

**VCI-Leitfaden**  
**zur Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen**  
**in der Logistik in der chemischen Industrie**

**Stand: 06. Juli 2010**

*Dieser Leitfaden entbindet in keinem Fall von der Verpflichtung zur Beachtung der gesetzlichen Vorschriften. Der Leitfaden wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernehmen der Verfasser und der Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI) keine Haftung für die Richtigkeit der Angaben, Hinweise, Ratschläge sowie für eventuelle Druckfehler. Aus etwaigen Folgen können deswegen keine Ansprüche weder gegen den Verfasser noch gegen den Verband der Chemischen Industrie e.V. geltend gemacht werden.*

*Das Urheberrecht dieses Leitfadens liegt beim VCI. Die vollständige oder auszugsweise Verbreitung des Textes ist nur gestattet, wenn Titel und Urheber genannt werden.*



**Responsible Care**

## **Inhaltsverzeichnis**

1. Einleitung
2. Berechnungsmethode
3. Kriterien
4. Emissionsfaktoren (Übersicht)
5. Beispiele

## **1. Einleitung**

Der vorliegende Leitfaden soll eine Hilfestellung bei der Ermittlung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Logistik der chemischen Industrie sein. Er bietet eine Möglichkeit, sich dem Thema grundsätzlich zu nähern und erste – grobe – Berechnungen durchzuführen. Es kann jedoch notwendig sein, dass Einzelfälle wesentlich detaillierter betrachtet werden müssen – diese Möglichkeit wird durch den Leitfaden nicht eingeschränkt.

Komplementär zu diesem Leitfaden wurde auf europäischer Ebene der Bericht „Measuring and Managing CO<sub>2</sub> Emissions of European Chemical Transport“ für den europäischen Chemieverband CEFIC erstellt (elektronisch abrufbar unter [www.cefic.org](http://www.cefic.org)).

## **2. Berechnungsmethode**

Für die Ermittlung von CO<sub>2</sub>-Emissionen gibt es unterschiedliche Berechnungsmethoden. Die einfachste Form der Berechnung ist die verbrauchsbasierte Methode.

In der chemischen Industrie verfügen wir für den Empfang und Versand von Gütern überwiegend nicht über eigene Fahrzeuge. Auf deren Verbrauch haben wir daher auch keinen unmittelbaren Einfluss. Außerdem liegen die notwendigen Daten über den verbrauchten Treibstoff bei den Fahrzeughaltern/-betreibern und sind für uns nicht bzw. nicht ohne weiteres erhältlich. Darüber hinaus sind für uns die CO<sub>2</sub>-Emissionen für den einzelnen Transport weniger relevant als vielmehr der Wert für den gesamten Warenein- und -ausgang während eines längeren Zeitraums.

Die entfernungsbasierte Methode umfasst demgegenüber Elemente, die wir in der Logistik der chemischen Industrie durch unser Verhalten maßgeblich mit beeinflussen können. Daher haben wir uns für sie entschieden. Ihr liegt folgende Berechnungsformel zu Grunde:

### **Entfernungsbasierte Berechnungsmethode:**

CO<sub>2</sub> (in Gramm - g -)  
 = zurückgelegte Entfernung (in Kilometer - km -)  
 x Transportmenge pro Jahr (in Tonnen - t -)  
 x Emissionsfaktor pro Verkehrsträger (in gCO<sub>2</sub> pro tkm)

[gCO<sub>2</sub> = km x t x gCO<sub>2</sub>/tkm]

### **3. Kriterien**

Elementaren Bestandteil dieser entfernungsbasierten Berechnungsmethode sind die Emissionsfaktoren (EF). Sie werden in der Logistik der chemischen Industrie von einer Vielzahl von Parametern, z.B. Art der transportierten Güter, Motorisierung des Fahrzeugs, des verwendeten Treibstoffs, der Auslastung des Fahrzeugs, der anfallenden Leerfahrten, der gewählten Wegstrecke etc. beeinflusst. Alle diese Kriterien sind bei der Ermittlung der Emissionsfaktoren von Bedeutung.

In einer Reihe von Mitgliedsunternehmen des VCI wurde untersucht, in welchem Maße diese Parameter eine Rolle spielen. Nach Berücksichtigung der unterschiedlichen Gegebenheiten wurden einvernehmlich Mittelwerte festgelegt, die „Durchschnittstransporte“ der chemischen Industrie (in Deutschland) abbilden und die folgende Aspekte bei den einzelnen Verkehrsträgern in Betracht ziehen:

#### **LKW<sup>1</sup>:**

- Transportgüter:
  - Es wurde sowohl unverpackte Ware („Bulk“) als auch verpackte, palettierte Ware berücksichtigt.
- Auslastung:
  - Ausgehend von einem LKW mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 40 t wurde eine durchschnittliche Auslastung bei
    - verpackter Ware von 18 t auf der Straße und 25 t im kombinierten Verkehr
    - unverpackter Ware von 23 t auf der Straße und 27 t im kombinierten Verkehr ermittelt
- Topographie:
  - Die Topographie Deutschlands umfasst alle Profile von bis Flachland bis zu bergigem Gelände; als Durchschnittswert wird von hügeligem Gelände ausgegangen.
- Leerfahrten:
  - Als durchschnittliche Anzahl von Leerfahrten wird angenommen:
    - bei verpackter Ware im Einwegverkehr 20 %,
    - bei loser Ware im Einwegverkehr 30 % und
    - bei loser Ware im Rundlauf 50 %.

---

<sup>1</sup> Die Berechnungen orientieren sich an der Vorgehensweise in dem Artikel „So ermitteln Sie den CO<sub>2</sub>-Footprint“, Verkehrsrundschau 42/2009, S. 20ff.

Ausgehend von diesen Annahmen gibt es Unterschiede bei den Emissionsfaktoren in Abhängigkeit von der Motorisierung:

- Euro 3 mit 72 gCO<sub>2</sub>/tkm
- Euro 5 mit 60 gCO<sub>2</sub>/tkm

Als Mix der eingesetzten Fahrzeuge wurde so für den LKW-Transport ein Emissionsfaktor von 65 gCO<sub>2</sub>/tkm errechnet.

### **Bahn<sup>2</sup>:**

Berücksichtigt wurden folgende Aspekte:

- Transport im Zug mit 1500 t Bruttogewicht im Rundlauf
- Differenzierung nach Elektro- oder Dieseltraktion
- Stromerzeugung: Deutscher Energiemix (Kohle + Kernkraft )

Auf Basis dieser Annahmen wurde daraus

- ein Emissionsfaktor von 18 gCO<sub>2</sub>/tkm bei Einsatz von Elektrolokomotiven und
  - ein Emissionsfaktor von 35 gCO<sub>2</sub>/tkm bei Einsatz von Diesellokomotiven
- errechnet.

Als Mix der eingesetzten Lokomotiven kann mit einem Mittelwert von 21 gCO<sub>2</sub>/tkm gerechnet werden.

Für den **kombinierter Verkehr** ist

- bei dem Vor- und Nachlauf mit dem LKW auf der Straße der Emissionsfaktor von 65 g CO<sub>2</sub>/tkm und
- bei dem Eisenbahntransport im Hauptlauf der Emissionsfaktor von 21 gCO<sub>2</sub>/tkm zu berücksichtigen.

### **Binnenschiff<sup>3</sup>:**

- In der Rheinschifffahrt wurden Einzelrelationen betrachtet,
- Containerschiffe der Jowi – Klasse (500 TEU ) wurden im Einwegverkehr bei der Talfahrt berücksichtigt,
- Tankschiffe fanden im Einwegverkehr oder im Rundlauf nach Berg – und/oder Talfahrt Eingang in die Berechnungen.

---

<sup>2</sup> Die Berechnungen orientieren sich an der Vorgehensweise in dem Artikel „Was beim Bahn-Transport zu beachten ist“, Verkehrsrundschau 43/2009, S. 42ff.

<sup>3</sup> Die Berechnungen orientieren sich an der Vorgehensweise in dem Artikel „Rechnen trotz Mangel an Basisdaten“, Verkehrsrundschau 44/2009, S. 44ff.

Auf Basis der Mittelwerte und als Mix der eingesetzten Schiffe wurde so

- ein Emissionsfaktor von 10 gCO<sub>2</sub>/tkm bei der Talfahrt und
- ein Emissionsfaktor von 20 gCO<sub>2</sub>/tkm bei der Bergfahrt errechnet.

### **Seeschiff\*)<sup>4</sup>:**

Berücksichtigt wurden folgende Aspekte:

- Langstreckenseeverkehr („Deep Sea“) mit
  - 8.000 TEU Schiffen,
  - 24 kn Durchschnittsgeschwindigkeit\*) und
  - Referenzhäfen in Übersee

Daraus wurde als Mittelwert ein Emissionsfaktor von 13 gCO<sub>2</sub>/tkm errechnet;

\*) bei langsamer Fahrt reduziert sich der Emissionsfaktor auf 8 gCO<sub>2</sub>/tkm.

- Kurzstreckenseeverkehr („Short Sea“) mit
  - 2000 TEU Schiffen,
  - 24 kn Durchschnittsgeschwindigkeit\*) und
  - Containerschiffen; Fähren fanden keine Berücksichtigung.

Daraus wurde als Mittelwert ein Emissionsfaktor von 20 gCO<sub>2</sub>/tkm errechnet;

\*) bei langsamer Fahrt reduziert sich der Emissionsfaktor auf ? gCO<sub>2</sub>/tkm.

*\*) Nautische Meilen wurden in Kilometer umgerechnet*

---

<sup>4</sup> Die Berechnungen orientieren sich an der Vorgehensweise in dem Artikel „Neue Basisdaten für die Seeschifffahrt“, Verkehrs Rundschau 45/2009, S. 36ff.

**Flugzeug<sup>5</sup>:**

Berücksichtigt wurden folgende Aspekte:

- Langstreckenflüge,
- nur Frachtflugzeuge,
- diverse Fluggesellschaften ab Frankfurt,
- Referenz – Flughäfen in Übersee und
- Transportvorlauf per LKW ( 7,5 t )

Daraus wurde als Mittelwert ein Emissionsfaktor von 801 gCO<sub>2</sub>/tkm errechnet.

**4. Emissionsfaktoren (Übersicht)**

Zusammengefasst ergeben sich auf Grund der betrachteten „Durchschnittstransporte“ der chemischen Industrie für die einzelnen Verkehrsträger folgende Emissionsfaktoren:

<b>Verkehrsträger</b>	<b>Emissionsfaktor (EF)</b>
LKW	65 gCO <sub>2</sub> /tkm
Bahn	21 gCO <sub>2</sub> /tkm
Binnenschiff (Talfahrt)	10 gCO <sub>2</sub> /tkm
Binnenschiff (Bergfahrt)	20 gCO <sub>2</sub> /tkm
Seeschiff (Container) - Langstrecke	13 gCO <sub>2</sub> /tkm
Seeschiff (Container) – Langstrecke langsam	8 gCO <sub>2</sub> /tkm
Seeschiff (Container) – Kurzstrecke	20 gCO <sub>2</sub> /tkm
Seeschiff (Container) – Kurzstrecke langsam	16 gCO <sub>2</sub> /tkm
Flugzeug	801 gCO <sub>2</sub> /tkm

Auf Grund dieser, für die Logistik der chemischen Industrie ermittelten Emissionsfaktoren, können konkrete Berechnungen der einzelnen Unternehmen durchgeführt und Einsparpotenziale bei CO<sub>2</sub>-Emissionen ermittelt werden.

<sup>5</sup> Die Berechnungen orientieren sich an der Vorgehensweise in dem Artikel „Die Eigenheiten des Luftverkehrs“, Verkehrs Rundschau 46/2009, S. 40ff.

## **5. Beispiele**

Die konkrete Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen soll an Hand folgender Beispiele deutlich gemacht werden:

### **Beispiel 1 (Transport von Deutschland nach Spanien):**

Frankfurt <sup>6</sup> – Barcelona	Transportmenge in t	Entfernung in km	EF in g/tkm	CO <sub>2</sub> in t	Transitzeit in Tagen
LKW	1000	1261	65	81,97	2
Intermodal	1000	1283	21/65	24,13	3
Differenz				57,84	1

In diesem Beispiel wird vom LKW auf kombinierten Verkehr (Straße/Schiene) gewechselt mit folgenden Effekten:

- CO<sub>2</sub>-Emissionen: - 57,84 t (= - 70%)
- Transitzeit: + 1 Tag
- Frachtkostenreduzierung

### **Beispiel 2 (Transport von Deutschland nach Portugal):**

Frankfurt – Porto	Transportmenge in t	Entfernung in km	EF in g/tkm	CO <sub>2</sub> in t	Transitzeit in Tagen
LKW	1000	2096	65	136,24	3
Seeschiff	1000	2209	20	44,18	8
Differenz				92,06	5

In diesem Beispiel wird vom LKW auf das Seeschiff gewechselt mit folgenden Effekten:

- CO<sub>2</sub>-Emissionen: - 92,06 t (= - 68%)
- Transitzeit: + 5 Tage
- Frachtkostenreduzierung

---

<sup>6</sup> Frankfurt am Main = Sitz des VCI

**Beispiel 3 (Transport von Deutschland nach China):**

Frankfurt – Shanghai	Transportmenge in t	Entfernung in km	EF in g/tkm	CO <sub>2</sub> in t	Transitzeit in Tagen
Flugzeug	1000	8890	801	7120	2
Seeschiff	1000	19837	13	257	36
Differenz				6863	34

In diesem Beispiel wird vom Flugzeug auf das Seeschiff gewechselt mit folgenden Effekten:

- CO<sub>2</sub>-Emissionen: - 6863 t (= - 96%)
- Transitzeit: + 34 Tage
- Frachtkostenreduzierung