

## Berechnung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen

Die nachfolgende Beschreibung der Berechnungsmethodik bezieht sich ausschliesslich auf Transportdienstleistungen nach Normenentwurf prEN 16258:2011. Nach der Norm sollen Energiebedarf und Treibhausgasemissionen ermittelt werden, wobei der Energiebedarf (Treibstoffverbrauch, Wärme aus Heizöl, Gas etc. oder Stromverbrauch) die massgebende Grösse zur Ermittlung der Emissionen darstellt. Die Werte werden in der Einheit Megajoule (MJ) angegeben.

### Transport

Die zum Transport notwendige Energie kann verbrauchs basiert oder entfernungs basiert ermittelt werden (siehe Kapitel 2).

#### Verbrauchs basierte Ermittlung des Transportenergiebedarfs

Die verbrauchs basierte Ermittlung geht von gemessenen Verbräuchen aus. Der Verbrauch muss sich auf einen gesamten Fahrzeugumlauf beziehen (inklusive Leerfahrten). Wenn die Route, die Auslastung etc. einer Fahrt bekannt ist, jedoch keine Angaben zum Treibstoffbedarf vorliegen, kann auch mit den Verbrauchszahlen nach Anhang B gerechnet werden (evtl. Korrekturfaktoren für Verkehrssituation, Strassenneigung oder Frachtkühlung berücksichtigen).

Der Normenentwurf lässt für die Messung des Energieverbrauchs drei Fälle zu, wobei folgende Rangfolge empfohlen wird [2]:

Verwendung von **spezifischen Messwerten** für den konkreten Transport:

In diesem Fall wird exakt für den Umlauf, bei dem die Sendung mittransportiert wurde, der Kraftstoffverbrauch ermittelt. Eine solche detaillierte Betrachtung ist bislang in der Praxis eher unwahrscheinlich, da Speditionen und Logistikdienstleister nur selten für alle genutzten Verkehrsmittel separate Energiedaten erheben können.

Verwendung von **fahrzeug- oder routentypischen Kennwerten**:

In diesem Fall misst das Logistikunternehmen beispielsweise auf Jahresbasis den Dieselverbrauch der von ihm eingesetzten Fahrzeuge, Schiffe oder Flugzeuge speziell für die Route, auf der die betrachtete Sendung mittransportiert wird und verteilt diese Werte anschliessend auf die betrachtete Einzelsendung. Verwendet wird, also ein durchschnittlicher Energieverbrauch pro Tonnenkilometer oder pro TEU-Kilometer z.B. gemittelt über ein Jahr. Dieses Vorgehen dürfte in Zukunft bedeutend werden, da es in der Praxis relativ leicht umsetzbar ist.

Verwendung von **Flottendurchschnittswerten**:

Dieser Fall ähnelt dem zweiten Fall – allerdings werden hier Durchschnittswerte für eine ganze Flotte des Logistikdienstleisters verwendet und nicht speziell für eine Linie, Route oder Tour. Um diese Werte für eine einzelne Sendung anwenden zu können, muss aber sichergestellt sein, dass die Fahrzeuge für den betrachteten Transport typisch sind. Diese Vorgehensweise ist heute bei vielen Speditionen üblich – allerdings liefert diese Methode die unschärfsten Ergebnisse, da sie keine Spezifika des einzelnen Transports erfasst. Die Resultate der Messungen müssen mithilfe der Umrechnungsfaktoren in Energie- (MJ) und Treibhausgaseinheiten (CO<sub>2</sub>e) umgerechnet werden (Tabellen im Anhang C).

#### Entfernungs basierte Ermittlung des Transportenergiebedarfs

Sind keine Messwerte für den Verbrauch vorhanden und ist allgemein wenig Information zum Transportvorgang bekannt, wird der entfernungs basierte Ansatz gewählt. Der Berechnungsweg ist mit dem Allokationsschritt (Seite 54, «Allokation von Energieverbrauch und Emissionen auf Einzelsendungen») verknüpft. Die entfernungs basierte Berechnung stützt sich auf Standardwerte, welche in der Literatur zu finden sind (Anhang B) und funktioniert nach folgenden Grundformeln [1]:

$$FC = W * D * E$$

FC:	Endenergieverbrauch	MJ
W:	reales Frachtgewicht	t oder Standardcontainer (TEU)
D:	reale Transportentfernung	km
E:	spezifischer Energieverbrauch	MJ/t oder MJ/TEU

Tabelle 3.1 Grundformel zur Berechnung des entfernungs-basierten Energiebedarfs

$$EN_{\text{Primär}} = FC * F_{\text{EN}}$$

EN <sub>Primär</sub> :	Primärenergieverbrauch	MJ
FC:	Endenergieverbrauch (gemessen)	MJ
F <sub>EN</sub> :	Primärenergiefaktor	MJ/kWh, MJ/Liter, etc. (Tabelle 7.1)

Tabelle 3.2 Grundformel zur Umrechnung von Endenergie auf Primärenergie

$$EM_{\text{direkt/gesamt}} = FC * F_{\text{EM}}$$

EM:	THG-Emissionen	kg CO <sub>2</sub> e
FC:	Endenergieverbrauch	MJ
F <sub>EM</sub> :	THG-Emissionsfaktor	kg CO <sub>2</sub> e/MJ, kg CO <sub>2</sub> e /tkm, etc. (Tabelle 7.10)

Tabelle 3.3 Grundformel zur Ermittlung der THG-Emissionen aus dem Energieverbrauch

### Zur Anwendung der Formel sind folgende fünf Schritte notwendig [2]

1	Bestimmen der Gutart (Massengut, Durchschnittsgut oder Volumengut)	Anhang A
2	Identifikation der Fahrzeuge nach Art und Grösse	Anhang A
3	Auswahl der spezifischen Verbrauchswerte pro Tonnen-km bzw. TEU-km passend zur Gutart und zur Fahrzeugart bzw. zum Fahrzeugtyp	Anhang B
4	Ermittlung der realen Transportentfernung für die einzelne Sendung. Bei landgebundenen Verkehren (Strasse, Schiene, Binnenschifffahrt) ist das die tatsächlich zurückgelegte Strecke; bei Flugverkehr und Seeschifffahrt gelten spezielle Berechnungsvorschriften, da die tatsächliche Distanz meist von der Idealroute abweicht	
5	Ermittlung des realen Frachtgewichts (einschliesslich Verpackung oder Transporthilfen wie Paletten sowie ggf. Containergewichte, siehe Tabelle 7.3) bzw. Anzahl der TEU	

**Schritt 1**

In Anlehnung an das internetbasierte Emissionsberechnungstool «EcoTransIT» ([www.ecotransit.org](http://www.ecotransit.org)) soll zwischen Volumengut (Extrembeispiel: Dämmstoff), Durchschnittsgut und Massengut (Extrembeispiel: Stahlträger) unterschieden werden.

**Schritt 2**

Bei der Art der Fahrzeuge soll darauf geachtet werden, dass diese so kategorisiert werden, dass auch Grundlagen zu Emissionsdaten vorhanden sind. Für die Schweiz empfiehlt sich die Kategorisierung nach dem Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs (HBEFA 3.1, Jan. 2010) resp. nach der Ecoinvent-Datenbank. Neben den Lieferwagen wurden noch drei Kategorien für schwere Nutzfahrzeuge unterschieden. Eine Unterscheidung der Abgasnormen (Euro III, Euro IV, Euro V etc.) ist bei LKW nicht notwendig, da sich der Treibstoffverbrauch und somit auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoss mit der Motorentechnologie nicht bedeutend verändert haben. Nur bei sehr alten Fahrzeugen wird der Treibstoffverbrauch höher liegen, als in Tabelle 7.5 im Anhang aufgelistet.

**Schritt 3**

Neben der Fahrzeugkategorie, der Art des Gutes, der Art der Beladung (Schritt 1 und 2) sollen bei Strassentransporten zur Ermittlung der Emissionsfaktoren weitere Parameter berücksichtigt werden:

- Streckenprofil (Steigung und Gefälle der Strassen)
- Verkehrsfluss (innerorts, ausserorts, Stausituation, Geschwindigkeit)

Bei den Emissionsfaktoren (Tabelle 7.5) wird von einer repräsentativen Verkehrssituation und Steigung von 0% ausgegangen. In der Schweiz führen jedoch viele Strassen durch hügeliges Gelände oder durch das Gebirge. Der Treibstoffverbrauch kann sich dadurch abhängig vom Fahrzeug, vom zugeladenen Gewicht und natürlich von der Steigung um 0% bis 80% erhöhen. Besonders bei grossen Fahrzeugen müssen deutliche Zuschläge eingerechnet werden.

Bei überwiegend vorherrschenden Innerortsstrassen soll ein weiterer Korrekturfaktor eingerechnet werden. Die Verkehrssituation kann unter Umständen den Treibstoffverbrauch um 30–50% erhöhen.

**Beispiel Berechnung Energieverbrauch und THG-Emissionen Strasse:**

**Ein LKW liefert 3 Tonnen Kirschen von Dornach über den Passwang nach Oensingen (42 km, 800 Höhenmeter). Die Fracht wird auf 4 °C gekühlt. Rückfahrt leer.**

Transportleistung: 3 x 42 = 126 tkm, 42 km ca. 50% Auslastung, 42 km Leerfahrt

Methodik: Kombination verbrauchs- und entfernungsbasiert

**Fahrzeugtyp: LKW 3,5–20t, Diesel**

Treibstoffverbrauch (50%):	0,215 Liter/km	(Tabelle 7.4)
Treibstoffverbrauch (0%):	0,186 Liter/km	(Tabelle 7.4)
Primärenergieverbrauch:	Faktor = 1,31	(Tabelle 7.1)
THG-Emissionsfaktor Diesel:	0,074 resp. 0,084 kg CO <sub>2</sub> e/MJ	(Tabelle 7.10)

**Zuschläge**

Steigung 2%	Zuschlag = 10% (eigene Abschätzung)
Ausserorts	kein Zuschlag
Gekühlt	Zuschlag = 4% (eigene Abschätzung)

## Resultate

Endenergieverbrauch (TTW):	$42 \times (0,215 \times 1,1 \times 1,04 + 0,186 \times 1,1 \times 1,04) = 19,3 \text{ Liter} \rightarrow 694 \text{ MJ}$
Primärenergieverbrauch WTW):	$694 \times 1,31 = 909 \text{ MJ}$
THG-Emissionen (direkt):	$694 \times 0,074 = 51,4 \text{ kg CO}_2\text{e}$
THG-Emissionen (gesamt)	$694 \times 0,084 = 58,3 \text{ kg CO}_2\text{e}$

Beim Bahnverkehr ist primär die Länge des Zugs und somit das Gesamtgewicht entscheidend. Ohne Anhaltspunkte soll mit einem Zug mit Bruttogewicht 1000 Tonnen gerechnet werden. Es werden folgende Züge unterschieden:

- Güterzug Schweiz, elektrisch betrieben
- Güterzug Europa, elektrisch betrieben
- Güterzug Europa, dieselbetrieben

Da moderne Lokomotiven bei Abfahrten den beim Hochfahren verbrauchten Strom teilweise wieder ins Stromnetz einspeisen, wird auf eine Unterscheidung nach Längsneigung der Geleise verzichtet. Obwohl in der Schweiz praktisch keine dieselbetriebenen Lokomotiven eingesetzt werden, sind die Dieserverbräuche solcher Loks für den Einbezug von Strecken im Ausland in Tabelle 7.6 trotzdem aufgeführt.

## Beispiel Berechnung Energieverbrauch und THG-Emissionen Bahn

**80 Tonnen Altpapier (Massengut) werden von Basel per Bahn nach Utzenstorf BE transportiert. Die reale Distanz beträgt 90 km.**

Transportleistung:  $80 \times 90 = 7200 \text{ tkm}$

Methodik: entfernungsbasiert

### Grundlagendaten

Energieverbrauch:	0,268 (Strom) und 0,025 (Diesel) MJ/tkm	(Tabelle 7.6)
Primärenergieverbrauch:	Faktor Strom = 3,05, Faktor Diesel = 1,31	(Tabelle 7.1)
THG-Emissionsfaktor Elektrizität:	0/0,04 (Strom) und 0,074/0,084 (Diesel) kg CO <sub>2</sub> e/MJ	(Tabelle 7.10)

## Resultate

Endenergieverbrauch (TTW):	$7200 \times (0,268 + 0,025) = 2110 \text{ MJ}$
Primärenergieverbrauch (WTW):	$7200 \times (0,268 \times 3,05 + 0,025 \times 1,31) = 6121 \text{ MJ}$
THG-Emissionen (direkt):	$7200 \times 0,025 \times 0,074 = 13,3 \text{ kg CO}_2\text{e}$
THG-Emissionen (gesamt):	$7200 \times (0,268 \times 0,04 + 0,025 \times 0,084) = 92,3 \text{ kg CO}_2\text{e}$

Transporte per Schiff sind innerhalb der Schweiz in der Praxis unbedeutend. Bei der Ermittlung von Energiebedarf und Treibhausgasemissionen von Transporten vom und in's Ausland kann der Güterverkehr per Schiff, meist auf dem Rhein, von Bedeutung sein. Aus diesem Grund wurde in diesem Leitfaden auch der Schiffverkehr aufgenommen. Auf Schiffen werden vor allem Massengüter und Container transportiert. Es werden folgende Schiffstypen unterschieden:

- Binnenfrachter Europa
- Hochseefrachter

Die Transportentfernungen entsprechen bei der Binnenschifffahrt der Länge der Wasserwege, die befahren werden. Bei der Seeschifffahrt werden die ausgewiesenen Schiffsrouten verwendet. Falls die Länge der Routen nicht bekannt ist, können sie z.B. mit dem Internet-Tool EcoTransIT ermittelt werden ([www.ecotransit.org](http://www.ecotransit.org)). Die Emissionsfaktoren befinden sich im Anhang (Tabelle 7.7).

#### Beispiel Berechnung Energieverbrauch und THG-Emissionen Schiff:

**120 Tonnen Stahl werden von Schanghai per Hochseefrachter (bis Rotterdam) und per Binnenfrachter nach Basel transportiert. Die reale Distanz beträgt gemäss [www.ecotransit.org](http://www.ecotransit.org) 19 500 km (Hochsee) und 820 km (Rhein).**

Transportleistung: Hochsee:  $120 \times 19\,500 = 2\,340\,000$  tkm; Rhein:  $120 \times 820 = 98\,400$  tkm

Methodik: entfernungsbasiert

#### Grundlagendaten

Hochseefrachter mit Schweröl, Binnenschiff mit Diesel

Energieverbrauch:	0.0026 L/tkm (Öl) und 0.0112 L/tkm (Diesel)	(Tabelle 7.7)
Primärenergieverbrauch:	Faktor Öl = 1.25, Faktor Diesel = 1.31	(Tabelle 7.1)
THG-Emissionsfaktor Schweröl und Diesel:	0.080/0.090 (Schweröl) und 0.074/0.084 (Diesel) kg CO <sub>2</sub> e/MJ	(Tabelle 7.10)

#### Resultate

Endenergieverbrauch (TTW):	$2\,340\,000 \times 0.0026 \times 38.1 + 98\,400 \times 0.0112 \times 36.0$ = 271 475 MJ
Primärenergieverbrauch WTW):	$2\,340\,000 \times 0.0026 \times 38.1 \times 1.25 + 98\,400 \times 0.0112 \times 36.0 \times 1.31$ = 341 725 MJ
THG-Emissionen (direkt):	$2\,340\,000 \times 0.0026 \times 38.1 \times 0.08 + 98\,400 \times 0.0112 \times 36.0 \times 0.074$ = 21 480 kg CO <sub>2</sub> e
THG-Emissionen (gesamt)	$2\,340\,000 \times 0.0026 \times 38.1 \times 0.09 + 98\,400 \times 0.0112 \times 36.0 \times 0.084$ = 24 195 kg CO <sub>2</sub> e

Bei den Flugtransporten gilt dasselbe wie bei der Schifffahrt. Die Verbrauchs- und Emissionszahlen werden in diesem Leitfaden einzig für die Transporte vom oder ins Ausland angegeben. Da die Start- und Landevorgänge sehr bedeutend sind, nehmen die spezifischen Werte pro Kilometer für Energiebedarf und Treibhausgasemissionen mit der Länge des Flugs ab. Gütertransporte durch die Luft können in einer Frachtmaschine oder in einem Frachtraum einer Passagiermaschine durchgeführt werden. Im zweiten Fall muss der Energieverbrauch zwischen Passagieren und der sogenannten Bei- oder Bellyfracht aufgeteilt werden. Dabei wird nach der Norm prEU16258: 2011 pro Passagier mit 100 kg (inkl. Gepäck) gerechnet [2]. Es werden folgende Flugfrachten unterschieden:

- Luftfracht Europa
- Luftfracht interkontinental

Entfernungen im Luftverkehr werden oftmals auf Basis der Grosskreisentfernung berechnet, quasi die Luftlinie als kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten. Allerdings weichen reale Flugrouten oft von dieser Idealverbindung ab. Hinzu kommen betriebs- oder wetterbedingte Umwege. Die EU schlägt daher in der Monitoring-Richtlinie zum Luftverkehrsemissionshandel vor, bei jedem Flug einen pauschalen Zuschlag von 95 km zu addieren. Dieser Ansatz wird im Entwurf der CEN-Norm übernommen [2]. Die Emissionsfaktoren befinden sich im Anhang (Tabelle 7.8).

---

### Beispiel Berechnung Energieverbrauch und THG-Emissionen Flugzeug

**2 Tonnen Grünspargeln werden per Frachtflugzeug von Peru nach Zürich transportiert. Die reale Distanz beträgt 11 200 km ([www.ecotransit.org](http://www.ecotransit.org)).**

Transportleistung:  $2 \times 11\,200 = 22\,400$  tkm

Methodik: entfernungsbasiert

#### Grundlagendaten

Energieverbrauch:	0,36 Liter/tkm	(Tabelle 7.8)
Primärenergieverbrauch:	Faktor = 1,25	(Tabelle 7.1)
THG-Emissionsfaktor Kerosin:	0,074 resp. 0,081 kg CO <sub>2</sub> e/MJ	(Tabelle 7.10)

#### Resultate

Endenergieverbrauch (TTW):	$22\,400 \times 0,36 = 8064$ Liter $\rightarrow$ 278 208 MJ
Primärenergieverbrauch WTW):	$278\,208 \times 1,25 = 347\,760$ MJ
THG-Emissionen (direkt):	$278\,208 \times 0,074 = 20\,587$ kg CO <sub>2</sub> e
THG-Emissionen (gesamt)	$278\,208 \times 0,081 = 22\,535$ kg CO <sub>2</sub> e

**Kühlung:**

Nach eigenen Berechnungen dürfte der zusätzliche Energiebedarf zur Kühlung des Frachtraums in der Grössenordnung von 1% bis 5% (Kühltemperatur ca. 4 °C) und 5% bis 15% für Tiefkühlhladungen betragen. Bei kleinen und alten Frachträumen gilt der obere Grenzwert, bei grossen und neuen Frachträumen der untere. Bei diesen Prozentzahlen handelt es sich um Jahresdurchschnittswerte in der Klimaregion Schweiz. Diese Zuschläge können in Abhängigkeit der durchschnittlichen Lufttemperatur auf andere Regionen angepasst werden. Für eine Betrachtung eines Transports im Sommer sind die Zuschläge höher (Kühlen: Faktor 4; Tiefkühlen: Faktor 1,3) und im Winter tiefer (Kühlen: Faktor 0; Tiefkühlen: Faktor 0,8). Die Emissionsfaktoren bei LKW, Bahn, Schiff oder Flugzeug sollen bei gekühltem Frachtgut entsprechend erhöht werden.

Zusätzlich sollen auch anhand einer angenommenen Leckrate die Kältemittelverluste der Kühlaggregate eingerechnet werden. Zur Leckrate und zu den Kältemitteln siehe «Gebäude und Prozesse».

Falls genauere Angaben zu den Transportvorgängen (Fahrzeuge, Auslastungen etc.) vorliegen, können die Verbrauchswerte entsprechend angepasst werden.

**Schritt 4**

Für die Berechnung der effektiven Transportdistanzen können Routenplanungsinstrumente oder auch das Internet-Tool EcoTransIT ([www.ecotransit.org](http://www.ecotransit.org)) zu Hilfe genommen werden.

**Schritt 5**

Zur Berechnung des tatsächlich zu transportierenden Gewichts (reales Frachtgewicht = Bruttogewicht) müssen Verpackungen, Paletten, Container mitberücksichtigt werden.

Anschliessend können die vier in der Norm geforderten Grössen mithilfe von Primärenergiefaktoren und THG-Emissionsfaktoren anhand der Tabellen im Anhang dieses Dokuments berechnet werden.

**Gebäude, Prozesse**

Gebäude und Prozesse (Beschreibung siehe Kapitel Treibhausgasemissionen in Logistikbetrieben, Seite 45) tragen zum Energieverbrauch und zu den Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik bei. Die Themen lassen sich wie folgt klassifizieren [2]:

- Stromverbrauch der Umschlageneinrichtungen, Terminals, Lager und Büros
- Wärmeverbrauch der Terminals, Lager und Büros
- Verbrauch von Diesel, Flüssiggas und Strom für zusätzliches Equipment wie Umsatzzfahrzeuge oder Gabelstapler
- Kältemittelverluste der Tiefkühl- und Kühl-lager

Im Normentwurf ist der stationäre Bereich (Gebäude, Prozesse) nicht berücksichtigt. Nach dem Greenhouse Gas Protocol werden diese Emissionen jedoch eingerechnet. Um der Methodik der prEN 16258:2011 zu entsprechen, sollen neben den direkten auch die indirekten Emissionen für Herstellung der Energieträger oder Produkte (z.B. Kältemittel) eingerechnet werden. Die vorgelagerten Emissionen durch den Bau der Gebäude, Geräte etc. werden jedoch vernachlässigt, da sie von untergeordneter Bedeutung sind.

Die Berechnungen sollen mithilfe von Emissionsfaktoren (analog verbrauchsbasierter Methode nach prEN16258:2011) durchgeführt werden. Dabei werden zuerst der Energiebedarf und anschliessend mithilfe der Emissionsfaktoren die Treibhausgasemissionen ermittelt. Der jährliche Endenergieverbrauch soll anhand von Abrechnungen (Stromlieferant, Heizöllieferant etc.) oder Zählerablesungen (Wärmezählungen, Stromzähler etc.) ermittelt werden. Liegen keine Verbrauchszahlen vor, sollen die Endenergieverbräuche mithilfe von angenommenen Energiekennzahlen oder Standardwerten nach SIA (Strom, Heizung, Warmwasser) abgeschätzt werden (Tabelle 7.9 im Anhang). Bei zusätzlichen Maschinen kann der Treibstoffbedarf über die Betriebsstundenzahlen und via Offroad-Datenbank des BAFU (Internet-Tool) abgeschätzt werden. Die Endenergieverbrauchszahlen werden in einem ersten Schritt auf die geforderte Einheit

(MJ) umgerechnet. Anschliessend wird mithilfe der Primärenergiefaktoren (Tabelle 7.1) aus Endenergie (analog TTW-Ansatz) Primärenergie (analog WTW-Ansatz) ermittelt. In einem dritten Schritt werden mithilfe der Emissionsfaktoren (Tabelle 7.10) die THG-Emissionen direkt (TTW) und gesamt (WTW) gerechnet.

### Ökostrom

Es besteht die Möglichkeit, zertifizierten Ökostrom einzukaufen resp. einen Teil des Strombedarfs selber zu erzeugen (z.B. Photovoltaikanlage). In der Schweiz kann mit Ökostrom gerechnet werden (Emissionsfaktoren), wenn das Stromprodukt das Label «naturemade star» erfüllt.

Eigens produzierter Ökostrom (z.B. Solarstrom) kann nur dann als Ökostrom eingerechnet werden, wenn der ökologische Mehrwert des produzierten Stroms nicht verkauft wird (kein Verkauf des Mehrwerts an Elektrizitätsversorgungsunternehmen, keine KEV-Beiträge).

### Kältemittelverluste

Kältemittel dienen bei den meisten Kühlkreisläufen als Kreislaufmedium. Die Dichtigkeit der Verrohrungen nimmt mit zunehmendem Alter ab. Die Kältemittel weisen hohe Treibhauswirkungen auf (siehe Tabelle 7.11). Zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen kann der effektive Kältemittelverlust (nachgefüllte Kältemittelmenge) oder aber eine jährliche Leckrate berücksichtigt werden. Die Leckraten können sehr unterschiedliche Werte annehmen. Es wird empfohlen, folgende Leckraten zu berücksichtigen.

Art der Anlage	Leckrate Kühlanlagen [Massen-% der eingefüllten Menge]
Transportkälteanlagen (z.B. Frachtkühlung LKW, Bahn, Schiff)	15%/Jahr
Klimakälteanlagen (Raumluftkühlung)	4%/Jahr
Industrielle und gewerbliche Kälteanlagen (Kühlräume, Lagerräume)	8%/Jahr

Tabelle 3.4 Kältemittelleckrate von Kühlanlagen (Quelle: Treibhausgasinventar Schweiz, 2010)

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus Kältemittelverlusten erfolgt nach folgender Formel:

$EM_{\text{direkt/gesamt}} = KV * FEM_{\text{direkt bew. gesamt}}$		
EM: THG-Emissionen	kg CO <sub>2</sub> e	
KV: Kältemittelverluste	kg	
F <sub>EM</sub> : THG-Emissionsfaktor	kg CO <sub>2</sub> e/kg	(Tabelle 7.11)

Tabelle 3.5 Grundformel zur Berechnung der THG-Emissionen der Kältemittelverluste

## Allokation von Energieverbrauch und Emissionen auf Einzelsendungen

Für den Auftraggeber von Transportdienstleistungen sind vielfach nicht der Energieverbrauch oder die Treibhausgasemissionen einer ganzen Ladung, sondern die von ihm aufzugebene Einzelsendung von Interesse. Die Allokation beschreibt die Aufteilung von Umweltauswirkungen, Emissionen oder Energieverbrauch auf verschiedene Produkte oder Nutzer. Auch bei der Erstellung von Treibhausgasbilanzen in der Logistik stösst man regelmässig auf Allokationsprobleme wie z.B.:

- Wie soll der Treibstoffbedarf eines LKW auf die geladenen Komponenten aufgeteilt werden (Beurteilung einer Einzelsendung)?
  - Wie sollen die Emissionen von Gebäude und Prozessen berücksichtigt werden?
- Die Allokationsmöglichkeiten sind im Normentwurf prEN 16258:2011 ausführlich beschrieben.

$EN/EM_{\text{Teilstrecke}} = EN/EM_{\text{VOS}} \cdot \text{Verkehr}_{\text{Teilstrecke}} / \text{Verkehr}_{\text{VOS}}$	
$EN/EM_{\text{Teilstrecke}}$ :	Verbrauchs- oder Emissionsanteil der Teilstrecke
$EN/EM_{\text{VOS}}$ :	Verbrauch oder Emissionen des Gesamtverkehrs (VOS-Verkehr)
$\text{Verkehr}_{\text{Teilstrecke}}$ :	Verkehr auf der Teilstrecke
$\text{Verkehr}_{\text{VOS}}$ :	Gesamtverkehr (VOS-Verkehr)

Tabelle 3.6 Grundformel zur Allokation des Verbrauchs oder der Emissionen auf Teilstrecken

Das betrachtete VOS (Fahrzeugeinsatzsystem) entspricht einem oder einer Gruppe von Fahrzeugeinsätzen inkl. Rückfahrt (evtl. Leerfahrt) zum Ausgangspunkt. Der Verkehr soll nach der Empfehlung der Norm anhand von Tonnenkilometern (tkm) in die Rechnung einbezogen werden. Die Einheit (tkm) berechnet sich aus Produkt zwischen tatsächlich zurückgelegter Strecke (km) und dem Versandgewicht (Gewicht von Verpackungen eingerechnet in t). In begründeten Fällen ist auch denkbar, die Allokation mit dem Produkt aus Entfernung und Volumen, Lademeter, Palettenanzahl, Anzahl Standardcontainer (TEU) etc. durchzuführen. Bei Kurier-, Express- oder Paketdiensten kann die Allokation alleine über das Gewicht erfolgen (Distanzen sind nicht eindeutig). Grenzallokationen dürfen nicht angewendet werden (keine Berechnung des generierten Zusatzverkehrs eines Guts, sondern Aufteilung der Emissionen auf alle am Gesamtverkehr (VOS) beteiligten Güter) [2].

Eine spezielle Empfehlung gilt für den Sonderfall, falls der VOS eine Sammel- oder Auslieferungstour darstellt. Die Verbräuche und Emissionen der ganzen Tour werden nicht nach den realen Transportdistanzen pro einzelnes Gut, sondern nach den direkten Distanzen von Start-/Endpunkt der Tour (Terminal) zum Kunden aufgeteilt (Allokation). Der empfohlene Ansatz wird dadurch repräsentativer, da es keine Rolle spielt, in welcher Richtung die Tour abgefahren wird oder ob das Gut am Anfang oder am Ende der Tour geliefert resp. abgeholt wird [2].

Wichtig ist, dass die Methode der Allokation einheitlich erfolgt und dass sie mit dem Ergebnis der Berechnungen kommuniziert wird.

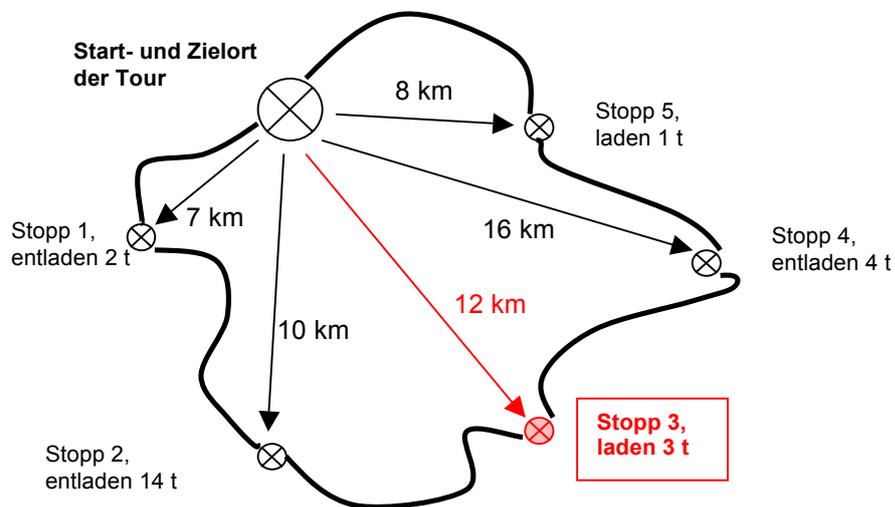
### Beispiel Allokation Ausliefertour per LKW in Anlehnung an [2]

Für die **Sammel- und Verteilertour** verbraucht der eingesetzte LKW 12 l Diesel. Wie gross ist der Anteil Dieselverbrauch, welcher auf den dritten Stopp (3 Tonnen) angerechnet werden muss?

Methodik: Aufteilung anhand Produkt von Sendungsgewicht und direkter Entfernung (Skizze)

Fiktive Transportleistung aller Sendungen:	$(2 \times 7 + 14 \times 10 + 3 \times 12 + 4 \times 16 + 1 \times 8)$ tkm	= 262 tkm
Transportleistung Sendung:	$3 \text{ t} \times 12 \text{ km}$	= 36 tkm
Anteil Sendung an allen Sendungen:	$36 \text{ tkm} / 262 \text{ tkm}$	= 13,7%

Somit werden auf die Sendung beim dritten Stopp 1,6 Liter ( $13,7\% \times 12 \text{ l}$ ) angerechnet.



Skizze LKW-Tour

### Beispiel Allokation Gebäude/Prozesse

Ein Transportunternehmen transportiert jährlich 500 000 tkm Güter. Das Büro- und Lagergebäude verbraucht jährlich 6000 Liter Heizöl EL und 15 000 kWh Strom. Welcher Anteil des Energieverbrauchs resp. der THG-Emissionen muss auf die Einzellieferung der 16 Tonnen Kies von Pratteln nach Liestal (7 km) übertragen werden?

Transportleistung:	$16 \times 7 = 112$ tkm
Anteil Einzellieferung:	$112 \text{ tkm} / 500\,000 \text{ tkm} = 0,022\%$

#### Grundlagendaten

Primärenergieverbrauch:	Faktor = 1,33 (Heizöl), 3,05 (Strom)	(Tabelle 7.1)
THG-Emissionsfaktor Heizöl und Strom:	0,074/0,083 (Heizöl) und 0/0,04 (Strom) kg CO <sub>2</sub> e/MJ	(Tabelle 7.10)

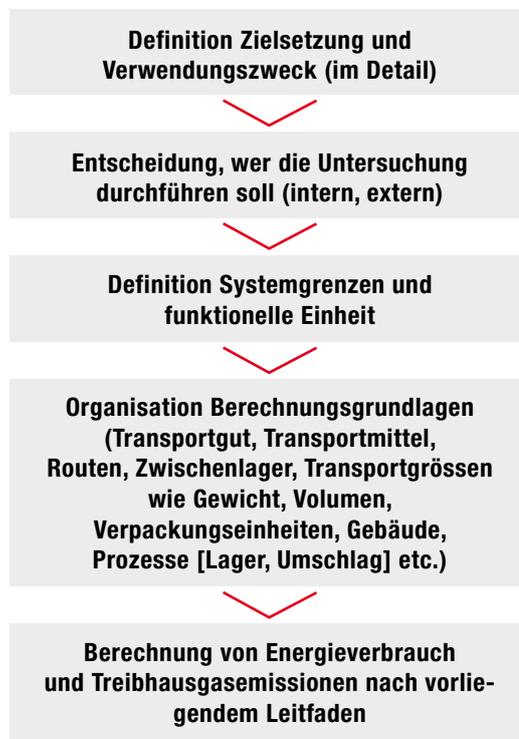
#### Resultate

Endenergieverbrauch (TTW):	$6\,000 \times 36 + 15\,000 \times 3,6 = 270\,000$ MJ, davon 0,022% = > 59 MJ
Primärenergieverbrauch (WTW):	$0,00022 \times (6\,000 \times 36 \times 1,33 + 15\,000 \times 3,6 \times 3,05) = 99$ MJ
THG-Emissionen (direkt):	$0,00022 \times (6\,000 \times 36 \times 0,074) = 3,5$ kg CO <sub>2</sub> e
THG-Emissionen (gesamt)	$0,00022 \times (6\,000 \times 36 \times 0,083 + 15\,000 \times 3,6 \times 0,04) = 4,4$ kg CO <sub>2</sub> e

# Erstellen einer Energie- und Treibhausgasbilanz

## Vorgehen

Das Erstellen einer Energie- oder Treibhausgasbilanz bedarf detaillierter Kenntnisse der Transportvorgänge des Unternehmens. Es lohnt sich, zu Beginn klar zu definieren, welche Ziele mit der Untersuchung verfolgt werden und wie die Ergebnisse verwendet werden sollen. Es werden folgende Arbeitsschritte empfohlen:



Der Aufwand zur Durchführung der Berechnungen von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen darf nicht unterschätzt werden und ist stark abhängig von der Qualität der Berechnungsgrundlagen.

Für die Aufwandschätzung ist es zwingend, die Ziele der Untersuchung frühzeitig zu formulieren. Das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis einer Energie- und Treibhausgasbilanz ergibt sich dann, wenn bereits in der Entscheidungs- und Planungsphase die erforderlichen Arbeitsschritte klar definiert werden.

Kapitel 3 dieses Leitfadens geht ausführlich auf die Berechnungsmethodik ein. Wichtige Daten können den Tabellen im Anhang entnommen werden.

## Verwendung der Bilanzierungsergebnisse

Die Verwendung der Bilanzierungsergebnisse wird vom definierten Ziel bestimmt. Es lassen sich folgende Möglichkeiten der Nutzung unterscheiden.

### Behebung von Schwachstellen

Bei der Analyse der Logistikprozesse (Grundlage für Berechnungen) können Schwachstellen erkannt werden. Oft können durch einfache Massnahmen Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen reduziert und damit auch Kosten eingespart werden.

### Vergleich

Durch die Berechnung verschiedener Varianten zur Abwicklung eines Transportauftrags können die Umweltauswirkungen und die Wirtschaftlichkeit verglichen werden. Dies kann die Basis zur Festlegung eines Variantenentscheids sein. Mittels Benchmarks kann zudem eine Einstufung der Speditions-/Logistikdienstleistung vorgenommen und ökologisches sowie wirtschaftliches Optimierungspotenzial abgeleitet werden.

### Kommunikation und Marketing

Die Resultate einer Bilanzierung können zu Marketingzwecken genutzt werden. Bereits die glaubwürdige Darlegung, dass ein Logistikunternehmen Prozesse hinsichtlich der Treibhausgasemissionen analysiert hat, kann sich positiv auf das Erscheinungsbild und das Kundenverhalten auswirken.

Förderlich für das Unternehmen ist weiter die Kommunikation erreichter Reduktionen der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen, welche durch fachgerechte Bilanzierungen und Prozessoptimierungen erreicht wurden. Dadurch wird die Firmenstrategie in Bezug auf den Klimaschutz offengelegt. Angaben zur Klimarelevanz eines ausgeführten oder offerierten Auftrags kann zudem bei den

# Kontinuierliche Verbesserung der Umweltleistung

Durch die erhöhten Anforderungen an den Schutz der Umwelt und den damit einhergehenden Ausbau des Umweltrechts haben die Aufgaben und die Verantwortung eines Logistikunternehmens im Umweltbereich inklusive Energieeffizienz/Klimaschutz stark an Bedeutung zugenommen. Die Erfüllung dieser zahlreichen Aufgaben hat in den letzten Jahren zu grossen Herausforderungen in Unternehmen geführt, da deren Komplexität spezifisches Fachwissen voraussetzt. In der Folge werden vielfach umweltbezogene, aber isolierte Einzelmassnahmen durch unterschiedliche Stellen im Unternehmen umgesetzt. Leider erweist sich dieses Vorgehen in den wenigsten Fällen als effizient und systematisch.

Ein Umweltmanagementsystem (UMS) kann in einer solchen Situation eine Hilfestellung zur Systematisierung von Umweltmassnahmen und eine Verbesserung der Umsetzungseffizienz im Unternehmen bieten. Die Zertifizierung eines UMS durch eine unabhängige Instanz und anhand einer Norm kann zudem gegenüber Kunden, Behörden, Versicherungen, aber auch der Öffentlichkeit kommuniziert und als Marketinginstrument eingesetzt werden. Als übergeordnetes und langfristiges Ziel strebt jedes Unternehmen die Wettbewerbsfähigkeit im Branchenumfeld an. Oftmals werden ökologische Forderungen jedoch als wenig kompatibel mit diesem Ziel eingeschätzt. Ein UMS bietet die Chance, diesen Forderungen mit einer Strategie und konkreten Verbesserungen zu begegnen. Neben der Verbesserung der Umweltleistung bietet ein UMS auch einen Nutzen durch die verbesserte Risikovor-sorge und Haftungsvermeidung (Prüfung der Rechtskonformität), durch die Identifizierung von Kostensenkungspotenzialen sowie durch allfällige Erleichterungen im Umgang mit Umweltbehörden.

Die Anforderungen an ein UMS sind in den bedeutenden Normen (ISO 14001, EMAS) sehr ähnlich. Die ISO-Norm fordert folgende grundlegende Punkte [7]:

- Analyse der Umweltauswirkungen der eigenen Tätigkeit zur systematischen Bewertung und Überwachung der relevanten Umweltaspekte
- Fortgesetzte Einhaltung aller gesetzlichen und anderen Forderungen im Umweltbereich
- Festlegung weitergehender, selbst gesetzter Ziele und Programme
- Schaffen der notwendigen organisatorischen und personellen Voraussetzungen, um diese Ziele auch effektiv erreichen zu können
- Durchführung regelmässiger Umweltaudits zur Beurteilung der Wirksamkeit des UMS sowie eine Bewertung seiner Leistungsfähigkeit durch die oberste Leitung
- Sicherstellung einer kontinuierlichen Verbesserung des UMS und der damit erzielten Umweltleistung

Umweltschutz soll als unternehmerische Aufgabe wahrgenommen und praktiziert werden und nicht ausschliesslich als gesetzliche Pflicht zur Einhaltung von Geboten bzw. Verboten. Für die Erfüllung dieser Aufgabe eignen sich Umweltmanagementsysteme besonders gut. Beispielsweise orientiert sich die ISO-14000-Reihe an den praktischen Bedürfnissen von Gewerbe-, Industrie- und Dienstleistungsbetrieben unterschiedlicher Grössen und ist deshalb auch in Logistikunternehmen praxisnah umsetzbar.

Zur korrekten Durchführung von Energie- und Treibhausgasberechnungen sind einerseits Kenntnisse der Logistikprozesse und andererseits Erfahrung mit Berechnungsmethodik und technischen Grössen Voraussetzung.

Sollten die Berechnungen und die Bilanzierung aufgrund des Zeitaufwandes oder mangels Fachwissen nicht durch Betriebspersonal durchgeführt werden können, so wird der Einbezug externer Spezialisten empfohlen. Diese können auf Wunsch auch eine Inventarisierung und eine jährliche Aktualisierung der Treibhausgasemissionen vornehmen.

Es empfiehlt sich, für die externe Umsetzung ausschliesslich Berater mit einschlägigen Kenntnissen zu berücksichtigen. Zu den wichtigen Kompetenzen zählen beispielsweise:

- Know-how Treibhausgasberechnungen oder Ökobilanzierung
- Expertise in der Energiebilanzierung
- Erfahrungen in Logistik- oder Transportbranche

Wichtig für den externen Auftragnehmer ist die klare Beschreibung des Auftrags:

- Ziel und Verwendungszweck der Arbeit
- Funktionelle Einheit, Systemgrenzen, anzuwendende Normen, Leitfaden etc.
- Organisation Grundlagendaten (Aufteilung Logistikunternehmung und Auftragnehmer)
- Kommunikation der Resultate (Bericht, Tabellen, Zusammenfassung etc.)

Die Autorenschaft dieses Leitfadens (siehe Seite 38) unterstützt Interessenten bei der Lösungsfindung und der Auswahl geeigneter Experten für Energie- und Treibhausgasberechnungen sowie weitere Umweltbelange.

Auf unserer Website [www.logistikcluster-regionbasel.ch](http://www.logistikcluster-regionbasel.ch) finden Sie eine Liste mit Mitgliedern unseres Expertenpools mit Angaben über deren Kompetenzen und Spezialgebiete.

## Anhang A: Grundlagendaten Energie und Transport

### Umrechnung in Energieeinheiten

	Dichte (kg/Liter)	Endenergie <sup>1)</sup> (MJ)	Primärenergiefaktor <sup>2)</sup> (MJPrimär/MJEnd)
MJ	–	1	Abhängig vom Energieträger
kWh	–	3,6	Abhängig vom Energieträger
MJ Elektrizität CH (Verbrauchermix)	–	1	3,05
MJ Elektrizität CH (Ökostrom)	–	1	1,39
MJ Elektrizität UCTE (Europa)	–	1	3,54
m <sup>3</sup> Erdgas (Norm)	0,00075	36,3	1,24
Liter Heizöl EL	0,84	36,0	1,33
Liter Heizöl S (Schwer)	0,96	38,1	1,25 <sup>3)</sup>
Liter Diesel	0,84	36,0	1,31
Liter Benzin	0,75	32,6	1,39
Liter Kerosin	0,80	34,5	1,25

<sup>1)</sup> Bei Brennstoffen: unterer Heizwert

<sup>2)</sup> Primärenergiefaktoren (total) gemäss ESU-Services, Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, Version 2.2, 2012, umgerechnet auf den unteren Heizwert

<sup>3)</sup> Wert geschätzt

Tabelle 7.1 Umrechnungstabelle Einheiten (Endenergie); Quelle: diverse

**Anwendung:** 10 Liter Diesel → 36 MJ/L → 360 MJ Endenergie oder 472 MJ Primärenergie

### Ladefähigkeit bei Nutzfahrzeugen Strasse

	Lieferwagen <3,5 t	LKW 3,5–20 t	LKW 20–28 t	Last/Sattelzug >28 t
Maximale Zuladung	1,5 t	10 t	14 t	26 t

#### Frachtverkehr

#### Frachtgewicht in (t/LKW)

Volumengut <sup>1)</sup>	0,45	3,0	4,2	7,8
Durchschnittsgut <sup>2)</sup>	0,9	6,0	8,4	15,6
Massengut <sup>3)</sup>	1,5	10	14	26,0

#### Containerverkehr

#### Containerkapazität (TEU/LKW)

Volumengut <sup>1)</sup>	–	–	1 TEU	2 TEU
Durchschnittsgut <sup>2)</sup>	–	–	1 TEU	2 TEU
Massengut <sup>3)</sup>	–	–	–	1 TEU

<sup>1)</sup> Gut bei der das Volumen limitierend ist, Ladefähigkeit 30% vom Maximum

<sup>2)</sup> Durchschnittliches Gut, Ladefähigkeit 60% vom Maximum

<sup>3)</sup> Gut bei der das Gewicht limitierend ist, maximale Ladefähigkeit

Tabelle 7.2 Ladefähigkeit Nutzfahrzeuge Strasse; Quelle: EcoTransIT [3], eigene Berechnungen

---

**Ladefapazität bei Containern**

Gutart	Containergewicht (Tara) (t/TEU)	Frachtgewicht (netto) (t/TEU)	Gesamtgewicht (brutto) (t/TEU)
Volumengut <sup>1)</sup>	1,9	6	7,9
Durchschnittsgut <sup>2)</sup>	1,95	10,5	12,45
Massengut <sup>3)</sup>	2,0	14,5	16,5

<sup>1)</sup> Gut, bei dem das Volumen limitierend ist, Ladefapazität 30% vom Maximum

<sup>2)</sup> durchschnittliches Gut, Ladefapazität 60% vom Maximum

<sup>3)</sup> Gut, bei dem das Gewicht limitierend ist, maximale Ladefapazität

Tabelle 7.3 Ladefapazitäten Container; Quelle: EcoTransIT [3]

---

**Anwendung:** Transport von 10 Tonnen Wärmedämmung → 1 LKW >28 t und 1 LKW 20–28 t oder 2 TEU notwendig

---

## Anhang B: Energieverbrauch Transportmittel

### Treibstoffverbrauch pro km; Nutzfahrzeuge Strasse

	Lieferwagen <3,5 t (Liter/km)	LKW 3,5–20 t (Liter/km)	LKW 20–28 t (Liter/km)	Last-/Sattelzug >28 t (Liter/km)
Leerfahrt	0,094	0,186	0,239	0,255
50% Ladung	0,104	0,215	0,292	0,335
100% Ladung	0,115	0,243	0,347	0,413

Basis: Normalstrasse (Lieferwagen: HVS, 70 km/h, Agglomeration, flüssig, flach;  
LKW: Autobahn City/Agglomeration, 70 km/h, flüssig, flach)

Tabelle 7.4: Treibstoffverbrauch pro km in Abhängigkeit der Ladung; Nutzfahrzeuge Strasse; Quelle: HBEFA [5];  
Ecoinvent [4]

### Treibstoffverbrauch pro tkm; Nutzfahrzeuge Strasse

	Lieferwagen <3,5 t (3.7km/tkm*) (Liter/tkm)	LKW 3,5–20 t (0.34km/tkm*) (Liter/tkm)	LKW 20–28 t (0.17km/tkm*) (Liter/tkm)	Last-/Sattelzug >28 t (0.102km/tkm*) (Liter/tkm)
Volumengut	0,625	0,118	0,081	0,055
Durchschnittsgut	0,386	0,073	0,050	0,034
Massengut	0,328	0,062	0,043	0,029

Basis: Normalstrasse (Lieferwagen: HVS, 70 km/h, Agglomeration, flüssig, flach; LKW: Autobahn City/Agglomeration,  
70 km/h, flüssig, flach) inkl. Rückfahrt

Volumengut: Mittelwert aus Leerfahrt und 50% Last

Durchschnittsgut: 50% Last

Massengut: 100% Last

\* Ecoinvent 2.2, 2010

Tabelle 7.5 Treibstoffverbrauch pro tkm; Nutzfahrzeuge Strasse; Quelle: HBEFA; Ecoinvent; EcoTransIT [3]

### Energieverbrauch pro tkm; Bahntransport

	Güterzug Schweiz, 869 Gt (elektrisch) (MJ/tkm)	Güterzug Europa, 1000 Gt (elektrisch) (MJ/tkm)	Güterzug Europa, 1000 Gt (Diesel) (MJ/tkm)
Volumengut	0,40 / 0,038 *	0,222 / 0,037 *	0,591
Durchschnittsgut	0,31 / 0,029 *	0,172 / 0,029 *	0,458
Massengut	0,268 / 0,025 *	0,149 / 0,025 *	0,396

\* Erste Zahl «Elektrizität» / zweite Zahl «Diesel» für Rangiervorgänge

Tabelle 7.6 Endenergieverbrauch pro tkm; Bahntransport; Quelle: Ecoinvent [4], EcoTransIT [3]

### Energieverbrauch pro tkm; Schifffahrt

	Binnenfrachter Europa (Diesel) (Liter/tkm)	Hochseefrachter (Schweröl) (Liter/tkm)
	0,0112	0,0026

Tabelle 7.7 Energieverbrauch pro tkm; Schifffahrt; Quelle: Ecoinvent [4], EcoTransIT [3]

### Energieverbrauch pro tkm; Flugtransport

	Luftfracht Europa (Liter/tkm)	Luftfracht interkontinental (Liter/tkm)
	0,57	0,36

Tabelle 7.8 Energieverbrauch pro tkm; Flugtransport; Quelle: Ecoinvent [4], EcoTransIT [3]

### Energieverbrauch Gebäude

	Gebäude Baujahr 1970 oder älter	Gebäude Baujahr 1990	Gebäude Baujahr 2010
<b>Verwaltungsgebäude (MJ Endenergie pro m<sup>2</sup> E<sub>A</sub><sup>1)</sup>)</b>			
Heizung	550	340	150
Warmwasser	70	65	60
Elektrizität <sup>2)</sup>	60	80	80
<b>Lagergebäude (MJ Endenergie pro m<sup>2</sup> E<sub>A</sub><sup>1)</sup>)</b>			
Heizung	500	300	250
Warmwasser	15	10	10
Elektrizität <sup>2)</sup>	20	20	20

<sup>1)</sup> E<sub>A</sub> = EBF = Energiebezugsfläche → ca. 110% der beheizten Nutzfläche

<sup>2)</sup> Ohne Prozessenergie für Kühlung, Druckluft, Maschinen etc.

Tabelle 7.9 Endenergieverbrauch Gebäude; Quelle: SIA380/1, Energiefachbuch, eigene Abschätzungen

## Anhang C: Treibhausgasemissionsfaktoren

### Treibhausgasemissionsfaktoren Energie

	THG-EF direkt (kg CO <sub>2</sub> e/MJ <sup>1)</sup> )	THG EF gesamt (kg CO <sub>2</sub> e/MJ <sup>1)</sup> )
Elektrizität CH (Verbrauchermix)	0,000	0,040
Elektrizität CH (Ökostrom)	0,000	0,004
Elektrizität UCTE (Europa)	0,000	0,165
Erdgas	0,055	0,066
Heizöl EL	0,074	0,083
Heizöl S (Schweröl)	0,080	0,090
Diesel	0,074	0,084
Benzin	0,073	0,089
Kerosin	0,074	0,081

<sup>1)</sup> Bezug auf MJ Endenergie (eingekaufte Grösse)

Tabelle 7.10 Emissionsfaktoren THG, bezogen auf Endenergie; Ecoinvent [4]

**Anwendung:** 10 Liter Diesel → 10 \* 36 MJ/L \* 0,074 kg CO<sub>2</sub>e/MJ → 26.6 kg CO<sub>2</sub>e direkt oder  
10 \* 36 MJ/L \* 0,084 kg CO<sub>2</sub>e/MJ → 30.2 kg CO<sub>2</sub>e gesamt

### Treibhausgasemissionsfaktoren Kältemittel

Kältemittel	Emissionsfaktor gesamt (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Emissionsfaktor direkt (kg CO <sub>2</sub> e/kg)
Kältemittel R134a	1300	1300
Kältemittel 404a	3260	3260
Kältemittel 407c	1525	1525

Tabelle 7.11 Emissionsfaktoren Kältemittel (stoffliche Verluste); Quelle: IPCC, 1996; WMO, 1999

**Anwendung:** Kältemittelverlust = 0,5 kg/Jahr (R404a) → THG-Emissionen = 1630 kg CO<sub>2</sub>e/Jahr

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 2.1: Global Warming Potential (GWP) für einige Treibhausgase; Quelle: IPCC, 1996; WMO, 1999	42	Tabelle 7.4: Treibstoffverbrauch pro km in Abhängigkeit der Ladung; Nutzfahrzeuge Strasse; Quelle: HBEFA [5]; Ecoinvent [4]	61
Tabelle 2.2: Fokus von Treibhausgasbilanzen und anzuwendende Normen und Standards; Quelle: Öko-Institut [6]	43	Tabelle 7.5: Treibstoffverbrauch pro tkm; Nutzfahrzeuge Strasse; Quelle: HBEFA; Ecoinvent; EcoTransIT [3]	61
Tabelle 3.1: Grundformel zur Berechnung des entfernungs-basierten Energiebedarfs	47	Tabelle 7.6: Endenergieverbrauch pro tkm; Bahntransport; Quelle: Ecoinvent [4], EcoTransIT [3]	62
Tabelle 3.2: Grundformel zur Umrechnung von Endenergie auf Primärenergie	47	Tabelle 7.7: Energieverbrauch pro tkm; Schifftransport; Quelle: Ecoinvent [4], EcoTransIT [3]	62
Tabelle 3.3: Grundformel zur Ermittlung der THG- Emissionen aus dem Energieverbrauch	47	Tabelle 7.8: Energieverbrauch pro tkm; Flugtransport; Quelle: Ecoinvent [4], EcoTransIT [3]	62
Tabelle 3.4: Kältemittelleckrate von Kühlanlagen; Quelle: Treibhausgasinventar Schweiz, 2010	53	Tabelle 7.9: Endenergieverbrauch Gebäude; Quelle: SIA380/1, Energiefachbuch, eigene Abschätzungen	62
Tabelle 3.5: Grundformel zur Berechnung der THG-Emissionen der Kältemittelverluste	53	Tabelle 7.10: Emissionsfaktoren THG, bezogen auf Endenergie; Ecoinvent [4]	63
Tabelle 3.6: Grundformel zur Allokation des Verbrauchs oder der Emissionen auf Teilstrecken	54	Tabelle 7.11: Emissionsfaktoren Kältemittel (stoffliche Verluste); Quelle: IPCC, 1996; WMO, 1999	63
Tabelle 7.1: Umrechnungstabelle Einheiten (Endenergie); Quelle: diverse	59		
Tabelle 7.2: Ladekapazität Nutzfahrzeuge Strasse; Quelle: EcoTransIT [3], eigene Berechnungen	59		
Tabelle 7.3: Ladekapazitäten Container; Quelle: EcoTransIT [3]	60		

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1 Treibhausgasemissionen (CO <sub>2</sub> e) gemäss Kyoto-Protokoll, aufgeteilt nach Verursacher, in der Schweiz, Jahr 2010 (Quelle: BAFU)	41
Abbildung 1.2 Prozentuale Verteilung der CO <sub>2</sub> -Emissionen aus Treibstoffen in der Schweiz, Jahr 2010 (Quelle: BAFU)	41

## Abkürzungen

BAFU	Bundesamt für Umwelt
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> -äquivalent (Mass für Treibhauswirkung)
GWP	Global Warming Potential (Treibhauspotenzial als Faktor von CO <sub>2</sub> )
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KEV	Kostendeckende Einspeisever- gütung
prEN 16258	Normenentwurf EN 16258, Methode zur Berechnung und Deklaration des Energiever- brauchs und der Treibhaus- gasemissionen bei Transport- dienstleistungen (Güter- und Personenverkehr), 2011
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
TEU	Standardcontainer (Twenty-foot Equivalent Unit)
THG	Treibhausgas
VOS	Fahrzeugeinsatzsystem (be- trachtete Route oder betrachtete Einsätze)

## Quellen

- [1] **Normenentwurf EN 16258**, Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen (Güter- und Personenverkehr), 2011
- [2] **Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik**, Deutscher Speditions- und Logistikverband e.V., Bonn (DSLVL), 2011
- [3] **EcoTransIT**: Onlineberechnungssoftware zu Umweltwirkungen von verschiedenen Verkehrsträgern weltweit; [www.ecotransit.org](http://www.ecotransit.org)
- [4] **Ecoinvent**: Ökobilanzdatenbank des Swiss Centre For Life Cycle Inventories der ETHZ, EPFL, PSI, Empa and ART, St. Gallen
- [5] **HBEFA: Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs**, BAFU, 2010
- [6] **Öko-Institut e.V.**, Postfach 17 71, D-79017 Freiburg
- [7] **SAQ-Leitfaden zur Norm ISO 14001 Umweltmanagementsysteme**, SAQ, 1997

### Übersicht publizierter Studien

Die nachstehenden Studien, Texte und Protokolle können wir Ihnen empfehlen.  
Sie finden Sie auf unserer Website.

---

<b>Emissionen nach CO<sub>2</sub>-Gesetz und Kyoto-Protokoll</b> , UVEK, BAFU, April 2012
<b>Erreichung der Reduktionsziele Kyoto-Protokoll und CO<sub>2</sub>-Gesetz</b> , UVEK, BAFU, Dezember 2011
<b>Masterplan Cleantech – Strategie des Bundes für Ressourceneffizienz</b> , EVD, UVEK, September 2011
<b>Der ökologische Fussabdruck der Schweiz</b> , BFS, ARE, DEZA, BAFU, 2006
<b>Grüne Wirtschaft</b> , BAFU, 2011
<b>Gesamt-Umweltbelastung durch Konsum und Produktion in der Schweiz</b> , BAFU, 2011
<b>Emissionshandel – ein marktwirtschaftliches Instrument im Klimaschutz</b> , BAFU, 2009
<b>Vergleich CO<sub>2</sub>-Ausstoss Strasse-Schiene</b> , IFEU, SGKV
<b>Inst. für Energie- und Umweltforschung Heidelberg</b> , Studienges. für den komb. Verkehr
<b>Zukunftstrends Nachhaltige Logistik</b> , Deutsche Post AG, Oktober 2010
<b>Branchenlösung UMWELT</b> , Spedlogswiss, Juni 2011
<b>EU – Emissionshandel für den Luftverkehr</b> , Bureau Veritas Hamburg, Mai 2011
<b>Green Logistics führt zu Kosten- und Wettbewerbsvorteilen</b> , Prof. Paul Wittenbrink, Mai 2010
<b>Cutting Transport CO<sub>2</sub> Emissions</b> , OECD/ECMT, 2007
<b>Faktencheck Energie und Klima</b> , Bundesverband der Deutschen Industrie, BDI, Mai 2011
<b>Logistikprozesse klimafreundlich gestalten</b> , Initiative «2°» Deutsche Unternehmer für Klimaschutz – Fraunhofer Institut

---

## | Impressum

### **Herausgeber**

Handelskammer beider Basel  
Aeschenvorstadt 67  
4010 Basel  
[www.hkbb.ch](http://www.hkbb.ch)

### **Gestaltung**

VischerVettiger AG, Basel

### **Druck**

buysite ag, Basel

Der Bericht ist zu finden unter:  
[www.logistikcluster-regionbasel.ch](http://www.logistikcluster-regionbasel.ch)

**handelskammer**  **beider basel**

VERBAND DER INDUSTRIE-, HANDELS- UND DIENST-  
LEISTUNGSFIRMEN IN BASEL-STADT UND BASELSTADT

[www.hkbb.ch](http://www.hkbb.ch)