



Verband Deutsches
Reisemanagement e.V.

CO₂–Berechnung Geschäftsreise VDR-Standard

Methoden
Version 1.3
Januar 2024



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
Grußwort Dr. Norbert Röttgen, Umweltminister	8
I. Anforderungen an den VDR - Standard	9
II. Glossar	10
III. Copyright © atmosfair gGmbH.....	11
IV. Motivation und Zielgruppe	12
IV.I Wieso ein eigener Standard für die Geschäftsreise?.....	12
IV.II Verhältnis zu bestehenden anderen Standards.....	13
IV.III An wen richtet sich der Standard?	16
V. Aufbau des Dokuments	17
VI. Nutzung des VDR-Standards	18
1 Systemgrenzen	19
1.1 Organisatorische Systemgrenzen	19
1.2 Operationelle Systemgrenzen	19
1.2.1 Reisespezifische Emissionen	19
1.2.2 Vorgelagerte Emissionen	19
1.2.3 Non-CO ₂	19
1.3 Grundsätze des VDR-Standards	20
1.3.1 Zu Grundsatz 1	20
1.3.2 Zu Grundsatz 2	20
1.3.3 Zu Grundsatz 3	20
1.3.4 Zu Grundsatz 4	21
2 Methode CO₂ Bilanzierung – Flug	23
2.1 Zusammenfassung	23
2.2 Vorkette	23
2.3 VDR – CO ₂ Reporting Standard Flug im Überblick	24
2.4 Variablen und Berechnungsformeln	24
2.5 Die Einflussfaktoren Flug im Einzelnen	26
2.5.1 F1 - Distanz & Route	26
2.5.2 F2 - Flugprofil und Flughöhe.....	27
2.5.3 F3 - Umwege	28
2.5.4 F4 - Flugzeugtyp	28
2.5.5 F5 – Flugzeugalter	29
2.5.6 F6 - Winglets.....	30
2.5.7 F7 - Triebwerke.....	31
2.5.8 F8 – Rollen am Boden	31
2.5.9 F9 – Bestuhlung.....	31
2.5.10 F10 - Sitzklassen	32
2.5.11 F11 - Beiladefracht	32
2.5.12 F12 - Auslastung.....	33
2.5.13 F13 - Andere Schadstoffe.....	33

2.6	Methode für VDR-Standard Flug im Überblick	37
2.7	Genauigkeit der Faktoren des VDR – Standards Flug	38
3	Methode CO₂ – Bilanzierung Bahn.....	39
3.1	Zusammenfassung	39
3.2	Vorkette	39
3.3	VDR – CO ₂ Reporting Standard Bahn im Überblick	40
3.4	Variablen und Berechnungsformel	40
3.5	Die Einflussfaktoren Bahn im Einzelnen	41
3.5.1	B1- Distanz	41
3.5.2	B2 - Zugtyp	41
3.5.3	B3 - Sitzklasse	42
3.5.4	B4 - CO ₂ - Emissionen nach Land (Energimix, Elektrifizierungsgrad) und Zugsystem 42	
3.5.5	B5 – Strommix der Länder.....	43
3.5.6	B6 - Auslastung	43
3.5.7	B7 – Alter und Effizienz der Flotte	44
3.5.8	B8 - Topographie	44
3.6	Methode für VDR Standard Bahn im Überblick.....	44
3.7	Genauigkeit der Faktoren des VDR – Standards Bahn.....	45
4	Methode CO₂ – Bilanzierung Hotel.....	46
4.1	Zusammenfassung	46
4.2	Vorkette	47
4.3	Non-CO ₂	48
4.4	Vorgeschlagener VDR – Reporting Standard Hotel im Überblick	48
4.5	Erstellung einer empirischen Datenbasis	48
4.6	Die Einflussfaktoren Hotel im Einzelnen	49
4.6.1	H1 - Hotelklasse	49
4.7	H2 - Land	50
4.7.1	H3 – Energieverbrauch.....	50
4.7.2	H4 - Energieträger und Emissionsfaktoren.....	51
4.7.3	H5 – Wasserverbrauch	51
4.7.4	H6 – Abfall- und Abwasserentsorgung	52
4.7.5	H7 – Buchungsklasse	52
4.7.6	H8 - Auslastung	53
4.8	Methode für VDR Standard Hotel im Überblick.....	54
4.9	Genauigkeit der Faktoren des VDR – Standards Hotel.....	54
5	Methode CO₂ – Bilanzierung Auto	55
5.1	Zusammenfassung	55
5.2	Vorkette	56
5.3	Non-CO ₂	56
5.4	Vorgeschlagener VDR – Reporting Standard Auto im Überblick	56
5.5	Berechnungsformel	56
5.6	Die Einflussfaktoren Auto im Überblick	57

5.6.1	M1 - Distanz.....	57
5.6.2	M2 - Fahrzeugtyp.....	58
5.6.3	M3 - Motor	59
5.6.4	M4 – Treibstoff & Antriebsart.....	59
5.6.5	M5 – Fahrverhalten, Ausstattung	59
5.6.6	M6 - Getriebeart.....	60
5.6.7	M7 – Anzahl der Insassen (zusätzliches Fahrzeuggewicht)	60
5.7	Methode für VDR Standard Auto im Überblick.....	60
5.8	Genauigkeit der Faktoren für den VDR – Standard Auto.....	61
6	Methode CO₂ - Bilanzierung Taxi	62
6.1	Zusammenfassung	62
6.2	Vorkette	62
6.3	Non-CO ₂	63
6.4	VDR CO2 Reporting Standard Taxi im Überblick.....	63
6.5	Variablen und Berechnungsformel	63
6.6	Einflussfaktoren im Einzelnen	64
6.6.1	M1 – Distanz	64
6.7	Methode im Überblick.....	64
7	Bilanzierung ÖPNV	65
7.1	Zusammenfassung	65
7.2	Vorkette	65
7.3	Non-CO ₂	65
7.4	VDR CO ₂ – Reporting Standard ÖPNV im Überblick	66
7.5	Variablen und Berechnungsformel	66
7.6	Einflussfaktoren im Einzelnen	66
7.6.1	Ö1 – Distanz	67
7.6.2	Ö2 – Verkehrsmittel (inkl. Energieträger)	67
7.6.3	Ö3 – Auslastung	68
7.7	Methode im Überblick.....	68
8	Methode CO₂ – Bilanzierung MICE.....	69
8.1	Zusammenfassung	69
8.2	VDR – Reporting Standard MICE im Überblick.....	69
8.3	Variablen und Berechnungsformeln	69
8.4	Einflussfaktoren auf die CO ₂ – Emissionen einer MICE im Einzelnen	71
8.4.1	Faktoren, die den CO ₂ – Ausstoß einer MICE beeinflussen	71
8.4.2	V1 – Energieverbrauch Veranstaltungsort	71
8.4.3	V2 – Energiemix des Veranstaltungsortes	72
8.4.4	V3 – CO ₂ Intensität der Energieträger im Land	73
8.4.5	V4 – Wasserverbrauch des Veranstaltungsortes	74
8.4.6	V5 – Abfall- und Abwasserentsorgung des Veranstaltungsortes	74
8.4.7	V6 - Anreise und Abreise.....	74
8.4.8	V7 - Unterkunft & Hotelübernachtungen.....	75
8.4.9	V8 - Catering.....	75

8.4.10	V9 - Warentransport	76
8.5	Methode für VDR Standard MICE im Überblick	77
8.6	Genauigkeit der Faktoren für den VDR – Standard MICE	77
9	Quellenverzeichnis	78
10	Ansprechpartner	80

Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Glossar	10
Tabelle 2: Benötigte Reiseinformationen für die Anwendung des VDR-Standards.....	18
Tabelle 3: Grundsätze des VDR-Standards	20
Tabelle 4: Erfasste Faktoren im VDR-Standard Flug	24
Tabelle 5: Variablen der Berechnungsformeln VDR Standard Flug	25
Tabelle 6: Beispiele für Flugzeugfamilien	28
Tabelle 7: Methoden des VDR-Standards Flug.....	37
Tabelle 8: Optimierungspotential und Genauigkeit der Faktoren des VDR-Standards Flug...	38
Tabelle 9: Erfasste Faktoren im VDR-Standard Bahn	40
Tabelle 10: Variablen der Berechnungsformel VDR Standard Bahn	41
Tabelle 11: Methoden des VDR-Standards Bahn	44
Tabelle 12: Optimierungspotential und Genauigkeit der Faktoren des VDR-Standards Flug	45
Tabelle 13: Auszug aus der Hotelklassifikation nach DEHOGA	47
Tabelle 14: Erfasste Faktoren im VDR-Standard Hotel	48
Tabelle 15: Variablen der Berechnungsformel des VDR – Standards Hotel.....	49
Tabelle 16: Methoden des VDR-Standards Hotel	54
Tabelle 17: Optimierungspotential und Genauigkeit der Faktoren des VDR-Standards Flug	54
Tabelle 18: Einteilung der Kfz im Rahmen des VDR - Standards.....	55
Tabelle 19: Erfasste Faktoren im VDR-Standard Auto	56
Tabelle 20: Variablen der Berechnungsformel des VDR – Standards Mietwagen	57
Tabelle 21: Methoden des VDR-Standards Mietwagen	61
Tabelle 22: Optimierungspotential und Genauigkeit der Faktoren des VDR-Standards Flug	61
Tabelle 23: Erfasste Faktoren VDR-Standard Taxi	63
Tabelle 24: Variablen der Methode Taxi	64
Tabelle 25: Methode im Überblick VDR-Standard Taxi	64
Tabelle 26: Erfasste Faktoren VDR-Standard ÖPNV	66
Tabelle 27: Variablen der Methode VDR-Standard ÖPNV	66
Tabelle 28: Methode im Überblick VDR-Standard ÖPNV.....	68
Tabelle 29: Erfasste Faktoren im VDR-Standard MICE	69
Tabelle 30: Variablen der Methode MICE des VDR-Standards.....	70
Tabelle 31: Methoden des VDR-Standards MICE.....	77
Tabelle 32: Optimierungspotential und Genauigkeit der Faktoren des VDR-Standards MICE	77

Vorwort

Die CO₂ – Bilanzierung von Geschäftsreisen hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Viele Unternehmen sind hierfür sensibilisiert und lassen CO₂ – Reports ihrer Geschäftsreisen erstellen.

Für das CO₂-Reporting von verschiedenen anderen Bereichen wie industrielle Produktionsprozesse von bestimmten Produkten oder die Stromerzeugung und Stromverbrauch im Unternehmen, aber auch für Transporte von Personen und Gütern bestehen bereits Berechnungsmethoden. Diese grenzen die CO₂-Emissionen aber nicht einheitlich ab und bestimmen die Emissionen mit verschiedenen Ansätzen und Genauigkeiten. Eine Berechnungsmethode für CO₂-Emissionen von Geschäftsreisen existiert bisher noch nicht. Da diese aber je nach Unternehmensart einen Großteil der insgesamt vom Unternehmen verursachten CO₂-Emissionen ausmachen können, bedeutet dies in der Regel:

- Die CO₂ – Emissionen werden nicht systematisch und nur mit großen Ungenauigkeiten erfasst.
- Die CO₂ – Emissionen der Geschäftsreisen lassen sich nicht vergleichen und einordnen.
- Es lassen sich aus der Bilanzierung keine Handlungsmöglichkeiten zur Reduktion ableiten.

Dieser Problematik nimmt sich der vorliegende VDR-Standard für CO₂-Geschäftsreisereporting an. Er wurde vom VDR initiiert und setzt einen Standard im Markt.

Der VDR setzt sich ein für effiziente, wirtschaftliche, sichere und weltweite Reisemöglichkeiten für Unternehmen. Er vertritt die Interessen der deutschen Wirtschaft hinsichtlich der Rahmen- und Wettbewerbsbedingungen für Geschäftsreisen und unterstützt seine Mitglieder als Center of Competence, z.B. durch: branchenaktuelle Informationen, politische Aktivitäten, VDR-Einkaufsvorteile, VDR-Akademie und Hotelzertifizierungen.

Der VDR ist sich seiner herausragenden Verantwortung in Bezug auf nachhaltige und zukunftsorientierte Dienstreisen bewusst. So ist es selbstverständlich, dass Nachhaltigkeitsaspekte sowohl in der Satzung als auch in der Charta des VDR implementiert sind. Darüber hinaus hat der VDR bereits 2006 den Fachausschuss Nachhaltigkeit gegründet.

Der VDR-Partner atmosfair hat seine Expertise und Know-how eingebracht, um einen Industriestandard zu schaffen, der einerseits aus Umweltsicht integer und zielführend ist und andererseits aus der Praxis der Geschäftsreise kommt und damit die Bedürfnisse der Branche trifft.

Das VDR-Mitglied Lufthansa AirPlus hat atmosfair und den VDR bei der Erarbeitung des Standards mit seiner Praxiserfahrung unterstützt, um die besonderen Anforderungen der Unternehmenskunden zu sammeln und zu berücksichtigen und gleichzeitig die datentechnische Verfügbarkeit und Machbarkeit zu gewährleisten.

Grußwort Dr. Norbert Röttgen, Umweltminister

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

in diesen Tagen überschreitet die Zahl der Menschen, die auf dieser Erde leben, die Marke von 7 Milliarden. Innerhalb einer Generation werden wir bereits 9 Milliarden Menschen auf diesem Planeten sein – Menschen, die alle so leben wollen wie wir in den reichen Industrienationen. Eine solche Entwicklung bedroht unseren künftigen Wohlstand, denn wir wissen, dass der Deponieraum für Treibhausgasemissionen begrenzt ist. Die Folgen einer Erwärmung über 2 Grad Celsius wären nicht nur eine wirtschaftliche Katastrophe für bestimmte Regionen, sondern sie würden auch enorme Kosten für die Weltwirtschaft bedeuten und wären eine Bedrohung für eine stabile Weltordnung.



Dr. Norbert Röttgen,
Bundesminister für Umwelt,
Naturschutz und
Reaktorsicherheit

Um diese Bedrohung abzuwenden, müssen wir heute entscheidende Maßnahmen einleiten, denn unser heutiges Tun oder Unterlassen hat irreversible Konsequenzen für die nach uns kommenden Generationen. Politik und Wirtschaft sind hier gleichermaßen in der Pflicht. Es ist ein überaus ermutigendes Signal, dass die Wirtschaft ihre Aufgabe zum Schutz unseres Klimas längst erkannt hat. Eine transparente und vergleichbare Klimaberichterstattung von Unternehmen ist heute ein wichtiges Kriterium in der Beurteilung nicht nur von Investoren, sondern auch von Mitarbeitern, Kunden und anderen Stakeholdern geworden. Und immer mehr Unternehmer und Manager erkennen, dass eine umweltschonende Produktion dauerhaft auch bessere und nachhaltigere Renditen bringt.

Für eine grundlegende Verbesserung der unternehmerischen Klimabilanz braucht man aber verlässliche Daten. Es ist deshalb ein besonderes Verdienst des VDR, einen anspruchsvollen Standard für die Klimabilanzierung von Geschäftsreisen entwickelt zu haben, denn gerade im Dienstleistungssektor können die CO₂-Emissionen von Geschäftsreisen schnell den größten Teil der Gesamtemissionen eines Unternehmens ausmachen. Umso wichtiger ist es, hier genau hinzusehen und wissenschaftlich zu bilanzieren.

Eine solche Bilanzierung ist eine höchst anspruchsvolle Aufgabe. Mit dem neuen Standard für die Erfassung und Berechnung von CO₂ auf Geschäftsreisen geht der VDR einen großen Schritt für die Branche voran: Weltweit erstmalig wird die komplette Geschäftsreise mit allen Verkehrsmitteln, Hotels, Messen und Konferenzen vollständig und einheitlich erfasst und das mit Methoden, die weltweit anwendbar sind. Mit atmosfair hat der VDR für die Erstellung der Methodik einen erfahrenen Partner gewonnen. Die Qualität der atmosfair-Berechnungsmethoden wurde in einer Vielzahl von Untersuchungen und nicht zuletzt vom Umweltbundesamt bestätigt.

Ich bin sicher: Von dem neuen Standard zur CO₂-Bilanzierung wird nicht nur das Klima, sondern werden auch die Unternehmen durch mehr Energieeffizienz und geringere Kosten profitieren. Ich wünsche dem VDR und dem neuen Standard zur CO₂-Bilanzierung viel Erfolg in der Praxis und eine weite Verbreitung auch auf der internationalen Ebene.

Es grüßt Sie herzlich

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Norbert Röttgen'.

Ihr
Dr. Norbert Röttgen

I. Anforderungen an den VDR - Standard

Der VDR – Standard für CO₂ - Geschäftsreisereporting genügt den folgenden Anforderungen:

Vollständigkeit und Relevanz

Der VDR-Standard deckt die wesentlichen Bereiche der Geschäftsreise ab: Hotel, Bahn, Flug, Auto und Konferenzen (MICE). Er erfasst dabei die wesentlichen CO₂-Emissionen und lässt die vernachlässigbaren aus, wie z.B. den öffentlichen Nahverkehr am Zielort.

Weltweite Anwendbarkeit und Mindestgenauigkeit

Das CO₂-Geschäftsreisereporting nach dem VDR - Standard soll weltweit anwendbar sein. Dies betrifft die Bestimmbarkeit der CO₂-Emissionen einer jeden Geschäftsreise auf der Welt mit einer Mindestgenauigkeit - der Mietwagen in Neuseeland soll genauso bilanzierbar sein wie der Inlandsflug in China.

Vergleichbarkeit

Durch die Mindestgenauigkeit lassen sich die Ergebnisse der einzelnen CO₂ - Geschäftsreisereportings vergleichen. Unterschiede können sich nur durch die Verwendung detaillierter Datenquellen ergeben. Die Vergleichbarkeit erstreckt sich über die gesamte Industrie, somit lassen sich die Emissionen der Geschäftsreisen der nach dem VDR – Standard bilanzierenden Unternehmen vergleichen.

Mindestgenauigkeit der Berechnungsmethoden

Um die beschriebene Mindestgenauigkeit zu erreichen, sind die in diesem Dokument beschriebenen Berechnungsmethoden ausreichend.

Transparenz & praktische Anwendbarkeit

Die Berechnungsmethoden, die zu berücksichtigenden Einflussgrößen sowie mögliche Datenquellen sind im Rahmen des Standards beschrieben. Somit kann jedes Unternehmen die CO₂ – Emissionen seiner Geschäftsreisen selbst bilanzieren oder sich das Reporting von einem Reisebüro, Reisekreditkarte oder speziellen Anbietern erstellen lassen.

Grundlage für Handlungsempfehlungen

Der VDR – Standard ist ausreichend detailliert, um als Grundlage zu dienen für darauf basierende Handlungsempfehlungen zur CO₂- und Kostenreduktion wie z.B. den Umstieg auf eine niedrige Fahrzeugklasse, Hotelzimmerkategorie, Elektromobilität oder CO₂ Kompensation, ohne dafür aufwändige Unternehmensberatung in Anspruch nehmen zu müssen.

Wissenschaftliche Unabhängigkeit

Die Datenquellen stammen aus unabhängigen Quellen. Die Methoden des VDR-Standards basieren so weit wie möglich auf bereits existierenden Methoden von IPCC¹, GHG-Protocol² etc. und verwenden diese zur notwendigen Anpassung und Vertiefung auf den Sektor Geschäftsreise.

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC; Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen)

² Greenhouse Gas Protocol

II. Glossar

Begriff	Erklärung
AirlineData	Airline Data by Data Base Products, Inc.
City Pair	Städteverbindung im Bereich Flug
CO ₂	Kohlendioxid-Emissionen
CO ₂ e	Kohlendioxid-Emissionen, die der Klimawirkung der Gesamtemissionen (d.h., inkl. Non-CO ₂) entsprechen
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs
DEHOGA	Deutscher Hotel- und Gaststättenverband e. V.
DIN EN 16528	Norm-Entwurf „Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen (Güter- und Personenverkehr)“
Emissionen	Gesamtheit der im Rahmen dieses Standards betrachteten klimawirksamen Emissionen (CO ₂ + Non-CO ₂)
GHG	Greenhouse Gas Protocol
GWP	Global Warming Potential
IATA	International Air Transport Organisation
IATA WATS	IATA World Air Transport Statistics
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICAO TFS	ICAO Traffic by Flight Stage Statistics
IEA	International Energy Agency
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaveränderungen)
MICE	Meetings, Incentives, Conferences, Events
NGO	Non-Governmental Organization (Nichtregierungsorganisation)
Non-CO ₂	Klimawirksame Emissionen neben CO ₂
RF	Radiative Forcing (Strahlungsantrieb)
Spezifische Emissionen	Emissionen bezogen auf eine bestimmte Einheit, z.B. Emissionen pro Kilometer
Tank-to-Wheel	Betrachtungsmethode der Energiebereitstellung im Bereich der Kraftfahrzeuge von der Kraftstoffaufnahme bis zur Umwandlung in Nutzenergie („vom Tank bis zum Rad“)
THG	Treibhausgas
UIC	International Union of Railways
VDR	Verband Deutsches Reisemanagement e. V.
VFU	Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e. V.
Well-to-Wheel	Betrachtungsmethode der Energiebereitstellung im Bereich der Kraftfahrzeuge entlang der gesamten Wirkungskette („vom Bohrloch bis zum Rad“)

Tabelle 1: Glossar

III. Copyright © atmosfair gGmbH

Der Urheber des CO₂-Berechnungsstandard Geschäftsreise ist die atmosfair gGmbH.

Eine Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Zugänglichmachung und/oder Bearbeitung des CO₂-Berechnungsstandards Geschäftsreise und der Darstellung ist ohne Zustimmung der atmosfair gGmbH nicht gestattet. Die atmosfair gGmbH weist ausdrücklich darauf hin, dass Urheberrechtsverletzungen gem. §§ 106 ff. UrhG strafbar sind.

Der Inhalt, der Titel und die Urheberbezeichnung des CO₂-Berechnungsstandards Geschäftsreise dürfen ohne Zustimmung der atmosfair gGmbH nicht geändert werden.

Alle Anfragen zur Verwertung bzw. der Nutzung des CO₂-Berechnungsstandards Geschäftsreise“ über die Webseite:

https://www.atmosfair.de/de/standards/emissionsberechnung/co2-reporting_fuer_unternehmen/

IV. Motivation und Zielgruppe

IV.I Wieso ein eigener Standard für die Geschäftsreise?

Die EU-Bilanzrichtlinie 78/660/EWG regelt die Darstellung und Analyse der wichtigsten Leistungsindikatoren von Unternehmen. Darin eingeschlossen sind im Lagebericht des Unternehmens ausdrücklich auch die nicht finanziellen Indikatoren, einschließlich Umweltinformationen³.

Es überrascht deswegen wenig, dass Unternehmen in der EU, aber auch weltweit, der Erfassung und Berichterstattung ihrer CO₂-Emissionen einen zunehmend höheren Stellenwert einräumen. Ein wichtiger Indikator dafür ist das Carbon Disclosure Projekt (CDP), das regelmäßig 3000 Unternehmen in über 60 Ländern der Welt nach ihren CO₂-Emissionen und Klimastrategien befragt⁴. Das CDP wird von über 500 großen institutionellen Investoren betrieben, die ein Interesse daran haben, ihre Anlagevermögen von über 70 Billionen US\$ langfristig nachhaltig auszurichten. Auch in den vergangenen Jahren der internationalen Finanzkrise antworteten über 80% der befragten Unternehmen detailliert auf die Anfragen des CDP. Das CDP kooperiert bei seiner Arbeit auch mit externen Finanzanalysten und Unternehmensberatungen.

Neben Investoren, Rating-Agenturen etc. interessieren sich aber auch die Kunden und weitere Stakeholder zunehmend für die Nachhaltigkeit der Unternehmen, bei denen sie einkaufen. So findet eine Studie von Ernst&Young aus dem Jahr 2010, dass 84% der Unternehmer die gestiegenen Erwartungen der Stakeholder als wichtigen oder sehr wichtigen Grund ansehen, eine umfassende Klimaschutzstrategie zu entwickeln⁵. Dazu gehört als einer der ersten Schritte die Bestandsaufnahme, also ein CO₂-Reporting.

Da insbesondere bei den Unternehmen des tertiären Sektors Geschäftsreisen schnell den Hauptbestandteil der Gesamtemissionsbilanz eines Unternehmens ausmachen können, ist es wichtig, diesen wichtigen Teil auch belastbar und qualitativ hochwertig zu erfassen. Dem steht entgegen, dass es derzeit noch keine international etablierte Methode zur CO₂-Bilanzierung von Geschäftsreisen gibt. Die existierenden Ansätze werden nachfolgend einzeln diskutiert. Allen Ansätzen ist gemeinsam, dass sie nicht auf Geschäftsreisen ausgelegt sind:

1. Fehlende Abgrenzungen:

Die bestehenden Methoden lassen sich zwar auf einzelne Bestandteile von Geschäftsreisen anwenden, wie z.B. CO₂-Emissionen von Autos oder Gebäuden. Es gibt aber keine Methode, die konsistent die einzelnen Aktivitäten einer Geschäftsreise abgrenzt. So ist z.B. nicht klar, ob der Stromverbrauch eines Hotels, der indirekte CO₂-Emissionen nur im Kraftwerk bedingt, zur Geschäftsreise gezählt werden muss, oder ob auch der Energieverbrauch des Caterers einer Veranstaltung hinzugezählt werden muss oder nicht.

³ EU-Bilanzrichtlinie 78/660/EWG, Inhalt des Lageberichts, Artikel 46

(1) (b) soweit dies für das Verständnis des Geschäftsverlaufs, des Geschäftsergebnisses oder der Lage der Gesellschaft erforderlich ist, umfasst die Analyse die wichtigsten finanziellen und – soweit angebracht – nicht finanziellen Leistungsindikatoren, die für die betreffende Geschäftstätigkeit von Bedeutung sind, einschließlich Informationen in Bezug auf Umwelt- und Arbeitnehmerbelange.

⁴ Information auf der Webseite des CDP: www.cdproject.net

⁵: "action amid uncertainty", Ernst&Young, 2010

2. Fehlende Spezialisierung:

Es gibt derzeit keine Methode für die Berechnung von Hotelemissionen auf Geschäftsreisen. Zwar gibt es Methoden für die Berechnung von CO₂ –Emissionen von Gebäuden, inwieweit dies dann aber z.B. den Geschäftsreisenden, den einzelnen Buchungsklassen oder den Hotelbetreibern zugerechnet wird, ist nicht geregelt.

3. Unvollständigkeit:

Manche Sektoren sind bisher methodisch gar nicht bzw. nur lückenhaft erfasst. So gibt es im Bereich Bahnemissionen zwar die UIC, die für Europa eine treibende Rolle spielt, aber wenn es um Bahnfahrten z.B. in Südamerika geht, werden die CO₂ – Emissionen dort ggf. überhaupt nicht erfasst.

Im Folgenden werden vorhandene Ansätze der CO₂-Bilanzierung kurz beschrieben und diskutiert.

IV.II Verhältnis zu bestehenden anderen Standards

Der VDR - Standard hat nicht den Anspruch, alle bisherigen Bilanzierungsansätze zu ersetzen. Er ist ein Instrument zur CO₂ - Bilanzierung für diejenigen Unternehmen, die aus in Abschnitt IV.III genannten Gründen eine höhere Reichweite und Genauigkeit anstreben, als die bisherigen Ansätze bieten können. Die Verwendung des VDR - Standards ist freiwillig.

In den folgenden Abschnitten werden einige bekannte Standards zur Berechnung von CO₂ - Emissionen vorgestellt, die geeignet sind, Teile der im VDR – Standard erfassten Geschäftsreiseaktivitäten im Hinblick auf CO₂ - Emissionen zu bilanzieren. Die Standards werden kurz beschrieben und diskutiert.

DIN EN 16258 (Entwurf)

Die DIN EN 16528 ist ein Entwurf einer europäischen Norm zur Berechnung und Ausweisung von CO₂-Emissionen für Transportdienstleistungen (Fracht und Passagiere). Sie enthält u.a. die nachstehenden Elemente:

- Sie verfolgt das Ziel einer Mindestgenauigkeit bei der CO₂-Berechnung.
- Sie berücksichtigt neben CO₂ noch weitere Schadstoffe.
- Sie weist CO₂-Ergebnisse parallel aus, wenn Abgrenzungen oder andere Parameter sinnvoll unterschiedlich gesetzt werden können und damit zu verschiedenen CO₂- Werten führen, die aber je nach Umständen ihre gesonderte Berechtigung haben.
- Sie berücksichtigt die Emissionen, die im Rahmen der Vorkette entstehen (Well-to-Tank-Ansatz).

Der VDR-Standard orientiert bei der Diskussion der Systemgrenzen und Festlegung der Grundsätze eng an der Bilanzierungsmethodik der DIN EN 16528.

ICAO Carbon Emission Calculator

Die International Civil Aviation Organization (ICAO) hat einen Online-Rechner für ihre Webseite entwickelt, um die CO₂-Emissionen eines Fluges zu bestimmen. Die zugehörige Methode ist detailliert, sie verwendet Flugprofile mit Steig- und Sinkflug, unterscheidet nach

verschiedenen Flugzeugtypen und berücksichtigt auch Faktoren wie Passagierauslastung und Beiladefracht. Der ICAO Rechner hat jedoch auch Nachteile:

1. Befindet sich ein City Pair, für das ein Nutzer das CO₂ des Fluges ausrechnen möchte, nicht in den Datenquellen des ICAO Rechners, liefert er kein Ergebnis. Dies ist auch nach dem Update des Rechners noch für einige Strecken der Fall.
2. Der ICAO Rechner weist nur CO₂-Emissionen, aber keine Non-CO₂-Emissionen aus.
3. Es existieren lediglich zwei Sitzklassen, Economy sowie Premium Class. Bei letzterer berechnet der ICAO-Rechner die doppelte Menge an CO₂-Emissionen im Vergleich zur Economy Class. Somit stellt der ICAO Rechner Business und First Class Sitze in der CO₂-Bilanzierung gleich, da er nicht zusätzlich nach First Class unterteilt.
4. Für die Sitzplatzkonfiguration der Flugzeuge verwendet der ICAO Rechner die Full-Economy Methode, d.h. er nimmt eine hypothetische Ein-Klassen-Bestuhlung an. Da Business und First Class Sitze die Anzahl der gesamten Sitze an Bord sinken lassen (auf Grund des höheren Platzbedarfs), weichen die reale Sitzanzahl sowie die vom Rechner angenommene bei einer Reihe von Flügen voneinander ab, was zu einer höheren Auslastung und damit niedrigerem spezifischen Treibstoffverbrauch führt als in der Realität.
5. Der Flugzeugtyp kann im ICAO-Rechner nicht spezifiziert werden. Die Wahl des Flugzeugtyps kann jedoch einen Unterschied von ca. +-25% bei den spezifischen CO₂-Emissionen nach sich ziehen.

Vor allem die Punkte 3. und 4. haben zur Folge, dass der ICAO Rechner die spezifischen CO₂-Emissionen je Passagier tendenziell zu niedrig berechnet.

DEFRA

Das Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) hat ein Tool für die Bestimmung von CO₂-Emissionen u.a. von Reiseaktivitäten wie Flüge, Bahnfahrten und Autofahrten entwickelt. Für den Bereich Flug vereinfacht die DEFRA-Methode die Berechnung des spezifischen CO₂-Ausstoßes je Passagier erheblich. Es werden lediglich folgende Einflussfaktoren berücksichtigt:

- Flugdistanz:
Großkreisdistanz zwischen den Flughäfen, multipliziert mit einem pauschalen Faktor für die Berücksichtigung von Umwegen).
- Flugklasse:
Unterscheidung von Domestic, Kurzstrecke international und Langstrecke international, deren Einteilung anhand der Flugdistanz erfolgt. Basierend auf dieser Einteilung kommt ein Faktor CO₂ je Sitzplatzkilometer zum Einsatz.
- Buchungsklasse:
Unterscheidung von Economy, Business und First Class.

Weitere Einflussfaktoren werden nicht bzw. nur indirekt berücksichtigt (Passagierauslastung ist z.B. im Faktor CO₂ je Sitzplatzkilometer enthalten). Diese Methodik hat u.a. folgende Nachteile:

- Die DEFRA Methode bezieht sich mit der Flugklasse Domestic auf den innerbritischen Flugmarkt, wodurch die Methode für Flüge außerhalb von Großbritannien ungenauer wird.

- Es werden zwar auch die Mengen anderer Schadstoffe ausgewiesen, aber nicht deren Klimawirkung. Damit betrachtet die DEFRA Methode im Ergebnis wie der ICAO Rechner nur reines CO₂.
- Der Nutzer hat keine Möglichkeit, Flugzeugtypen (und basierend darauf weitere Faktoren wie Sitzplatzkapazität, Winglets oder Luftfracht) einzubeziehen. Für einen bestimmten Cit Pair (z.B. LHR – JFK) mit einer zur Hälfte besetzten B747-400 und einer voll besetzten B777-200LR weist die DEFRA Methode denselben Betrag an CO₂ aus. Dies bildet die Realität nur ungenügend ab.

Aus diesen Gründen kann die Bilanzierung des CO₂ je Flug im Extremfall um den Faktor 4 von den realen Werten abweichen, häufig jedoch immerhin um den Faktor 2, was sich für große Unternehmen erheblich in der CO₂-Gesamtbilanz auswirkt.

Der Bereich Bahn, den die DEFRA Methode ebenfalls abdeckt, ist auf die britische Bahn mit z.B. deren CO₂ – Emissionsfaktoren zugeschnitten, die nicht ohne weiteres vom Anwender für die CO₂ Bilanzierung von Bahnfahrten mit der Schweizer SBB genutzt werden können. Der VDR – Standard hat jedoch den Anspruch, weltweit anwendbar zu sein, wodurch die DEFRA Bahnmethode nicht übertragbar und somit für die Anforderungen an den VDR Standard (siehe Teil I) ungeeignet ist.

GHG

Die Greenhouse Gas Protocol Initiative (GHG) hat mehrere Standards zur Bilanzierung von CO₂-Emissionen in verschiedenen Industriesektoren entwickelt. Die Bestimmung von CO₂-Reiseemissionen für Flug, Bahn, Autofahrten und ÖPNV sind zwar im Rahmen der sog. „Scope 3-Emissionen“ enthalten, aber unscharf. Der Bereich Hotel und MICE fehlt vollständig.

Bei Flügen verwendet GHG eine ähnliche Methodik wie die DEFRA: Es werden Kurz-, Mittel- und Langstreckenflüge sowie Sitzklassen unterschieden. Weitere notwendige Einflussfaktoren (Flugzeugtyp, Sitze etc.) fließen nicht ein. Somit tauchen hier dieselben Probleme wie bei der DEFRA Methode auf: Das Ergebnis kann auch hier um den Faktor 2 abweichen.

VFU

Der Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e. V. (VFU) hat ein Kennzahlensystem für die Berechnung von „betriebsökologischen Kennzahlen“ entwickelt. Der Bereich Verkehr ist ein Unterpunkt und betrachtet Bahnfahrten, Flugreisen sowie Straßenverkehr. Wie die Methoden von GHG und DEFRA vereinfacht das VFU-Tool die CO₂-Bestimmung (Flug vergleichbar mit DEFRA) und ist daher ähnlich unscharf.

Zusammenfassung

Unternehmen, die CO₂-Emissionen ihrer Geschäftsreisen bilanzieren und in ihrem Nachhaltigkeitsbericht veröffentlichen möchten, sind bisher in der Wahl der Berechnungsmethode frei. In vielen Fällen werden die oben genannten Methoden verwendet, die aber alle mindestens eine der folgenden Schwachstelle aufweisen:

- Keine flächendeckende bzw. weltweite Bilanzierung möglich (z.B. das CO₂ Bilanzierungstool der Deutschen Bahn)

- Nicht spezifisch oder genau genug (z.B. GHG, DEFRA)

Der VDR empfiehlt nicht, trotz der genannten Schwachpunkte, diese Methoden für die Bilanzierung des CO₂ für Geschäftsreisen nicht zu verwenden. In einem ersten Schritt kann die Bilanzierung nach den beschriebenen Ansätzen sinnvoll sein. Die Empfehlung des VDR ist es aber, den eigenen VDR Standard zu nutzen, wenn die Bilanzierung im Lage- oder Nachhaltigkeitsbericht einen wichtigen Bestandteil bildet.

IV.III An wen richtet sich der Standard?

Wie bereits im vorigen Abschnitt diskutiert, erfolgt die CO₂-Bilanzierung von Geschäftsreisen nach dem VDR-Standard auf freiwilliger Basis. Der VDR-Standard richtet sich dabei hauptsächlich an zwei Nutzergruppen:

Unternehmen

Viele Unternehmen veröffentlichen jährlich Lage- und Nachhaltigkeitsberichte für Ihre Stakeholder. Bestandteil dieser Berichte kann unter anderem die Bilanzierung der im Rahmen der Unternehmenstätigkeit anfallenden CO₂-Emissionen sein. Je nach Branche haben die Geschäftsreisen einen wesentlichen Anteil an den gesamten CO₂-Unternehmensemissionen. Mit dem vorliegenden VDR-Standard bekommen diejenigen Unternehmen, die ihre Geschäftsreisen bilanzieren wollen, dazu die Möglichkeit.

Dabei richtet sich der VDR-Standard vor allem an solche Unternehmen, die aus bestimmten Gründen die CO₂-Bilanzierung im Bereich Geschäftsreise qualitativ hochwertig vornehmen wollen. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn dieser Bereich für das Unternehmen die größte CO₂-Quelle ist. Dann lohnt sich die Genauigkeit des VDR-Standards, da andere Ansätze die Emissionen teilweise nur mit Ungenauigkeiten um den Faktor 2 bestimmen. Dies kann auch der Fall sein, wenn das Unternehmen die Reduktionspotentiale bestimmen will und dafür eine tiefer gehende Analyse und Handlungsoptionen benötigt. Oder dies kann der Fall sein, wenn das Unternehmen für den Nachhaltigkeitsbericht auf ein Gütesiegel verweisen will. In allen Fällen hilft dem Unternehmen der Zusatz „erstellt nach VDR-Standard CO₂-Berechnung Geschäftsreise“.

Dienstleister

Hier sind insbesondere Geschäftsreisebüros und Reisekreditkarten gemeint, die die Reisedaten von Unternehmen sammeln, die Grundlage für jedes Reporting sind. Diese Unternehmen können mit dem vorliegenden VDR-Standard ihren Kunden einheitliche, hochwertige und vergleichbare CO₂-Reports anbieten. Auch diese Dienstleister können die Berichte für ihre Kunden mit dem Zusatz „erstellt nach VDR-Standard CO₂-Berechnung Geschäftsreise“ versehen.

Der VDR-Standard legt den Fokus auf diese beiden Zielgruppen, ist aber nicht auf diese beschränkt. Er richtet sich auch an andere Interessierte, wie z.B. Verbände oder NGOs innerhalb Europas und weltweit.

V. Aufbau des Dokuments

Die VDR-Methodik beschreibt die CO₂-Berechnungsmethoden für die einzelnen Sektoren (Flug, Bahn, Hotel, Auto, Taxi, ÖPNV und MICE). Es werden alle zu betrachtenden Faktoren genannt und diskutiert, die jeweilige Rechenmethode genannt sowie teilweise zugehörige, öffentlich verfügbare Datenquellen genannt.

VI. Nutzung des VDR-Standards

Der VDR-Standard erlaubt es den Nutzern, die CO₂-Emissionen seiner Geschäftsreiseaktivitäten zu berechnen. Möchte ein Nutzer seine gesamten Geschäftsreisen innerhalb eines bestimmten Zeitraums nach VDR-Standard bilanzieren, so fordert der VDR-Standard, mindestens die Bereiche Flug, Bahn, Hotel, Auto und MICE zu berücksichtigen. Die Bilanzierung der Bereiche Taxi und ÖPNV erfolgt optional.

Dazu sind folgende Schritte notwendig:

1. Aktivität bestimmen (Flug, Bahn, Hotel, Auto, Taxi, ÖPNV und MICE).
2. In der VDR-Methodik die CO₂-Berechnungsformel aufsuchen.
3. Die benötigten Daten zur Berechnung heraussuchen und mit den im jeweiligen Kapitel der Methodik angegebenen öffentlichen Datenquellen eine entsprechende Datengrundlage erstellen.
4. Nutzerseitige Aktivitätsdaten bestimmen (z.B. City Pair und Anzahl der Reisenden für den Bereich Flug; Anzahl der Übernachtungen, Land und Hotelklasse für den Bereich Hotel etc.).
5. Alle Daten aus 3. und 4. in die Berechnungsformel aus 2. einsetzen und die CO₂-Emissionen berechnen.

In der untenstehenden Tabelle sind die Reiseinformationen zusammengefasst, die der Nutzer des VDR-Standards zur Berechnung der CO₂-Emissionen der entsprechenden Aktivität einbringen muss.

Begriff	Erklärung
Flug	City Pair, Sitzklasse, Flugzeugfamilie bzw. -typ
Bahn	Start- und Zielbahnhof (ggf. durchquerte Reiseländer), Sitzklasse
Hotel	Reiseland, Hotelklasse (Sterne), Zimmerkategorie, Anzahl der Übernachtungen
Auto	Mietwagen: Fahrzeugtyp, gefahrene Streckenkilometer Privat-/Dienstwagen: Treibstoffverbrauch
Taxi	Reiseland, Fahrtpreis
ÖPNV	Anzahl der Tage der ÖPNV-Nutzung
MICE	Veranstaltungsort: Dauer der Veranstaltung, Teilnehmerzahl An-/Abreise: vgl. Bereich Flug/Bahn/Auto Hotelübernachtung: vgl. Bereich Hotel

Tabelle 2: Benötigte Reiseinformationen für die Anwendung des VDR-Standards

1 Systemgrenzen

Bei der Emissionsbilanzierung – sei es Reiseaktivität, industrielle Fertigung, Stromerzeugung, Logistik usw. – stellt sich die Frage nach der genauen Abgrenzung der Emissionen, die dem jeweiligen Unternehmen zugerechnet werden sollen.

1.1 Organisatorische Systemgrenzen

Zunächst muss festgelegt werden, welchem Akteur die bei einer Geschäftsreise entstehenden Emissionen angerechnet werden. Folgendes Beispiel soll die Fragestellung verdeutlichen:

Ein Anwalt vertritt einen Mandanten in juristischen Fragen. Diese Tätigkeit setzt von Zeit zu Zeit Präsenz beim Mandanten voraus, daher fliegt der Anwalt in regelmäßigen Abständen zum Mandanten. Bilanzieren die Anwaltskanzlei sowie die Firma des Mandanten ihre gesamten Emissionen, stellt sich die Frage, wem die Flüge des Anwalts zugerechnet werden müssen, um Doppelzählungen zu vermeiden.

1.2 Operationelle Systemgrenzen

Anschließend muss geklärt werden, welche Art von Emissionen bei der Bilanzierung von Geschäftsreisen berücksichtigt werden.

1.2.1 Reisespezifische Emissionen

Bei der Bilanzierung von Geschäftsreisen werden intuitiv zunächst die Emissionen betrachtet, die bei der Bereitstellung der jeweiligen Dienstleistung anfallen und sich daher spezifisch auf die Reise beziehen (z.B. Emissionen durch den Kerosinverbrauch während eines Fluges). Im Gegensatz dazu entstehen Emissionen im Zusammenhang mit Infrastruktur (z.B. Facility Management des Flughafengebäudes) und Transportmitteln (z.B. Bau und Wartung des Flugzeugs) nicht exklusiv im Zuge der betrachteten Geschäftsreise, sondern im Rahmen von allgemeinen Investitionen, die allen Nutzern zugutekommen. Eine eventuelle anteilige Einbeziehung dieser indirekten Emissionen bei der Bilanzierung einer Geschäftsreise muss im Rahmen der Bestimmung der Systemgrenzen diskutiert werden.

1.2.2 Vorgelagerte Emissionen

Beim Verbrennungsprozess von Roh- oder Treibstoffen zur Nutzenergieerzeugung entstehen unmittelbar klimawirksame Emissionen, wobei Art und Menge vom eingesetzten Brennstoff sowie von Technik und Wirkungsgrad des Kraftwerks bzw. Motors abhängt. Es stellt sich nun die Frage, inwiefern auch vorgelagerte Prozesse und die damit verbundenen Emissionen (z.B. bei Herstellung und Transport von Brennstoffen) bei der Bilanzierung berücksichtigt werden müssen.

1.2.3 Non-CO₂

Bei der Verbrennung von Treibstoffen entstehen neben CO₂ noch weitere klimawirksame Emissionen (Non-CO₂) wie z.B. Stickoxide (NO_x) oder Ruß, die mit ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften in der Atmosphäre den Strahlungsantrieb positiv oder negativ beeinflussen. Während die Klimawirksamkeit von Non-CO₂ bei Verbrennungsprozessen in Bodennähe (z.B. Autofahrt) klein gegenüber der Wirkung von CO₂ ist, entfalten Non-CO₂ in

höheren Luftschichten (z.B. Flugreise) eine erhebliche Wirkung auf den Strahlungshaushalt der Erde. Zusätzliche Relevanz erhalten Non-CO₂ bei der Berücksichtigung der Vorkette gemäß Kapitel 1.2.1, da diese verstärkt beim Abbau von Brennstoffen freigesetzt werden. Bei der Bilanzierung von Geschäftsreisen muss daher festgelegt werden, inwiefern Non-CO₂ berücksichtigt werden.

1.3 Grundsätze des VDR-Standards

Um die Ziele des VDR-Standards aus Sicht des Nutzers – einerseits eine möglichst hohe Genauigkeit der CO₂-Bilanzierung und andererseits eine gute Handhabbarkeit – zu gewährleisten, legt der VDR-Standard nach Überprüfung der Systemgrenzen vier Grundsätze fest, die in Tabelle 3 zusammengefasst sind und nachfolgend erläutert werden.

	VDR-Standard Grundsätze		In Abgrenzung zu
1.	Die bei einer Geschäftsreiseaktivität anfallenden Emissionen entfallen auf denjenigen, der die Reise bucht (Verursacherprinzip).	↔	Auftraggeber
2.	Die Bilanzierung einer Geschäftsreiseaktivität berücksichtigt diejenigen Emissionen, die sich spezifisch auf die Reiseaktivität beziehen.	↔	Infrastrukturemissionen
3.	Die Bilanzierung einer Geschäftsreiseaktivität berücksichtigt die gesamte Wirkungskette der Energiebereitstellung.	↔	Umwandlungsprozess der Nutzenergiebereitstellung
4.	Die Bilanzierung einer Geschäftsreiseaktivität berücksichtigt neben CO ₂ weitere klimawirksame Emissionen (Non-CO ₂).	↔	Reines CO ₂

Tabelle 3: Grundsätze des VDR-Standards

1.3.1 Zu Grundsatz 1:

Auf das eingangs erwähnte Beispiel übertragen heißt das, dass die Anwaltskanzlei die Flüge des Anwalts bilanziert. Letzterer wird zwar im Auftrag seines Mandanten tätig, die Art der Anreise (z.B. Flug oder Bahnfahrt etc.) unterliegt jedoch seinem Einfluss, da er bei der Flugbuchung bezahlt. Dass er sich letztlich über seine Abrechnungen an den Mandanten die Flugkosten erstatten lässt, ist hierbei unerheblich. Würde andererseits der Mandant dem Anwalt die Flugtickets direkt stellen, würde in diesem Fall der Mandant die Reise bilanzieren.

1.3.2 Zu Grundsatz 2:

Der VDR-Standard bilanziert diejenigen Emissionen, die unmittelbar im Zusammenhang mit einer Geschäftsreise entstehen. Im Einklang mit der DIN EN 16528 werden daher Emissionen im Zusammenhang mit Infrastruktur und Transportmitteln nicht berücksichtigt, da diese mit vorhandenen Daten nicht unterschiedlichen Nutzern und Nutzerverhalten zugerechnet werden können. Zudem sind entsprechende anteilige Emissionen klein gegenüber den unmittelbar bei einer Reise entstehenden Emissionen, so dass diese im Rahmen der vorliegenden Bilanzierung vernachlässigt werden können.

1.3.3 Zu Grundsatz 3:

Die Bilanzierung einer Geschäftsreiseaktivität nach VDR-Standard betrachtet nicht nur die Emissionen, die beim Umwandlungsprozess in Nutzenergie entstehen, sondern alle Emissionen entlang der gesamten Wirkungskette der Energiebereitstellung. Im Besonderen umfasst dies folgende Prozesse:

Elektrizität:

- Abbau und Transport der Primärenergieträger
- Bau und Wartung der Energieerzeugungsinfrastruktur
- Umwandlung der Primärenergieträger in Elektrizität

Kraftstoffe:

- Abbau und Transport der Primärenergieträger
- Bau und Wartung der Energieerzeugungsinfrastruktur
- Umwandlung der Primärenergieträger in Kraftstoffe
- Umwandlung der Kraftstoffe in mechanische Energie

Wärme-/Kälteenergie:

- Abbau und Transport der Primärenergieträger
- Bau und Wartung der Energieerzeugungsinfrastruktur
- Umwandlung der Primärenergieträger in Wärme-/Kälteenergie

Diese Herangehensweise folgt aus Grundsatz 2., dass alle Emissionen berücksichtigt werden, die spezifisch auf eine Reise entfallen.

Die Betrachtung der gesamten Wirkungskette entlang der Energiebereitstellung geschieht in Anlehnung an die Methodik der DIN EN 16528, die dies für Transportprozesse berücksichtigt („Well-to-Wheel“). Aufgrund der im VDR-Standard derzeit noch bestehenden methodischen und Datenungenauigkeiten bzgl. des reisespezifischen Energieverbrauchs wird die Vorkette lediglich im Bereich der Kraftstoffe berücksichtigt, künftig aber schrittweise auf den Elektrizitäts- und Wärmeverbrauch erweitert. Darauf wird gesondert in den Kapiteln der jeweiligen Reiseaktivität hingewiesen („Vorkette“).

Bei der CO₂-Bilanzierung nach VDR-Standard werden die Emissionen generell mit Vorkette ausgewiesen. Optional können zusätzlich die Emissionen ohne Vorkette angegeben werden.

1.3.4 Zu Grundsatz 4:

Im Einklang mit der Methodik der DIN EN 16528 bezieht der VDR-Standard außer CO₂ weitere klimawirksame Emissionen (Non-CO₂) mit ein. Diese schließen die Treibhausgase Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆) ein.

In Einklang mit der DIN EN 16528 berücksichtigt der VDR-Standard die Klimawirksamkeit von Non-CO₂ über das Global warming potential (GWP). Dabei lässt sich mit Hilfe des GWP ein CO₂-Äquivalentwert berechnet, der die Klimawirksamkeit einzelner THG mit der von CO₂ in Bezug setzt. Das GWP von THG wird üblicherweise auf einen Wirkungshorizont von 100 Jahren bezogen. Eine Ausnahme bildet der Flugverkehr, bei dem der VDR-Standard eine Kombination aus verschiedenen Non-CO₂-Metriken wählt.

Bei bodennaher Verbrennung von Primärenergieträgern zur Energiegewinnung spielen Non-CO₂ eine vernachlässigbare Rolle. Signifikante Non-CO₂ entstehen dagegen bei der Gewinnung der Primärenergieträger, etwa die Methanfreisetzung beim Steinkohleabbau. Der Einbezug von Non-CO₂ fällt demnach nur ins Gewicht, wenn gemäß Grundsatz 3. die Vorkette der Energiebereitstellung berücksichtigt wird.

Beim Flugverkehr ist dies anders: Die THG, die bei der Verbrennung von Kerosin entstehen, entfalten in großen Höhen eine beträchtliche Klimawirkung.

Die Methodik bzgl. der Berücksichtigung von Non-CO₂ wird in den Kapiteln der jeweiligen Reiseaktivität nochmals erläutert („Non-CO₂“).

Da sich die Ermittlung der klimawirksamen Emissionen am CO₂-Ausstoß orientiert und dieser in der Regel den größten Teil der Emissionen ausmacht, wird im vorliegenden Dokument vereinfachend von „CO₂-Bilanzierung“ gesprochen.

2 Methode CO₂ Bilanzierung – Flug

Flugreisen können je nach Flugvolumen einen gewichtigen Teil der CO₂-Emissionen von Geschäftsreisen bilden. Dieses Kapitel beschreibt, wie der VDR-Standard den Bereich „Flug“ erfasst.

Dieses Kapitel fasst den VDR-Standard im Bereich Flug zusammen, bevor in den nächsten Abschnitten die einzelnen Bereiche diskutiert werden. Am Ende des Kapitels sind die Ergebnisse noch einmal detaillierter in tabellarischer Form zusammengefasst.

2.1 Zusammenfassung

Die folgenden Faktoren bestimmen den CO₂-Ausstoß von Flugreisen. Nicht alle der Faktoren sind für eine ausreichend genaue CO₂-Bilanzierung notwendig, dennoch sind in der Liste zunächst die wichtigsten Faktoren aufgezählt, die potentiell eine Rolle spielen können. Die Entscheidung, welche Faktoren wie in den VDR-Standard aufgenommen werden, wird in den entsprechenden Abschnitten einzeln diskutiert.

- Distanz und gewählte Flugroute (F1)
- Flugprofil und Reiseflughöhe (F2)
- Umwege (F3)
- Flugzeugtyp (F4)
- Flugzeugalter (F5)
- Winglets (F6)
- Triebwerke (F7)
- Rollen am Boden (F8)
- Transportierte Nutzlast
- Bestuhlung (Anzahl der Sitze an Bord) (F9)
- Sitzklassen (Art und jeweilige Anzahl an Sitzen) (F10)
- Beiladefracht (F11)
- Passagierauslastung (F12)

Grundlage der CO₂-Berechnung im VDR-Standard Flug ist ein engmaschiges Set an Standardflugprofilen, welche den absoluten Treibstoffverbrauch (und damit die absoluten CO₂-Emissionen) nach Flugdistanz und Flugzeugtyp wiedergeben. Die Schrittbreite bzgl. der Flugdistanz beträgt hierbei zwischen 250 und höchstens 1000 km. Die Standardprofile bilden somit den Einfluss der Faktoren Distanz (F1), Flugprofil und Reiseflughöhe (F2), Flugzeugtyp (F4) und Rollen am Boden (F8) ab.

2.2 Vorkette

Bei der Bilanzierung des Reisebereichs „Flug“ berücksichtigt der VDR-Standard die Well-to-Wheel-Emissionsfaktoren für Kerosin, die in der DIN EN 16258 aufgeführt sind (vgl. Kapitel 1.3.3).

2.3 VDR – CO₂ Reporting Standard Flug im Überblick

Die nachstehende Tabelle gibt den VDR –Standard im Überblick wieder.

Faktor	Bestandteil des VDR-Standards		Genauigkeit der Erfassung im VDR-Standard		
	Bestandteil VDR-Standard	Mögliche Verfeinerung, aber im VDR-Standard nicht notwendig	Detailliert	Abschätzung über mehrere, fallweise verschiedene Konstanten	Abschätzung über Pauschalen
F1: Distanz & Route	x		x	-	-
F2: Flugprofil & Reiseflughöhe	x		x	-	-
F3: Umwege	x		-	-	x
F4: Flugzeugtyp	x		x	-	-
F5: Flugzeugalter		x	-	-	-
F6: Winglets	x		-	-	x
F7: Triebwerke		x	-	-	-
F8: Rollen am Boden	x		-	-	x
F9: Bestuhlung	x		-	x	-
F10: Sitzklassen	x		-	-	x
F11: Beiladefracht	x		-	-	x
F12: Auslastungsfaktoren	x		x	-	-
F13: andere Schadstoffe	x		-	x	-

Tabelle 4: Erfasste Faktoren im VDR-Standard Flug

2.4 Variablen und Berechnungsformeln

Folgende Schritte und Formeln erlauben eine Berechnung der CO₂ – Emissionen für einen Passagier eines Fluges. Die einzelnen Faktoren und ihre allgemein zugänglichen Quellen werden dann in den folgenden Abschnitten diskutiert.

Die Tabelle gibt zunächst die verwendeten Variablen wieder.

Variable	Beschreibung	Einheiten	Beschrieben in
D _G	Großkreisdistanz zwischen 2 City Pairs	km	VDR Standard F1
D _R	Zuschlag für Umwege, pauschal gestaffelt nach Großkreisdistanz	km	VDR Standard F3
D	Distanz der Flugroute zwischen 2 City Pairs, (Großkreis + Umweg)	km	VDR Standard F1
D _L	Standarddistanz oberhalb der Distanz D des Fluges	km	VDR Standard F2
D _s	Standarddistanz unterhalb der Distanz D des Fluges	km	VDR Standard F2
F _L	Absoluter Treibstoffverbrauch des nächstlängeren Standardfluges oberhalb der Distanz des Fluges	kg	VDR Standard F2
F _s	Absoluter Treibstoffverbrauch des nächstkürzeren Standardfluges unterhalb der Distanz	kg	VDR Standard F2
F _D	Absoluter Treibstoffverbrauch des zu betrachteten Fluges	kg	-
f _w	Faktor für prozentualen Abschlag des absoluten Treibstoffverbrauchs durch die Winglets	%	VDR Standard F6
f	CO ₂ Emissionsfaktor Kerosin	Kg CO ₂ / kg Kerosin	-
f _c	Faktor für die Sitzklasse (Economy, Business, First Class)	-	VDR Standard F10
f _f	Faktor für den Abschlag des spezifischen Treibstoffverbrauchs je Passagier für die Beiladefracht	%	VDR Standard F11
S	Sitzplatzkapazität des Flugzeugs	-	VDR Standard F9
f _l	Auslastungsfaktor des Fluges	%	VDR Standard F12
f _{nco2}	Faktor für die Klimawirksamkeit von non-CO ₂	-	VDR Standard F13
CO _{2sp}	Spezifische CO ₂ – Emissionen je Passagier	kg	-
f _a	Anteil der Flugdistanz in Flughöhen über 9.000 m in Relation zur gesamten Flugstrecke; notwendig für die Klimawirksamkeit der Nicht-CO ₂ - Emissionen	%	VDR Standard F13
CO _{2e}	nonCO ₂	Kg	VDR Standard F13

Tabelle 5: Variablen der Berechnungsformeln VDR Standard Flug

Folgende Formeln werden zur Berechnung der Emissionen (CO₂ und non-CO₂) benötigt:

Distanzbestimmung des geflogenen City Pairs

$$D = D_G + D_U$$

Berechnung des spezifischen CO₂ je Passagier

$$F_D = \frac{F_L - F_S * D - D_S}{D_L - D_S} + F_S$$

F_D wird in folgende Formel eingesetzt:

$$CO_2 = \frac{F_D}{S * f_l} * f_w * f_c * f_f * f$$

Berechnung der Klimawirkung von non-CO₂:

$$CO_2e = CO_2 * 1 - f_a + CO_2 * f_a * f_{NCO_2}$$

Die Formel ermöglicht die Berechnung der spezifischen CO₂ Emissionen (kg CO₂ pro Passagier auf einem Flug), die eine vergleichbare Klimawirkung haben, wie alle Schadstoffe und Effekte des Fluges zusammen (CO₂, Wasserdampf und Kondensstreifen, Zirruswolken, Stickoxide etc.)

2.5 Die Einflussfaktoren Flug im Einzelnen

In diesem Unterkapitel diskutieren wir die einzelnen Faktoren, sowie ihre Erfassung im VDR-Standard.

2.5.1 F1 - Distanz & Route

Die zurückgelegte Distanz hat entscheidende Auswirkungen auf den Treibstoffverbrauch und somit auf die Höhe der CO₂ - Emissionen. Daher muss diese so genau wie möglich bestimmt werden.

Generell sind die Airlines darauf bedacht, zwischen zwei Städten die kürzest mögliche Verbindung zu fliegen. Die vorgeschriebene Flugroute jedoch folgt in den seltensten Fällen der geraden Linie bzw. durch unvorhergesehene Einflüsse kann sich die geflogene Distanz verlängern.

Daher wird die Distanz eines City Pairs mittels der Großkreisdistanz bestimmt, auf die ein Umwegfaktor hinzugerechnet wird. Berechnet wird die Distanz mittels der Formel für

Großkreisdistanzen (Orthodrome). Dafür existieren im Internet einige Rechner⁶, die für den Benutzer die Bestimmung vornehmen können.

VDR - Standard F1

Das CO₂– Geschäftsreisereporting bestimmt die genaue Distanz zwischen den City Pairs eines Fluges.

Methode: Die Namen des Start- und Zielflughafen werden auf Ebene der IATA – 3 Letter Codes (z.B. TXL steht für Berlin Tegel) oder als Klartext genau ermittelt. Diese sind den Buchungsinformationen entnehmbar. Auf deren Basis wird die Distanz zwischen den Flughäfen mittels Berechnung mit der Formel für Orthodrome (Großkreisdistanz) bestimmt. Hierfür existieren Online Rechner, die auf Basis der 3-Letter Codes oder der Klarnamen die Flugdistanz zwischen City Pairs berechnen.

2.5.2 F2 - Flugprofil und Flughöhe

Ein Flug unterteilt sich in folgende Phasen: Take Off, Steigflugphase, Reiseflug, Sinkflugphase, Landung. (Rollen vom Terminal zur Startbahn (Taxiing) und von der Landung zum Terminal werden in VDR-Standard F8 erfasst).

Vor allem Start und Steigflug verbrauchen sehr viel Kerosin. Das fällt bei Kurzstreckenflügen mehr ins Gewicht als bei Mittel- und Langstreckenflügen. Somit ist der relative Treibstoffverbrauch je Passagier bei Kurzstrecke höher als bei Mittelstrecke. Diese Problematik muss in die Emissionsbestimmung einfließen.

VDR - Standard F2

Das CO₂– Geschäftsreisereporting berücksichtigt den unterschiedlichen Verbrauch in Steigflug-, Reiseflug- und Sinkflugphase (spezifischer Verbrauch nach Flugprofil).

Methode: Der spezifische Treibstoffverbrauch berechnet sich aus einem Flugprofil, welches mit einer Klassenbreite von höchstens 1000 km Distanz aus vorhandenen Standardprofilen interpoliert wird. Die Standardprofile lassen sich dem EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (Version 2007) entnehmen.

⁶ z. B. www.luftlinie.org

2.5.3 F3 - Umwege

Die reale Flugroute folgt selten dem Großkreis, also der kürzest möglichen Verbindung zwischen zwei Flughäfen. Das Folgen der Anflugschneisen der Flughäfen, Warteschleifen etc. bedingt letztlich eine Erhöhung der Distanz. Diesem Umstand wird mittels eines pauschalen Umwegs berücksichtigt, der auf die Großkreisdistanz hinzugerechnet wird. Dieser Umwegfaktor ist entfernungsabhängig, d.h. je größer die Großkreisdistanz zwischen den City Pairs ist, umso größer ist auch der Umweg.

2.5.4 F4 - Flugzeugtyp

Der Treibstoffverbrauch ist stark vom Flugzeugtyp abhängig. Generell unterscheidet man in der zivilen Luftfahrt zwischen Propellerflugzeugen (bis ca. 80 Passagiere), die zumeist für Kurzstreckenflüge eingesetzt werden, und Flugzeugen mit Strahltriebwerken (Jets), mit denen sowohl kurze als auch lange Flugstrecken beflogen werden.

Jedes Flugzeug ist im Hinblick auf eine bestimmte Reichweite und Passagierkapazität seitens des Herstellers spezifiziert und optimiert. Ein Einsatz außerhalb dieser Spezifikationen bedeutet i.d.R. einen steigenden Kerosinverbrauch je Passagier. Somit können – je nach Airline und die durch sie betriebenen Flugzeuge – auf ein und demselben City Pair die CO₂ – Emissionen je Passagier abweichen. Daher muss in die Emissionsbestimmung der Flugzeugtyp einfließen.

Viele Flugzeugtypen basieren auf technischen Modifikationen eines Flugzeugbasistyps. Grund hierfür ist der hohe finanzielle Aufwand der Entwicklung, welcher in die Milliarden gehen kann. Somit existieren im Portfolio der Flugzeughersteller verschiedene Flugzeugfamilien, die mehrere Flugzeugtypen enthalten, die auf unterschiedliche Passagierzahlen bzw. Entfernungen optimiert sind, jedoch zum größten Teil aus denselben Komponenten bestehen und daher vom Treibstoffverbrauch ähnlich sind. Beispiele hierfür wären:

Familie	Zugehörige Flugzeugtypen
Airbus A320	A318, A319, A320, A321
Boeing B737 NG	B737-600, B737-700, B737-800, B737-900

Tabelle 6: Beispiele für Flugzeugfamilien

Der Flugzeugtyp muss in die CO₂ – Emissionsbestimmung einfließen, da die Unterschiede im spezifischen CO₂, berechnet mit einem durchschnittlichen CO₂ – Emissionsfaktor wie z.B. bei der DEFRA Methode und dem spezifischen CO₂ eines konkreten Flugzeugtyps im

Extremfall 25 % betragen. Die datentechnische Erhebung des konkreten Modells (z.B. B737-800 Winglet) gestaltet sich in der Realität in einigen Fällen schwierig. Manchmal ist nur die Ermittlung der Flugzeugfamilie (B737 anstatt der tatsächlich eingesetzten B737-800 Winglet) möglich. Daher verlangt der VDR – Standard lediglich die Erfassung der Flugzeugfamilie. Die im Datenteil II und im Datenpaket enthaltenen Flugzeugtypen und Flugprofile erlauben und ermöglichen dem Benutzer die Berücksichtigung des genauen Flugzeugtyps.

VDR - Standard F4

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting verlangt mindestens die Verwendung der Flugzeugfamilie.

Methode: Folgende Flugzeugfamilien und somit deren absolute Verbräuche werden mindestens abgebildet:

- Airbus (A300, A310, A320, A330, A340)
- Boeing (B717, B727, B737, B747, B757, B767, B777)
- Embraer (ERJ Series, E-Jets)
- Canadair (CRJ Series)
- Bombardier (Q Series)
- British Aerospace / Avro (BAe 146/RJ Series)

Eine genauere Aufschlüsselung ist im Rahmen des VDR Standard jederzeit möglich. Sollte sich der Flugzeugtyp nicht ermitteln lassen, kann ein Defaultflugzeug verwendet werden:

- Default Aircraft

Je nach Reisebüro lässt sich das eingesetzte Flugzeug bereits aus den Buchungsinformationen entnehmen (z.B. Airbus A321 Industries). Falls nicht: auf dem Flugticket steht die Flugnummer. Es existieren online abrufbare Datenbanken, mit der sich der Nutzer anhand der Flugnummer das Flugzeug ausgeben lassen kann. Ist das für den betrachteten Flug eingesetzte Flugzeug bestimmt, können die entsprechenden Flugprofile aus dem EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (Version 2007) herausgesucht werden.

2.5.5 F5 – Flugzeugalter

Das Alter hat Einfluss auf den Treibstoffverbrauch eines Flugzeugs. Hierbei sind zwei Aspekte zu berücksichtigen: Einerseits das Alter eines Flugzeugs sowie andererseits das Baujahr innerhalb einer Modellvariante (z.B. gibt es selbst innerhalb der Baureihe der B747-400 solche, die durch das frühere Baujahr noch anders konstruiert wurden). Während der Lebensdauer einer Maschine können Abnutzungserscheinungen sowie Materialermüdung z.B. die Aerodynamik verschlechtern und mehr Treibstoffverbrauch verursachen. Dies lässt sich mittels guter Wartung vermindern oder vermeiden.

Das Baujahr hat ebenfalls Einfluss auf den Treibstoffverbrauch. Gerade bei langlebigen Modellen können bei neueren Maschinen neuere Treibstoff sparende Technologien zum Einsatz kommen, die bei den älteren noch nicht zur Verfügung standen.

Die Berücksichtigung des Flugzeugalters wird innerhalb des Standards nicht zwingend vorgeschrieben. Der Einfluss der Lebensdauer sowie der Wartung lässt sich nicht quantifizieren, bei baujahrbedingten Unterschieden ist davon auszugehen, dass die älteren

Maschinen mit den neueren Technologien nachgerüstet werden, wodurch sich die Unterschiede tendenziell ausgleichen.

2.5.6 F6 - Winglets

Eine der beschriebenen baujahrbedingten Neuerungen aus VDR-Standard F5 sind die Winglets. Viele ältere Maschinen wurden, soweit möglich, mit diesen nachgerüstet. Winglets bzw. Wingtips an den Flügelspitzen verbessern die aerodynamischen Eigenschaften des Flugzeugs und senken somit den Treibstoffverbrauch. Es sind Reduktionen um bis zu 3 % möglich.

Nicht alle Flugzeugtypen lassen sich mit Winglets nachrüsten: die Airbusmodelle verfügen standardmäßig über Wingtips bzw. Winglets, bei den Boeing Modellen lassen sich nur einige Typen der Familien B737, B757, B767 nachrüsten. Da durch VDR – Standard F4 vorgeschriebene Unterteilung der Flugzeuge zu grob ist, um z.B. eine B737-800 von einer B737-800 Winglet unterscheiden zu können, kommen Wingletquoten zum Einsatz. Eine Wingletquote von 100 % reduziert den spezifischen Verbrauch um 3%⁷, eine Quote von 0 % entsprechend gar nicht. Alle anderen Reduktionen bei Wingletquoten zwischen 100 und 0 % werden entsprechend linear interpoliert.

VDR - Standard F6

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt Flugzeugmodelle mit und ohne Winglets.

Methode: Die Unterscheidung nach Flugzeug mit und ohne Winglets betrifft gegenwärtig nur die Flugzeugfamilien Boeing 737, 757 und 767. Die Airbus Modelle sind alle serienmäßig mit Winglets bzw. Wingtips ausgerüstet, d.h. eine optionale Nachrüstung ist nicht möglich.

Sollte der zu bilanzierende Flug mit einem Flugzeug aus o.g. Flugzeugfamilien durchgeführt worden sein, multipliziert der Anwender den spezifischen Treibstoffverbrauch mit der jeweiligen Wingletquote. Dies entspricht der im VDR-Standard geforderten Mindestgenauigkeit.

⁷ Vgl. Boeing

2.5.7 F7 - Triebwerke

Jedes Flugzeugmodell kann mit mehreren Triebwerkstypen von unterschiedlichen Herstellern bestückt werden. Abhängig vom Modell können der Treibstoffverbrauch (und somit CO₂) sowie der Ausstoß von Stickoxiden NO_x variieren. Airlines achten stark auf Treibstoffkosten, daher ist davon auszugehen, dass die verschiedenen Triebwerksmodelle für einen Flugzeugtyp im Verbrauch nahezu gleich sind, andernfalls dieses Triebwerk nicht mehr geordert wird.

Da sich die Unterschiede zwischen den Triebwerken nur über den NO_x-Ausstoß auf das Klima auswirken, diese Unterschiede aber klein sind (i.d.R. ca. ± 2%), ist die Betrachtung der Triebwerke im Rahmen des VDR - Standards nicht vorgeschrieben.

2.5.8 F8 – Rollen am Boden

Flugzeuge müssen vor dem Start noch vom Terminal zur Startbahn rollen und verbrauchen dabei Treibstoff, der in den Flugprofilen nicht erfasst ist. Das Gleiche gilt für das Rollen zum Terminal nach der Landung. Die Rolldistanz variiert von Flughafen zu Flughafen, daher variiert auch der Verbrauch fürs Rollen. Trotz der relativ geringen Bedeutung dieses Effektes kann dieser zwar nicht vernachlässigt, aber mittels eines konstanten Faktors berücksichtigt werden.

2.5.9 F9 – Bestuhlung

Die Auswahl des Flugzeugtyps gibt die Anzahl der Sitze an Bord bereits vor. Jedoch bestehen Unterschiede von Airline zu Airline hinsichtlich der Anzahl – je nach Kundenprofil. Da der Standard keine Unterscheidung auf Ebene der Airlines macht, kann für jedes Flugzeugmodell (in Abhängigkeit der Genauigkeit hinsichtlich VDR – Standard F4) eine durchschnittliche Bestuhlung zu Grunde gelegt werden.

Die Flugzeughersteller geben typische 1, 2 oder 3 Klassenbestuhlungen vor. Im Rahmen des VDR – Standard ist immer der Mehrklassenbestuhlung der Vorzug zu geben. Andernfalls können Inkonsistenzen auftreten: das Zugrunde legen einer standardmäßigen Full – Economy Bestuhlung für die Anzahl der Sitze bei gleicher Bilanzierung eines First Class Geschäftsreiseflugs ist nicht möglich. Daher muss immer die höchstmögliche typische Mehrklassenbestuhlung für den Faktor F9 gewählt werden. I.d.R sind Narrowbody Jets 2 Klassen bestuhlt (Business und Economy), Widebody Jets 3 Klassen bestuhlt (First, Business, Economy).

VDR - Standard F9

Das CO₂– Geschäftsreisereporting berücksichtigt die Anzahl der Sitze an Bord.

Methode: Auf Basis von Standard F4 wird für jedes Flugzeugmodell (z.B. A319) die typische Anzahl der Sitze an Bord hinterlegt. Die Flugzeughersteller geben eine Standardbestuhlung in den technischen Datenblättern vor, die sich online einsehen lassen. Es ist immer die höchstmögliche Mehrklassenbestuhlung anzusetzen (also 3 Klassen vor 2 Klassen vor Full Economy).

2.5.10 F10 - Sitzklassen

Flugzeuge können, je nach bedientem Kundensegment, unterschiedlich bestuhlt werden. Nicht nur die Anzahl der Sitze sowie die Abstände der Sitzreihen variieren, sondern auch das Verhältnis von First Class, Business und Economy Sitzen. Weiterhin nehmen Business – Sitze mehr Raum ein als Economy – Sitze, wodurch ersteren mehr des absoluten Treibstoffverbrauchs zugeordnet werden muss als letzteren.

VDR - Standard F10

Das CO₂– Geschäftsreisereporting berücksichtigt die gewählte Sitzklasse.

Methode: Es wird zwischen den verschiedenen Sitzklassen unterschieden. Ein Passagier der Business Class bekommt mehr spezifische CO₂– Emissionen zugewiesen als einer der Economy – Klasse. Dazu gibt es Faktoren, die das Verhältnis des spezifischen Treibstoffverbrauchs von Economy zu Business zu First Class Sitzen beschreiben. Die Faktoren sind in der Dokumentation des atmosfair Flugemissionsrechners enthalten.

2.5.11 F11 - Beiladefracht

Viele Airlines transportieren neben den Passagieren im Frachtraum des Lower Decks zusätzliche Fracht. Diese ist, wie die Passagiere, letztlich zusätzlich in Anspruch genommene Nutzlast. Die genaue Menge ist auch abhängig von der Anzahl der Passagiere an Bord. In jedem Fall darf der Treibstoffverbrauch, der durch die Fracht anfällt, nicht den Passagieren zugerechnet werden.

VDR - Standard F11

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt beim Flug die Beiladefracht.

Methode: Die Beiladefracht wird Flug-spezifisch aus der von der Airline angegebenen Frachtkapazität und dem genauestmöglichen sog. "Cargo Load Factor" bestimmt. Für die Pro-Passagier-Emissionsberechnung wird der Anteil der Gesamtemissionen, der auf den Transport der Beiladefracht entfällt, herausgerechnet und dementsprechend nicht auf die Passagiere umgelegt.

2.5.12 F12 - Auslastung

Die Bestuhlung in Verbindung mit der Auslastung ergibt die tatsächlich transportierte Passagiernutzlast, die wesentlich ist für den Treibstoffverbrauch und die Emissionen des Fluges.

VDR - Standard F12

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt die Passagierauslastung des Fluges.

Methode: Im VDR Standard wird die Passagierauslastung mit der Auflösung vergleichbar der ICAO Methode vorgeschrieben. Diese legt eine Auslastung je Flugzeugrumpftyp (Narrowbody & Widebody) und nach Regionen zu Grunde. Der VDR Standard folgt dieser Methode, bezieht aber neben den ICAO Datenquellen weitere Datenquellen (z.B. der IATA oder AirlineData) mit ein. Der Anwender bestimmt, in welchen Regionen der Start- und der Zielflughafen liegt sowie welchen Rumpftyp der eingesetzte Flugzeugtyp hat. Anhand dieser Information kann sich der Nutzer den zutreffenden Passagierauslastungswert heraussuchen.

Es kann folgende Vereinfachung angewendet werden: 2 % pauschaler Abschlag für Narrowbody Flugzeuge, 5 % pauschaler Abschlag für Widebody Flugzeuge.

2.5.13 F13 - Andere Schadstoffe

Flugzeugtriebwerke stoßen, in Abhängigkeit der Schubeinstellung, neben dem CO₂ weitere klimawirksame Gase und Partikel. Diese sind H₂O, NO_x, Ruß, SO_x, CO, VOC (Volatile Organic Compounds) sowie Partikel. Diese entfalten ihre Klimawirkung erst in der oberen

Troposphäre bzw. unteren Stratosphäre. Obwohl die Höhe dieser Atmosphärenschicht je nach geographischer Breite schwankt, wird im Folgenden vereinfachend ein pauschaler Schwellenwert von 9000 m Höhe angenommen, ab dem diese Schadstoffe signifikante Klimaeffekte ausüben.

Die Forschung bemüht sich international seit Mitte der 80er Jahre um die qualitative und quantitative Erfassung dieser Effekte. Auf internationaler Ebene gab es 1999 den Sonderbericht des IPCC, der erstmalig den gesammelten Wissenstand zusammenfasste⁸. Seitdem finden die Ergebnisse der Forschung im Bereich Flugverkehr und Klima regelmäßig Eingang in die Sachstandsberichte des IPCC und damit in die höchste Ebene der Klimawissenschaften für Entscheidungsträger.

Der aktuelle Forschungsstand lässt sich dahingehend charakterisieren, dass für die wichtigsten Non-CO₂-Effekte inzwischen die Wirkmechanismen im Wesentlichen verstanden und in unterschiedlicher Güte quantifiziert sind. Dies gilt insbesondere für linienförmige Kondensstreifen, Ozonbildung, Methanabbau und Rußabschirmung. Die letzte große Lücke zu den fluginduzierten Zirruswolken wurde Anfang 2011 mit einem neuen Wirkungsmodell zur Wolkenbildung vorläufig geschlossen⁹. Offen ist hingegen die Frage, wie man mit den verbleibenden quantitativen Unsicherheiten und der Umrechnung der Non-CO₂ Emissionen in CO₂-Äquivalente oder Klimawirkung verfahren soll (Frage nach der sogenannten Metrik).

Hier gibt es derzeit drei unterschiedliche Ansätze:

1. Non-CO₂ wird nicht berücksichtigt, mit Verweis auf verbleibende Restunsicherheiten.
2. Non-CO₂ wird mittels absoluter Global Warming Potentiale (AGWPs) und einem resultierenden Emissions Weighting Factor (EWF) auf CO₂ umgerechnet, analog zur allgemeinen IPCC-Standardmethode (GWPs) für die massenbezogene Konvertierung von Non-CO₂ in CO₂-Äquivalente (CO₂eq.) mit dem im Kyoto-Protokoll international festgelegten Zeithorizont von 100 Jahren. Diese Verfahren haben den Vorteil, dass der Umrechnungsfaktor konstant ist (solange sich die Forschungsergebnisse nicht ändern). Da aber andererseits gerade die stärkeren Auswirkungen von kurzlebigen Gasen und Effekten herrühren (insbesondere Wolkenbildung), ist dieser Ansatz beim Flugverkehr nur mit erheblichen Einschränkungen sinnvoll, da dabei extrem kurzlebige Effekte auf einen Zeithorizont von 100 Jahren hochgerechnet werden, wohingegen das ursprüngliche GWP-Konzept nur für langlebige Gase gedacht war.
3. Non-CO₂ wird über seinen heutigen Strahlungsantrieb (Radiative forcing, RF)¹⁰ als Metrik direkt mit dem RF des reinen CO₂ verglichen, und damit seine Klimawirkung. Dieses Verfahren wird vom deutschen Umweltbundesamt empfohlen und hat den Vorteil, über den Umrechnungsfaktor etwas über die derzeitige Klimawirkung des Flugverkehrs auszusagen. Es hat den Nachteil, dass der implizite Zeithorizont dabei kürzer ist als 100 Jahre, und dass sich der Umrechnungsfaktor ändert (über die Jahre kleiner wird), da bei konstantem Flugverkehr und damit CO₂-Emissionen diese in der Atmosphäre akkumulieren und damit ihr RF wächst, während das RF von Non-CO₂-Emissionen (Wolken, Ozon etc.) bei konstantem Flugverkehr auch konstant bleibt.

Der Umrechnungsfaktor von CO₂ zu non-CO₂ im Ansatz 2 beträgt im Mittel 1,9 mit einer oberen Grenze von 2,8 und einer unteren Grenze von 1,2¹¹. Der Umrechnungsfaktor im Ansatz 3 beträgt im Mittel 2,8, mit einer unteren Grenze von 1,4 und einer oberen Grenze von 5¹². Daher fällt beim Umrechnungsfaktor die untere Grenze des Ansatzes 3 mit der

⁸ IPCC 1999, special report on aviation and the global atmosphere

⁹ Ulrike Burkhardt and Bernd Kärcher, Global radiative forcing from contrail cirrus, nature climate change, März 2011

¹⁰ Radiative Forcing, Strahlungsantrieb

¹¹ Peeters and Williams, 2009

¹² Berechnet nach Lee et al, 2009

besten Schätzung von Ansatz 2 zusammen, und die obere Grenze von Ansatz 2 mit dem mittleren Wert von Ansatz 3. Es ist also festzustellen, dass sich im mittleren Bereich ohne die Extremwerte die Ansätze 2 und 3 überlappen. Wenn man die Frage nach der Metrik und ihrer Dimension auslässt und die Multiplikatoren zwischen CO₂ und Non-CO₂ rein quantitativ als Multiplikator vergleicht, liegen diese zwischen 1,2 und 5 mit einem mittleren Wert von 3.

Es ist dem VDR derzeit nicht möglich, die Frage nach der idealen Metrik und ihrer Quantifizierung zu beantworten, da diese Frage auch wissenschaftlich noch nicht abschließend gelöst ist. Andererseits ist deutlich, dass die Reduktion auf das reine CO₂ (Ansatz 1) aus Umweltsicht zu kurz greift. Nach über 20 Jahren internationaler Forschung und Veröffentlichung der Ergebnisse auf IPCC-Ebene gehen mittlerweile nationale Behörden wie das deutsche Umweltbundesamt und Regierungsorganisationen wie der Ministerrat der EU¹³ davon aus, dass die Klimawirkung des Flugverkehrs wesentlich von anderen Schadstoffen als dem CO₂-erfolgt. Deswegen sieht der VDR-Standard eine Kombination aller drei Ansätze vor, die komplementär ein umfassenderes Bild ergeben.

Dies bedeutet, dass im VDR-Standard zunächst die reinen CO₂-Emissionen getrennt ausgewiesen werden, und zudem die Non-CO₂-Emissionen mit einem Multiplikator von 2 auf das reine CO₂ hinzugerechnet werden, um so die gesamte Klimawirkung zu erhalten. Damit liegt die Gesamtklimawirkung genau in der Mitte der derzeit diskutierten Wirkungsspanne von Non-CO₂ unter Einbeziehung der verschiedenen Metriken und vorhandenen quantitativen Abschätzungen.

Der VDR wird die wissenschaftlichen Entwicklungen auf diesem wichtigen Gebiet weiterverfolgen und seinen Standard anpassen, wenn die wissenschaftlichen Fortschritte dies auf dieser robusten Anwenderebene erlauben.

¹³ Richtlinie 2008/101/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Einbeziehung des Luftverkehrs in den Emissionshandel, Erwägungsgrund 19.

VDR - Standard E13

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting weist zum einen die reinen CO₂ –Emissionen des Luftverkehrs aus. Dazu wird zusätzlich und getrennt davon auch die Klimawirksamkeit der weiteren Schadstoffe (Nicht-CO₂) ausgewiesen.

Methode: Je Flugzeugmodell wird, basierend auf seinem Flugprofil, bei der geflogenen Strecke die Anzahl der Kilometer mit einer Flughöhe von 9.000 m und mehr bestimmt. Die Klimawirkung von Non-CO₂ wird mittels eines Umrechnungsfaktors von 2 aus dem CO₂ über 9000 m Höhe berechnet.

Im Ergebnis weist das Unternehmen im Bereich Flugverkehr in der CO₂-Bilanz zwei Zahlen aus:

- Die reinen CO₂-Emissionen.
- Die Summe von reinen CO₂ - Emissionen und der Klimawirkung von Non-CO₂ Emissionen als Gesamtklimawirkung.

Das Unternehmen entscheidet darüber, ob und welche der beiden Werte es in der CO₂-Gesamtbilanz des Unternehmens ausweist (empfohlen: beide Werte). Wenn es in der Gesamtbilanz nur den Wert der reinen CO₂-Emissionen verwendet, weist es dabei darauf hin, dass bei Flugreisen neben dem CO₂ noch weitere klimawirksame Schadstoffe entstehen, deren Klimawirkung nach der Auffassung von Wissenschaftlern ungefähr in der gleichen Größenordnung liegen kann, wie diejenige des reinen CO₂.

2.6 Methode für VDR-Standard Flug im Überblick

Folgende Tabelle stellt die Methoden der einzelnen VDR – Standards Flug im Überblick dar:

Faktor	Methode	Öffentlich verfügbare Datenquelle
F1: Distanz & Route	Berechnung mit der Formel für Orthodrome (Großkreisdistanz) zwischen den Flughäfen, die Berechnung erfolgt durch Eingabe der 3 Letter Codes oder Klarnamen in spezielle Rechner	- IATA Codes 3 Letter Codes - Entfernungsrechner
F2: Flugprofil & Reise Flughöhe	Für jedes Flugzeug sind Standardflüge hinterlegt, aus denen sich jeweils ein Standardverbrauchswert ableitet. Für die reale Distanz des Fluges wird zwischen den jeweiligen Flugprofilen linear interpoliert, um den realen Verbrauch des Fluges zu bestimmen. Der Abstand der Standardprofile beträgt maximal 1000 km.	EU-Corinair-System (EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook 2007)
F3: Umwege	Pauschaler entfernungsabhängiger Umweg, der auf die berechnete Distanz aufgeschlagen wird	Dokumentation des ICAO Flight Emission Calculator
F4: Flugzeugtyp	Berücksichtigung des Verbrauchs von mindestens: - Airbus (A300, A310, A320, A330, A340) - Boeing (B707, B717, B727, B737, B747, B757, B767, B777) - Embraer ERJ/E-Jet - Bombardier Q-Series - BAe/Avro 146/RJ	EU-Corinair (EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook 2007), bzw. Dokumentation des ICAO Flight Emission Calculator
F6: Winglets	Aufschlag einer Wingletquote bei Flugzeugfamilien B737, B757, B767, Reduktion des spezifischen Verbrauchs um 3 % bei 100 % Wingletquote, 0 % bei 0 % Wingletquote, alle anderen werden linear interpoliert	JP Airline Fleets International
F8: Rollen am Boden	Wert aus Corinair bzw. je Passagier wird ein pauschaler Wert von 2,5 kg Kerosin auf den spezifischen Verbrauch je Passagier zu gerechnet	- EU-Corinair-System (EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook)
F9: Bestuhlung	Je Flugzeugmodell wird eine typische Sitzplatzanzahl angenommen	Data Sheets der Flugzeughersteller
F10: Sitzklassen	Für alle Flugzeuge wird ein Standardfaktor zur Anwendung gebracht	Dokumentation Atmosfair Flugemissionsrechner
F11: Beiladefracht	Pauschale Berücksichtigung mittels eines Abschlags auf den spezifischen Verbrauch je Passagier unterschieden nach - Narrowbody – Jets - Widebody – Jets	VDR Standard
F12: Auslastungsfaktoren	Auslastungsfaktoren für alle Flüge innerhalb verschiedener Regionen weltweit	Dokumentation des ICAO Flight Emission Calculator
F13: Non CO ₂	Die Flugkilometer über 9.000 m werden anhand der realen Distanz des Fluges berechnet. Dafür gilt: Klimawirkung Non-CO ₂ = CO ₂ * 2 auf Distanz über 9.000 m	VDR Standard

Tabelle 7: Methoden des VDR-Standards Flug

2.7 Genauigkeit der Faktoren des VDR – Standards Flug

Die einzelnen Methoden des Standards erreichen folgende Genauigkeit:

Faktor	Relatives Optimierungspotential CO ₂	Genauigkeit des Faktors (Datenquellen)	Fehlerprozentpunkte des CO ₂ -Ergebnisses
F2: Flugprofil & Reiseflughöhe	20 %	± 5 %	1 %
F3: Umwege	1 %	± 10 %	0,1 %
F4: Flugzeugtyp	25 %	± 5 %	1,25 %
F6: Winglets	3 %	± 5 %	0,15 %
F8: Rollen am Boden	1 %	± 5 %	0,05 %
F9: Bestuhlung insgesamt	10 %	± 15 %	1,5 %
F10: Sitzklassenverteilung	10 %	± 10 %	1 %
F11: Beiladefracht	5 %	± 20 %	1 %
F12: Auslastungsfaktoren	25 %	± 15 %	3,75 %
Summe	100%		9,8 %

Tabelle 8: Optimierungspotential und Genauigkeit der Faktoren des VDR-Standards Flug

Tabelle 8 zeigt die Genauigkeit der einzelnen Faktoren auf, mit denen die Daten bekannt sind, die das CO₂ eines Fluges bestimmen, sowie ihr Optimierungspotential. Das letztere bedeutet folgendes: Angenommen, man nimmt einen Faktor wie z.B. Flugzeugtyp oder Bestuhlung und variiert diesen um eine Standardabweichung innerhalb aller bekannten Flugzeuge bzw. ihrer Bestuhlung, dann gibt das Optimierungspotential an, wie viel CO₂ bei der Verbesserung des Faktors eingespart werden kann. Wenn dies für jeden Faktor wiederholt wird und die absoluten CO₂-Einsparungen in der Summe auf 100% normiert werden, dann gibt das relative Optimierungspotential das Gewicht eines jeden Faktors bei der Optimierung in Prozent an. In anderen Worten: Das relative Optimierungspotential zeigt auf, welche Faktoren bei der CO₂-Optimierung am meisten erreichen können.

Der Faktor F1 „Distanz & Route“ ist in der Betrachtung der Gewichtung nicht enthalten. Der Grund hierfür ist: der absolute Treibstoffverbrauch des Flugzeugs wird über die Distanz berechnet und aus diesem die CO₂ – Emissionen. Dadurch hat beim Flug der Faktor Distanz naturgemäß das höchste Gewicht und durch die Faktoren Umwege so gut wie keinen Fehler (weniger als 1 %). Dies kann daher hier vernachlässigt werden.

Der Faktor F13: „andere Schadstoffe“ beeinflusst nicht das CO₂ eines Fluges und wird daher hier ebenfalls nicht aufgeführt.

3 Methode CO₂ – Bilanzierung Bahn

Im Vergleich zur Flugreise verursachen Bahnfahrten im Allgemeinen wesentlich weniger CO₂-Emissionen. Dieses Kapitel beschreibt, wie der VDR-Standard den Bereich „Bahn“ erfasst. Am Ende des Kapitels sind die Ergebnisse noch einmal detaillierter in tabellarischer Form zusammengefasst.

3.1 Zusammenfassung

Die CO₂-Emissionen einer einzelnen Bahnfahrt hängen von verschiedenen Einflussgrößen ab:

- Distanz (B1)
- Topographie (B8)
- Zugtyp (B3)
- Sitzklasse (B4)
- Energieträger und Emissionsfaktoren (B4 und B5)
- Auslastung (B6)
- Alter und Effizienz der Zugflotte (B7)

Grundlage für die CO₂-Berechnung im VDR-Standard Bahn sind die landes- und zugtypspezifischen CO₂-Emissionsfaktoren, die von Bahngesellschaften oder auch Umweltministerien der Länder ausgegeben werden und welche die CO₂-Emissionen pro Personenkilometer auf einer bestimmten Bahnfahrt innerhalb gewisser Genauigkeitsgrenzen abbilden. Diese CO₂-Emissionsfaktoren berücksichtigen somit den zugtypspezifischen Energieverbrauch und den jeweils eingesetzten Energieträger sowie landesspezifische Daten über Zugauslastung und Strommix.

Bei grenzüberschreitendem Verkehr müssen ggf. mehrere länderspezifische CO₂-Emissionsfaktoren berücksichtigt werden. Für diese Fälle gibt der VDR-Standard folgendes Verfahren vor:

1. Die Strecken werden genau aufgeteilt, d.h. die Anzahl der Schienenkilometer je Land werden genau bestimmt und der landesspezifische CO₂-Emissionsfaktor entsprechend des Anteils an der Gesamtdistanz zur Anwendung gebracht.
2. Falls dies nicht möglich ist, werden zur Vereinfachung die Gesamtdistanz zwischen Start- und Zielort zu gleichen Teilen auf die jeweiligen Länder aufgeteilt (zur Hälfte bei zwei Ländern, jeweils ein Drittel bei drei Ländern usw.).

3.2 Vorkette

Im Rahmen der vorliegenden Genauigkeit bzgl. des bahnspezifischen Energieverbrauchs bilanziert der VDR-Standard die Reiseaktivität „Bahn“ derzeit noch gemäß dem Tank-to-Wheel-Ansatz (vgl. Kapitel 1.3.3).

3.3 VDR – CO2 Reporting Standard Bahn im Überblick

Faktor	Bestandteil des VDR-Standards		Genauigkeit der Erfassung im VDR-Standard		
	Bestandteil VDR-Standard	Mögliche Verfeinerung, aber im VDR-Standard nicht notwendig	Detailliert	Abschätzung über mehrere, fallweise verschiedene Konstanten	Abschätzung über Pauschalen
B1: Distanz	x		x	-	-
B2: Zugtyp	x		-	-	x
B3: Sitzklasse	x		-	-	x
B4: Energieträger	x		-	x	-
B5: Strommix der Länder	x		-	x	-
B6: Auslastung	x		-	x	-
B7: Alter und Effizienz der Züge		x	-	-	-
B8: Topographie		x	-	-	-

Tabelle 9: Erfasste Faktoren im VDR-Standard Bahn

3.4 Variablen und Berechnungsformel

Die CO₂ – Emissionen einer Bahnfahrt für einen oder mehrere Passagier(e) lässt sich mit folgender Formel bestimmen:

Berechnung des spezifischen CO₂ je Passagier:

$$CO2e = D * f_u * f_c * f$$

Variable	Beschreibung	Einheiten	Beschrieben in
CO _{2e}	Formelzeichen für das spezifische CO ₂ für eine Bahnfahrt	kg	-
D	Entfernung zwischen den Bahnhöfen per Großkreisdistanz	km	VDR Standard B1
f _U	Umwegfaktor	%	VDR Standard B1
f _c	Faktor für die Sitzklasse (VDR – Standard B3)	%	VDR Standard B3
f	CO ₂ – Emissionsfaktor in CO ₂ je Passagierkilometer (abhängig vom Zugtyp und Land (z.B. TGV oder ICE))	kg CO ₂ / Pkm	VDR Standard B2 & VDR Standard B4

Tabelle 10: Variablen der Berechnungsformel VDR Standard Bahn

3.5 Die Einflussfaktoren Bahn im Einzelnen

3.5.1 B1- Distanz

Für die Emissionsberechnung muss die Distanz zwischen Abfahrts- und Ankunftsbahnhof bestimmt werden. Dies ist per Großkreisdistanz plus Korrekturfaktoren möglich und Bestandteil der Distanzberechnungsmethode des HAFAS¹⁴ Rechners beim Mobil-Check der Deutschen Bahn.

3.5.2 B2 - Zugtyp

Der Zugtyp sowie die gefahrene Geschwindigkeit bestimmen das Maß an verbrauchter Energie und somit die Höhe der CO₂ – Emissionen. Diese hängen vor allem stark vom Zugtyp ab. Daher muss der Zugtyp in die Berechnung mit einfließen.

¹⁴ HaCon Fahrplan-Auskunfts-System (HAFAS)

VDR - Standard B2

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting unterscheidet nach Zugtypen.

Methode: Es müssen mindestens die folgenden Zugtypen unterschieden werden:

- Regionalzug
- InterCity
- Hochgeschwindigkeitszug (ICE, Thalys, TGV)

Diese Information lässt sich dem Zugticket bzw. den Buchungsinformationen entnehmen. Zusätzlich gibt die jeweilige Bahngesellschaft Auskunft, in welche Kategorie diese Zugfahrt fällt.

3.5.3 B3 - Sitzklasse

Auch in Zügen existieren i.d.R. verschiedene Sitzklassen. Je nach Land unterscheiden sich diese nach Komfort, Platz sowie Ausstattung und zusätzlichem Service. Im Rahmen des Standards bedeutet Sitzklasse mehr bzw. weniger Platz je Passagier und somit mehr oder weniger CO₂-Emissionen je Passagier.

VDR - Standard B3

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting unterscheidet Sitzklassen innerhalb des Zugs.

Methode: Es wird zwischen Zugklassen (1. und 2. Klasse) unterschieden. Ein Passagier der ersten Klasse bekommt mehr Emissionen als einer der zweiten Klasse zugewiesen. Das Betrachten eventuell vorhandener weiterer Klassen ist im Rahmen des VDR – Standards nicht notwendig.

Die Sitzklasse lässt sich den Buchungsinformationen bzw. der Fahrkarte entnehmen. Zusätzlich werden die Faktoren für die Sitzplätze verschiedener Klassen benötigt.

3.5.4 B4 - CO₂- Emissionen nach Land (Energemix, Elektrifizierungsgrad) und Zugsystem

Die Höhe der CO₂ – Emissionen hängt wie oben erwähnt vom Zugtyp sowie vom eingesetzten Energieträger und der Geschwindigkeit ab. Flächendeckend existieren im Bereich Bahn zwei Antriebsarten: dieselbetrieben und elektrisch. Bei ersteren hängen die CO₂ – Emissionen vom verbrauchten Dieselmotorkraftstoff ab, bei letzterem ist der CO₂ – Ausstoß bei der Stromerzeugung maßgebend.

Daher muss je Zugtyp (vgl. VDR – Standard B2) und je Land das Verhältnis der Antriebsarten zueinander innerhalb der Bahngesellschaft bestimmt werden und darauf basierend ein CO₂- Emissionsfaktor zugewiesen werden.

Im Rahmen des Standards ist das CO₂ je Passagierplatzkilometer ausreichend, welches unter anderem die Bahngesellschaften oder ggf. das nationale Umweltministerium angeben.

Die Unterscheidung nach Dieselbetrieb sowie elektrischen Loks, die je Land und Bahngesellschaft individuell ist, ist damit bereits im CO₂ je Passagierkilometer enthalten.

VDR - Standard B4

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting unterscheidet nach Zugsystem sowie Elektrifizierungsgrad der Züge des jeweiligen Landes.

Methode: Je Zugtyp und je Land kommt eine durchschnittliche Verteilung von Strom und Diesel zum Einsatz:

- Hochgeschwindigkeitszug: nur Strom
- InterCity: Strom und Diesel
- Regionalzug: Strom und Diesel

Je Land und je Zugtyp wird ein Emissionsfaktor (in g CO₂ je Passagierkilometer) zugewiesen. Sollte dies nicht möglich sein, kommt:

1. ein Durchschnittswert für alle Züge eines Landes zum Einsatz. Sollte auch das nicht möglich sein, wird
2. für alle Fälle, für die keine CO₂-Emissionsfaktoren ermittelt werden können, kommt ein Defaultwert zur Anwendung.

Die Ermittlung mittels des Defaultwertes darf nicht mehr als 10 % der Bahnfahrten innerhalb des CO₂ – Reportings überschreiten. Die CO₂-Emissionsfaktoren (je Zugtyp und / oder gesamt) lassen sich den CSR – Reports der nationalen Bahngesellschaften entnehmen.

3.5.5 B5 – Strommix der Länder

Ein großer Teil des Bahnverkehrs erfolgt elektrisch, d.h. der Strom wird per elektrische Oberleitung zur Lok geführt. Jedes Land erzeugt seinen Strom in unterschiedlichster Art und Weise. So ist z.B. der Anteil des Atomstroms in Frankreich höher als in Deutschland, was sich letztlich auch auf die CO₂ – Emissionen der Stromerzeugung niederschlägt.

Dieser Umstand wird bereits in VDR – Standard B4 berücksichtigt. Eine gesonderte Betrachtung ist nicht notwendig.

3.5.6 B6 - Auslastung

Die Auslastung des Zuges bestimmt die Höhe der spezifischen CO₂ - Emissionen. Der CO₂ – Emissionsfaktor, der in VDR – Standard B4 beschrieben wird, beinhaltet bereits die Auslastung. Eine gesonderte Betrachtung ist somit nicht notwendig.

3.5.7 B7 – Alter und Effizienz der Flotte

Bei der Entwicklung bzw. beim Verkauf moderner Züge an die jeweiligen Bahngesellschaften sind Energieeffizienzmaßnahmen im Rahmen von vorgeschriebenen Strombedarf des Zuges oftmals bereits im Lastenheft vorgeschrieben, d.h. der Leistungsbedarf eines Zuges ist ein wesentliches Produkt- und Entscheidungsmerkmal. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die seitens der Zughersteller angebotenen Züge vergleichbar im Verbrauch und somit in der Emissionsverursachung sind. Folglich ist die Effizienz der Züge innerhalb einer Bahngesellschaft (und damit in der Regel innerhalb eines Landes) vergleichbar. Dieser Punkt muss somit nicht gesondert berücksichtigt werden.

Züge müssen regelmäßig gewartet werden, einerseits auf Grund gesetzlicher Vorgaben, andererseits auf Grund des hohen Verschleißes von Teilen des Zugs, vor allem Räder und Fahrwerk. Im Rahmen des Standards wird davon ausgegangen, dass keine Effizienzverluste auf Grund des Alters auftreten.

3.5.8 B8 - Topographie

Die Beschaffenheit des Geländes kann großen Einfluss auf den Energiebedarf eines Zuges haben. Dennoch wird diese nicht im Standard vorgeschrieben. Hochgeschwindigkeitstrassen werden heutzutage derart gebaut, dass Steigungen vermieden werden, wodurch die Notwendigkeit der Betrachtung bei Hochgeschwindigkeits- und InterCity – Zügen entfällt. Größere Steigungen sind daher allenfalls beim Regionalverkehr anzutreffen. Aber auch hier werden die Zugtrassen dermaßen angepasst, dass größerer Steigungen vermieden werden. Letztlich entfällt die Betrachtung der Topographie wegen mangelnder Relevanz.

3.6 Methode für VDR Standard Bahn im Überblick

Faktor	Methode	Öffentlich verfügbare Datenquelle
B1: Distanz	Berechnung mittels Großkreisdistanz, Bahnhofsnamen im Klartext, zuzüglich eines Umwegfaktors. Grenzüberschreitender Verkehr wird besonders berücksichtigt.	- Formel für Orthodrome - Entfernungsrechner
B2: Zugtyp	Die Emissionsberechnung erfolgt auf Basis folgender Zugtypen: - Hochgeschwindigkeitszug - InterCity – Zug - Regionalzug	- Buchungsinformationen
B3: Sitzklasse	1. und 2. Klasse. Ein Sitzplatz der ersten Klasse bekommt anhand eines Faktors mehr Emissionen zugewiesen als einer aus der zweiten.	- Buchungsinformationen - IFEU ¹⁵
B4: Antrieb und Energieträger	spezifischer Mix von Strom und Diesel je Bahngesellschaft wird indirekt im CO ₂ - Emissionsfaktor (g CO ₂ je Passagierkilometer) je Land je Zugtyp berücksichtigt; wenn nicht möglich dann Default Wert (max. 10 % der Bahnfahrten im Reporting)	- IFEU - CSR Reports Bahngesellschaften

Tabelle 11: Methoden des VDR-Standards Bahn

¹⁵ Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg

3.7 Genauigkeit der Faktoren des VDR – Standards Bahn

Die Faktoren erreichen folgende Genauigkeit:

Faktor	Relatives Optimierungspotential CO ₂	Genauigkeit des Faktors (Datenquellen)	Fehlerprozentpunkte des CO ₂ -Ergebnisses
B2: Zugtyp	10 %	± 0 %	0 %
B3: Sitzklasse	10 %	± 0 %	0 %
B4: Antrieb und Energieträger	80 %	± 40 %	32 %
Gesamt	100 %		32 %

Tabelle 12: Optimierungspotential und Genauigkeit der Faktoren des VDR-Standards Flug

Tabelle 12 zeigt die Genauigkeit der einzelnen Faktoren auf, mit denen die Daten bekannt sind, die das CO₂ einer Bahnfahrt bestimmen, sowie ihr Optimierungspotential. Das letztere bedeutet folgendes: Angenommen, man nimmt einen Faktor wie z.B. Zugtyp und variiert diesen um eine Standardabweichung innerhalb aller bekannten Zugtypen, dann gibt das Optimierungspotential an, wie viel CO₂ bei der Verbesserung des Faktors eingespart werden kann. Wenn dies für jeden Faktor wiederholt wird und die absoluten CO₂-Einsparungen in der Summe auf 100% normiert werden, dann gibt das relative Optimierungspotential das Gewicht eines jeden Faktors bei der Optimierung in Prozent an. In anderen Worten: Das relative Optimierungspotential zeigt auf, welche Faktoren bei der CO₂-Optimierung am meisten erreichen können.

Der Faktor B1 „Distanz“ ist in der Betrachtung der Gewichtung nicht enthalten. Der Grund hierfür ist: das absolute CO₂ wird über die Distanz berechnet. Dadurch hat bei der Bahnfahrt der Faktor Distanz naturgemäß das höchste Gewicht und durch die Faktoren Umwege so gut wie keinen Fehler. Dies kann daher hier vernachlässigt werden.

4 Methode CO₂ – Bilanzierung Hotel

4.1 Zusammenfassung

Dieses Kapitel beschreibt, wie der VDR-Standard den Bereich Hotel erfasst. Am Ende des Kapitels sind die Ergebnisse noch einmal detaillierter in tabellarischer Form zusammengefasst.

Die CO₂-Emissionen, die bei einer Hotelübernachtung anfallen, hängen von verschiedenen Einflussgrößen ab:

- Energieverbrauch (H3)
- Energieträger und Emissionsfaktoren (H4)- Wasserverbrauch (H5)
- Abfall- und Abwassermanagement (H6)
- Zimmerkategorie (H7)
- Auslastung (H8)

Im Gegensatz zu anderen Geschäftsreiseaktivitäten wie Flug, Bahn und Mietwagen müssen bei der Emissionsberechnung von Hotelübernachtungen weitaus größere Näherungsverfahren angewandt werden. Der Energie- und Ressourcenverbrauch, der der Emissionsberechnung zugrunde liegt, hängt von individuellen Parametern ab und variiert daher stark von Hotel zu Hotel. Für eine exakte Abbildung der Emissionen pro Übernachtung müssten genaue Daten des entsprechenden Hotels ermittelt werden wie Energieverbrauch, Zimmergröße etc., was praktisch nicht durchführbar ist.

Der VDR-Standard betrachtet daher eine empirische Datenbasis, die die entsprechenden Faktoren H3 bis H8 aggregiert in Abhängigkeit von Reiseland und Hotelklasse abbildet, als hinreichend genau. Zusätzlich verlangt der VDR-Standard die Einbeziehung der Zimmerkategorie in die Emissionsabschätzung. Nachfolgend wird erläutert, inwiefern die Parameter Reiseland und Hotelklasse als Indikatoren für die Höhe der verursachten Emissionen ausreichend sind:

1. Hotelklasse Sterne)

Hotels werden entsprechend ihrer Ausstattung durch die Vergabe von Sternen klassifiziert, wobei mehrere Klassifizierungssysteme existieren (z.B. Michelin, DEHOGA). Die entscheidenden Parameter für die Sternen-Klassifizierung wie Zimmergröße und Komfort wirken sich im Allgemeinen auf den Energie- und Wasserverbrauch sowie das Müll- und Abwasseraufkommen pro Übernachtung aus. Daher bildet die Anzahl der vergebenen Sterne diese Faktoren indirekt ab, wobei eine höhere Sterneanzahl mit einem höheren Ressourcenverbrauch einhergeht. Der VDR-Standard verwendet die Klassifizierung nach Michelin.

Sterne	*	**	***	****	*****
Zimmergröße EZ	8 m ²	12 m ²	14 m ²	16 m ²	18 m ²
Zimmergröße DZ	12 m ²	16 m ²	18 m ²	22 m ²	26 m ²
Ausstattung Zimmer	Farbfernseher	Farbfernseher, sonstige Elektronik	Farbfernseher, Radio, Fön im Bad, Minibar	Farbfernseher & Radio in allen Zimmern, Fön, Minibar	Farbfernseher & Radio in allen Zimmern, Fön, Minibar
Verpflegung	Restaurant, 2h Mittagessen, 3h Abendessen	Restaurant, 2h Mittagessen, 3h Abendessen	Restaurant, Frühstücksbuffet, 2h Mittagessen, 3h Abendessen	Restaurant, Bar, Frühstücksbuffet, 2h Mittagessen, 3h Abendessen	Restaurant, Bar, Frühstücksbuffet, 2h Mittagessen, 3h Abendessen
Zusätzliche Ausstattung Hotel	-	-	-	Wäscheservice	Wäscheservice, Wellnessbereich

Tabelle 13: Auszug aus der Hotelklassifikation nach DEHOGA

2. Reiseland

In ihrer Ausstattung vergleichbare Hotels können je nach Land einen unterschiedlichen Energie- und Wasserverbrauch sowie Müll- und Abwasseraufkommen aufweisen. Bspw. haben klimatische Bedingungen Auswirkungen auf den Heizungs- und Warmwasserbedarf, die Umsetzung von Energieeffizienz- und Abfallmanagementsystemen hängt ggf. von politischen Rahmenbedingungen ab. Auch variieren sowohl die Auslastung als auch die CO₂-Emissionsfaktoren der Energieträger von Land zu Land. Daher bildet das Reiseland diese Faktoren direkt oder indirekt ab.

Im Folgenden werden die relevanten Faktoren sowie das Vorgehen des VDR-Standards bei der Emissionsberechnung erläutert. Eine Beispielrechnung zur Ermittlung der Proxy-Werte findet sich in Teil II. Die Proxy-Werte können im Einzelfall bei bekannter Datenlage durch genauere Werte ersetzt werden, womit eine höhere Genauigkeit bei der Emissionsberechnung erzielt wird.

4.2 Vorkette

Aufgrund der bestehenden Datenunsicherheiten bilanziert der VDR-Standard die Reiseaktivität „Hotel“ derzeit noch ohne Vorkette, da diese Differenzierung die Genauigkeit dieser Methode zur Emissionsbestimmung übersteigen und daher lediglich eine Scheingenauigkeit darstellen würde (vgl. Kapitel 1.3.3).

4.3 Non-CO₂

Analog zur „Vorkette“ stellt die Differenzierung von Non-CO₂ bei vorliegender Bilanzierungsmethode lediglich eine Scheingenauigkeit dar. Für den Bereich „Hotel“ gilt demnach: CO₂ = CO_{2e}.

4.4 Vorgeschlagener VDR – Reporting Standard Hotel im Überblick

	Bestandteil des VDR-Standards		Genauigkeit der Erfassung im VDR-Standard		
Faktor	Bestandteil VDR-Standard	Mögliche Verfeinerung, aber im VDR-Standard nicht notwendig	Detailliert	Abschätzung über mehrere, fallweise verschiedene Konstanten	Abschätzung über Pauschalen
H1: Hotelklasse	x		x	-	-
H2: Land	x		x	-	-
H3: Energieverbrauch	x		-	x	-
H4: Energieträger und Emissionsfaktoren	x		-	x	-
H5: Wasserverbrauch	x		-	x	-
H6: Abfall & Abwasser	x		-	-	x
H7: Buchungsklasse	x		-	-	x
H8: Auslastung	x		-	-	x

Tabelle 14: Erfasste Faktoren im VDR-Standard Hotel

4.5 Erstellung einer empirischen Datenbasis

Eine empirische Datenbasis, die die Emissionen einer Hotelübernachtung nach Land und Hotelklasse abbildet, kann auf Grundlage von Jahresverbrauchswerten einzelner Hotels erstellt werden. Als relevante Emissionsquellen betrachtet der VDR-Standard den Energieverbrauch (Elektrizität und Wärme), die Wasserbereitstellung sowie die Abwasser- und Müllentsorgung. Über landesspezifische Emissions- und Auslastungsfaktoren ergeben sich die Jahresemissionen bzw. die Emissionen einer Hotelübernachtung.

Nachfolgende Berechnungsschritte erlauben die Berechnung der Emissionen einer einzelnen Hotelübernachtung unter Berücksichtigung aller relevanten Faktoren, die entweder empirisch erhoben bzw. recherchiert werden können.

Jahresemissionen eines Hotels:

$$CO2e_a = C_S * f_S + C_H * f_H + C_W * f_W + C_W * f_A + C_M * f_M$$

Gesamtemissionen pro Übernachtung:

$$CO2e = \frac{CO2e_a}{n * f_l} * f_B$$

Variable	Beschreibung	Einheiten	Beschrieben in
CO _{2e}	Gesamtemissionen pro Übernachtung	-	-
CO _{2ea}	Jahresemissionen	Kg	-
C _s	Jahresstromverbrauch des Hotels	KWh	VDR – Standard H3
f _s	CO ₂ Emissionsfaktor für Strom je Land	Kg CO ₂ / KWh	VDR – Standard H4
C _H	Jahreswärmeverbrauch des Hotels	KWh	VDR – Standard H3
f _H	CO ₂ Emissionsfaktor für Wärme je Land	Kg CO ₂ / KWh	VDR – Standard H4
f _w	CO ₂ Emissionsfaktor für den Wasserverbrauch je Übernachtung	CO ₂ / l	VDR – Standard H5
C _w	Jahreswasserverbrauch des Hotels	l	VDR – Standard H5
C _M	Jahresmüllaufkommen des Hotels	kg	VDR – Standard H6
f _A	CO ₂ – Emissionsfaktor für die Abwasserentsorgung	CO ₂ / l	VDR – Standard H6
F _M	CO ₂ – Emissionsfaktor für die Abfallentsorgung	CO ₂ / kg	VDR – Standard H6
f _B	Faktor für die Buchungskategorie bzw. Zimmerkategorie	%	VDR – Standard H7
n	Anzahl Zimmer	-	VDR – Standard H8
f _i	Faktor für die Auslastung	%	VDR – Standard H8

Tabelle 15: Variablen der Berechnungsformel des VDR – Standards Hotel

4.6 Die Einflussfaktoren Hotel im Einzelnen

4.6.1 H1 - Hotelklasse

Hotels erhalten über ihre Ausstattung, Qualitätsmerkmale Michelin Sterne. Obwohl diese Bewertung international nicht einheitlich ist, bilden die Michelin-Sterne CO₂ - Emissionen von Hotels indirekt ab, da sich die für sie entscheidenden Parameter wie Zimmergröße und Komfort auch immer auf den Energiebedarf und damit CO₂ auswirken. Aus diesem Grund sind auch andere Klassifizierungen als die der Michelin – Sterne möglich, da die zu Grunde liegenden Parameter gleichbleiben.

Auf Basis der Sterne eines Hotels lassen sich also die Emissionen je Übernachtung berechnen, ohne die genauen Verbrauchswerte des jeweiligen Hotels zu kennen.

4.7 H2 - Land

Die Berechnung der CO₂ - Emissionen je Übernachtung wird nicht nur nach Sternen, sondern auch je Land vorgenommen. Dies ist das zweite entscheidende Unterscheidungsmerkmal (neben den Sternen) und muss innerhalb des VDR - Standards umgesetzt werden.

VDR - Standard H2

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt das Land.

Methode: *Der Anwender bestimmt das Land, in dem sich das Hotel befindet.*

Das Land kann der Anwender den Buchungsinformationen entnehmen bzw. ist für ihn übers Geschäftsreisebüro oder im Internet verfügbar.

4.7.1 H3 – Energieverbrauch

Der absolute Energieverbrauch eines Hotels hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab: Hotelgröße, Anzahl und Größe der Zimmer, Ausstattung (z.B. Wellnessbereich), Komfort (z.B. technische Ausstattung), klimatische Bedingungen vor Ort (d.h. Heizung, Warmwasser) etc.

Die Proxy-Werte des VDR-Standards bilden den durchschnittlichen Strom- und Wärmebedarf pro Übernachtung ab. Mit der Untergliederung in Hotelklasse (Sterne) und Land beziehen sie die oben genannten Parameter implizit mit ein.

VDR - Standard H3

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt den Energieverbrauch des jeweiligen Hotels.

Methode: Es wird der durchschnittlicher Energieverbrauch je Hotelklasse je jeweiliges Land (1 Wert je Stern je Land) je Übernachtung und je Bett zu Grunde gelegt.

Die Verbrauchsdaten je Übernachtung je Land und je Stern können den CSR Berichten der jeweiligen Hotelketten entnommen werden.

4.7.2 H4 - Energieträger und Emissionsfaktoren

Um die CO₂-Emissionen einer Hotelübernachtung anhand des Energieverbrauchs (vgl. H1) zu berechnen, müssen anteilig die Primärenergieträger zur Energieerzeugung bekannt sein (Energimix), da diese unterschiedliche CO₂ -Emissionsfaktoren aufweisen. Hotels erzeugen die benötigte Energie in Form von Strom und Wärme teilweise selbst (z.B. Zentralheizung, BHKW) oder beziehen sie andernfalls von Energieversorgungsunternehmen.

Den individuellen Energiemix eines jeden Hotels zu erheben ist praktisch nicht durchführbar. Der VDR-Standard verwendet daher in erster Näherung den durchschnittlichen Strom- und Wärmemix des jeweiligen Landes, für den es im Allgemeinen frei verfügbare Datengrundlagen gibt. Die CO₂ -Emissionsfaktoren für die einzelnen Energieträger sind ebenfalls bekannt.

VDR-Standard H4

Das CO₂ -Geschäftsreisereporting berücksichtigt Verteilung und CO₂ -Intensität der eingesetzten Energieträger.

Methode: Zur Berechnung der Emissionen aus dem Energieverbrauch verwendet der VDR-Standard den Strom- und Wärmemix auf Landesebene sowie die entsprechenden Emissionsfaktoren. Falls verfügbar können genauere Daten bzgl. des Energiemixes verwendet werden, sind aber im Rahmen des VDR-Standards nicht vorgeschrieben.

Angaben zum Reiseland werden der Buchungsinformation entnommen.

4.7.3 H5 – Wasserverbrauch

Neben der Energie zum Heizen, Kühlen und Strom benötigt ein Hotel im laufenden Betrieb Wasser. Dessen Förderung, Aufbereitung und Transport benötigt Energie, deren Erzeugung ebenfalls CO₂ – Emissionen verursacht. Dieser Effekt ist zwar nicht vernachlässigbar aber im Vergleich zu den Emissionen des Energieverbrauchs von geringerer Bedeutung. Er fließt somit in die CO₂ - Emissionsbestimmung je Übernachtung lediglich als pauschaler Faktor mit ein. Die Differenzierung nach Ländern schreibt der VDR – Standard nicht vor.

VDR - Standard H5

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt den Wasserverbrauch in den Hotels.

Methode: Es kommt ein pauschaler CO₂ - Emissionsfaktor für Wasserverbrauch zum Einsatz. Dieser wird mit dem durchschnittlichen Wasserverbrauch einer Hotelübernachtung verrechnet.

4.7.4 H6 – Abfall- und Abwasserentsorgung

Neben der Energieversorgung sowie dem Wasserverbrauch fällt im Hotelbetrieb eine Menge Abfall und Abwasser an. Deren Entsorgung kostet Energie, deren Bereitstellung ebenfalls CO₂ verursacht. Dieser Effekt ist zwar nicht vernachlässigbar aber im Vergleich zu den Emissionen des Energieverbrauchs von geringerer Bedeutung. Er fließt somit in die CO₂ - Emissionsbestimmung je Übernachtung lediglich als pauschaler Faktor mit ein. Die Differenzierung nach Ländern schreibt der VDR – Standard nicht vor.

4.7.5 H7 – Buchungsklasse

Innerhalb des Hotels können mehrere Zimmerkategorien zur Verfügung stehen. Suiten oder größere Unterkünfte benötigen mehr Energie und verursachen mehr Abfall – vor allem im Bereich Reinigung. Weiterhin sind diese i.d.R. besser ausgestattet, was ebenfalls Mehrbedarfe an Energie und somit höhere Emissionen verursacht. Der VDR – Standard berücksichtigt Mehrbedarfe an Energie und Wasser mittels eines Faktors, der größeren Zimmern mehr CO₂ – Emissionen zuweist.

VDR - Standard H7

Das CO₂– Geschäftsreisereporting berücksichtigt verschiedene Zimmerkategorien innerhalb eines Hotels.

Methode: Es wird zwischen folgenden Zimmerkategorien:

- Standard Einzelzimmer
- Standard Doppelzimmer
- Suite

unterschieden. Den Zimmern höherer Kategorie werden mehr CO₂-Emissionen zugewiesen.

Welche Zimmerkategorie gebucht wurde, kann der Anwender den Buchungsinformationen entnehmen. Zusätzlich wird der Emissionsfaktor für die verschiedenen Zimmerkategorien benötigt.

4.7.6 H8 - Auslastung

Wie bei Bahn und Flugzeug spielt auch bei Hotels die Auslastung eine wesentliche Rolle bei der Verteilung der gesamten Hotelemissionen auf die Gäste. Daher muss sie mit einfließen:

VDR - Standard H8

Das CO₂– Geschäftsreisereporting berücksichtigt die Auslastung der Hotels.

Methode: Je Land kommt ein Auslastungsfaktor für alle Hotels zum Einsatz. Wird über den Standard hinaus nach einzelnen Hotels differenziert, kommt deren Auslastung zum Einsatz. Lässt sich keine Auslastung ermitteln, wird als Default Wert mit 70 % Auslastung gerechnet.

4.8 Methode für VDR Standard Hotel im Überblick

Faktor	Methode	Öffentlich verfügbare Datenquelle
H1: Hotelklasse	Klassifizierung nach Sternen (1 für unterer Standard bis 5 für hohen Standard)	Buchungsinformationen
H2: Land	Ermittlung des Landes des Hotels	Buchungsinformationen
H3: Energieverbrauch im Hotel	Je Land und Je Sterne – Kategorie ein Energieverbrauchswert je Bett und Übernachtung	CSR Berichte Hotelketten
H4: Energieträger und Emissionsfaktoren	Für das Hotel wird der Energiemix (Verhältnis der Primärenergieträger wie Kohle, Gas etc.) des jeweiligen Landes zu Grunde gelegt.	OECD Strommix, GHG
H5: Wasserverbrauch	CO ₂ - Emissionsfaktor für Wassergewinnung * durchschnittlicher Wasserverbrauch je Übernachtung	VDR Standard
H6: Abwasser- und Abfall	CO ₂ - Emissionsfaktor für Abwasserentsorgung und Aufbereitung * durchschnittlicher Wasserverbrauch je Übernachtung bzw. durchschnittliche Menge Abfall (in kg)	VDR Standard
H7: Buchungsklasse	Es werden normale Zimmer und Suiten, Einzel- und Doppelzimmer unterschieden	Buchungsinformationen
H8: Auslastung	Durchschnittliche Auslastung aller Hotels je Land, je Land ein Auslastungswert (70 % in GB), ansonsten Default Wert	Geschäftsberichte, Angaben Verbände

Tabelle 16: Methoden des VDR-Standards Hotel

4.9 Genauigkeit der Faktoren des VDR – Standards Hotel

Faktor	Relatives Optimierungspotential CO ₂	Genauigkeit des Faktors (Datenquellen)	Fehlerprozentpunkte des CO ₂ -Ergebnisses
H1: Hotelklasse	30 %	0 %	0 %
H2: Land	10 %	0 %	0 %
H3: Energieverbrauch im Hotel	10 %	± 50 %	5 %
H4: Energieträger und Emissionsfaktoren	20 %	± 25 %	6,25 %
H5: Wasserverbrauch	2 %	± 20 %	0,4 %
H6: Abwasser- und Abfall	3 %	± 20 %	0,6 %
H7: Buchungsklasse	10 %	0 %	0 %
H8: Auslastung	10 %	± 20 %	2 %
Gesamt	100 %		14,25 %

Tabelle 17: Optimierungspotential und Genauigkeit der Faktoren des VDR-Standards Flug

Tabelle 17 zeigt die Genauigkeit der einzelnen Faktoren auf, mit denen die Daten bekannt sind, die das CO₂ einer Hotelübernachtung bestimmen, sowie ihr Optimierungspotential. Das letztere bedeutet folgendes: Angenommen, man nimmt einen Faktor wie z.B. Hotelklasse und variiert diesen um eine Standardabweichung innerhalb aller bekannten Hotelklassen, dann gibt das Optimierungspotential an, wie viel CO₂ bei der Verbesserung des Faktors eingespart werden kann. Wenn dies für jeden Faktor wiederholt wird und die absoluten CO₂-Einsparungen in der Summe auf 100% normiert werden, dann gibt das relative Optimierungspotential das Gewicht eines jeden Faktors bei der Optimierung in Prozent an. In anderen Worten: Das relative Optimierungspotential zeigt auf, welche Faktoren bei der CO₂-Optimierung am meisten erreichen können.

5 Methode CO₂ – Bilanzierung Auto

Dieses Kapitel fasst den VDR-Standard im Bereich Auto zusammen. Am Ende des Kapitels sind die Ergebnisse noch einmal detaillierter in tabellarischer Form zusammengefasst.

5.1 Zusammenfassung

Folgende Faktoren beeinflussen die Höhe der Emissionen einer Autofahrt:

- Gefahrene Strecke (Distanz) (M1)
- Fahrzeugtyp (M2)
- Motor (M3)
- Kraftstoff (Diesel, Benzin) (M4)
- Fahrverhalten, Fahrzeugausstattung (M5)
- Getriebeart: Schaltgetriebe oder Automatik (M6)
- Anzahl der Insassen (zusätzliches Gewicht) (M7)

Generell wird der Bereich Auto in vier Kategorien unterteilt:

Bereich	Erklärung
Mietwagen	Leihwagen von Mietwagenfirmen
Firmenwagen	Umfasst die Kfz, die sich im Fuhrpark des bilanzierenden Unternehmens befinden (firmeneigene Kfz)
Privatwagen, dienstlich genutzt	Kfz, die bilanztechnisch nicht zum bilanzierenden Unternehmen gehören, sondern sich im Eigentum von Privatpersonen (i.d.R. Mitarbeiter) befinden und teilweise oder vollständig für Firmenzwecke genutzt werden
Taxi	Umfasst alle Taxifahrten

Tabelle 18: Einteilung der Kfz im Rahmen des VDR - Standards

Die einfachste und zugleich genaueste Bestimmung der Emissionen für Autofahrten geschieht über die Menge an verbrauchtem Kraftstoff, die mit dem entsprechenden Emissionsfaktor (Kilogramm CO₂ pro Liter) multipliziert wird. Angaben über Tankmengen liegen meist bei der Nutzung von Firmen- und Privatwagen vor, da diese i.d.R. vom bilanzierenden Unternehmen bzw. deren Mitarbeitern betankt werden.

Alternativ können die Emissionen auf Basis der gefahrenen Kilometer bestimmt werden, was i.d.R. bei Mietwagen zum Einsatz kommt. In diesem Fall wird ein Emissionsfaktor (Kilogramm CO₂ pro Kilometer) angewandt, der sich nach der vierziffrigen Fahrzeugklassifizierung ACRISS richtet und den spezifischen CO₂-Ausstoß nach den entsprechenden Klassenmerkmalen approximiert. Da der erste ACRISS-Buchstabe (Wagenkategorie) und der letzte ACRISS-Buchstabe (Kraftstoff/Klimaanlage) i.d.R. die höchste Varianz bezüglich des Kraftstoffverbrauchs aufweisen, betrachtet der VDR-Standard eine Differenzierung der Emissionen nach dem ersten und letzten Buchstaben als hinreichend genau.

Die Emissionsberechnung bezieht sich hier, anders als bei den anderen Reiseaktivitäten, auf jeweils eine Autofahrt. Fahren mehrere Personen pro Auto, werden die Emissionen demjenigen zugerechnet, der die Autofahrt bezahlt (vgl. Kapitel 1.3.1).

5.2 Vorkette

Bei der kraftstoffgebundenen Bilanzierung der Reiseaktivität „Auto“ (Privatwagen) berücksichtigt der VDR-Standard die Tank-to-Wheel bzw. Well-to-Wheel-Emissionsfaktoren für Kraftstoffe gemäß der DIN EN 16258 (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Äquivalent wird diese Differenzierung bei der kilometerbezogenen Bilanzierungsmethode (Mietwagen) auf die spezifischen Emissionen übertragen.

5.3 Non-CO₂

Die Emissionsfaktoren der DIN EN 16258 beziehen die Klimawirksamkeit von Non-CO₂ über das GWP ein.

5.4 Vorgeschlagener VDR – Reporting Standard Auto im Überblick

	Bestandteil des VDR-Standards		Genauigkeit der Erfassung im VDR-Standard		
Faktor	Bestandteil VDR-Standard	Mögliche Verfeinerung, aber im VDR-Standard nicht notwendig	Detailliert	Abschätzung über mehrere, fallweise verschiedene Konstanten	Abschätzung über Pauschalen
M1: Distanz	x		x		-
M2: Fahrzeugtyp	x		-	x	-
M3: Motor	x		-	x	-
M4: Treibstoff & Antriebsart	x		-	x	-
M5: Fahrverhalten		x	-	-	-
M6: Schaltgetriebe vs. Automatik	x		-	x	-
M7: Anzahl der Insassen	x		x	-	-

Tabelle 19: Erfasste Faktoren im VDR-Standard Auto

5.5 Berechnungsformel

Die Berechnungsformel für die Bilanzierung der CO₂ – Emissionen für Mietwagen lautet:

Berechnung des CO₂ für eine Mietwagenleihe:

$$CO2e = D * f_A$$

Die Berechnungsformel für Firmenwagen sowie für dienstlich genutzte Privatwagen lautet:

Berechnung des CO₂ für Firmenwagen sowie dienstlich genutzten Privatwagen:

$$CO_2e = F * f_F$$

Variable	Beschreibung	Einheiten	Beschrieben in
CO _{2D}	CO ₂ – Emissionen des Mietwagens	kg	-
f _A	CO ₂ – Emissionsfaktor je ACRIS Mietwagenkategorie (g CO ₂ je Kilometer)	g CO ₂ / km	VDR – Standard M1
D	Gefahrene Distanz in km	km	VDR – Standard M2
F	Tankmenge	L	VDR – Standard M4
f _{Ft}	CO ₂ – Emissionsfaktor des getankten Treibstoffs	l	VDR – Standard M4

Tabelle 20: Variablen der Berechnungsformel des VDR – Standards Mietwagen

5.6 Die Einflussfaktoren Auto im Überblick

5.6.1 M1 - Distanz

Die gefahrene Distanz ist entscheidend für die Höhe der CO₂ - Emissionen. Diese ist theoretisch vom Fahrer am Kilometerstand im Auto ablesbar, praktisch ist eine solche Angabe oftmals nicht möglich. Da die Kosten eines Mietwagens abhängig von der mit ihm gefahrenen Kilometern sind, enthalten die Abrechnungen in aller Regel die gefahrene Distanz.

VDR - Standard M1

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting bestimmt die gefahrene Distanz.

Methode:

- Mietwagen: Für die CO₂ - Berechnung muss die genaue gefahrene Distanz ermittelt werden.
- Firmen- & Privatwagen: nur erforderlich bei Bilanzierung einzelner Fahrten.

Die gefahrenen Kilometer können der Mietwagenabrechnung sowie den Fahrtenbüchern entnommen werden.

5.6.2 M2 - Fahrzeugtyp

Das eingesetzte Fahrzeug hat großen Einfluss auf die CO₂ – Emissionen. Daher muss das jeweilige Wagenmodell betrachtet werden. Dessen Emissionen je gefahrenen Kilometer hängen im Wesentlichen von seiner Motorisierung ab.

Die einfachste Möglichkeit, den Fahrzeugtyp zu identifizieren, ist die Identifikation anhand des ACRISS – Codes. Dessen vier Buchstaben geben Fahrzeug, Motorisierung, Getriebe, Ausstattung usw. an. Um die Berechnung der CO₂ – Emissionen für Mietwagen im Rahmen des VDR – Standards zu vereinfachen, ist die Betrachtung der beiden ersten Buchstaben des ACRISS – Codes vorgeschrieben (Kategorie & Typ, Bauart). Dies erlaubt einerseits die bereits erwähnte bessere Handhabbarkeit, andererseits beeinträchtigt dies nicht die Genauigkeit.

VDR - Standard M2

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting unterscheidet nach Fahrzeugtypen.

Methode:

- *Mietwagen: Die Unterscheidung der Wagen wird nach Klassen (ACRISS – Codes) vorgenommen. Je Modell kommt ein spezifischer CO₂ - Emissionsfaktor in g CO₂ je km zum Einsatz. Die vorgeschriebene Genauigkeit des ACRISS sind alle vier Buchstaben.*
- *Firmen- & Privatwagen: nicht erforderlich*

Die ACRISS – Codes und die dahinterstehenden Wagen befinden sich unter:

<http://www.acriss.org>

Zudem wird der zugehörige CO₂ - Emissionsfaktor in g CO₂ benötigt.

5.6.3 M3 - Motor

Der Motor ist entscheidend für den Treibstoffverbrauch sowie die Höhe der CO₂ – Emissionen. Je nach Hubraum und Leistungsvermögen variiert der Verbrauch, vor allem bei größeren Motoren steigt der Verbrauch je Kilometer vor allem im Stadtgebiet stark an. Eine genauere gesonderte Betrachtung ist jedoch nicht notwendig, auf Ebene der ACRISS – Codes ist die Motorisierung bereits enthalten.

VDR - Standard M3

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt die Motorisierung des gefahrenen Mietwagens.

Methode:

- *Mietwagen: Die Motorisierung des Mietwagens ist im ACRISS Code enthalten.*
- *Firmen- & Privatwagen: wird indirekt erfasst über die Art des getankten Treibstoffs*

5.6.4 M4 – Treibstoff & Antriebsart

Der verwendete Treibstoff, also die Frage, ob ein Diesel- oder Ottomotor zum Einsatz kommt, hat Einfluss auf die Höhe der CO₂ – Emissionen. Eine genauere gesonderte Betrachtung ist jedoch nicht notwendig, auf Ebene der ACRISS – Codes ist die Motorisierung bereits enthalten.

VDR - Standard M4

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt die verschiedenen Treibstoffe.

Methode:

- *Mietwagen: Die Motorenart (Ottomotor, Dieselmotor oder andere) des Mietwagens ist bereits im ACRISS Code enthalten.*
- *Firmen- & Privatwagen: Angaben über den Treibstoff liefert die jeweilige Tankquittung*

5.6.5 M5 – Fahrverhalten, Ausstattung

Das Fahrverhalten ist individuell geprägt und lässt sich im Rahmen des Standards nicht abbilden. Wesentliches, treibstoffverbrauchendes Ausstattungsmerkmal moderner Fahrzeuge ist die Klimaanlage, welche in den meisten Fällen serienmäßig verbaut ist. Auch deren Nutzung erfolgt nach individueller Präferenz, daher wird auch M5 nicht im Standard gesondert betrachtet.

5.6.6 M6 - Getriebeart

Die Getriebeart wird im ACRISS – Code mit dem dritten Buchstaben angezeigt. Eine genauere gesonderte Betrachtung ist jedoch nicht notwendig, auf Ebene der ACRISS – Codes ist die Motorisierung bereits enthalten.

VDR - Standard M6

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt die unterschiedlichen Getriebetypen.

Methode:

- *Mietwagen: Der Getriebetyp (Automatik, Schaltgetriebe, Halbautomatik) des Mietwagens ist bereits im ACRISS Code enthalten.*
- *Firmen- & Privatwagen: nicht erforderlich*

5.6.7 M7 – Anzahl der Insassen (zusätzliches Fahrzeuggewicht)

Der Kraftstoffverbrauch eines Autos ist abhängig von dessen Gewicht, welches sich durch weitere Mitfahrer und Gepäck erhöhen kann. Im Falle von Firmen- & Privatwagen spiegelt sich der Mehrverbrauch durch weitere Insassen direkt im Kraftstoffverbrauch wider.

Nach der CO₂-Grenzwertformel in der EU-Verordnung zur Verminderung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen (VO EG 443/2009) entspricht ein zusätzliches Fahrzeuggewicht von 100 kg¹⁶ einer Zunahme der spezifischen CO₂-Emissionen um 4,57 g pro Kilometer.¹⁷ Je nach Fahrzeugtyp übersetzt sich dies in eine Erhöhung der spezifischen Emissionen um durchschnittlich 2 bis maximal 5%. Im Rahmen der Mindestgenauigkeit des vorliegenden VDR-Standards kann die Emissionszunahme durch zusätzliche Insassen demnach vernachlässigt werden.

5.7 Methode für VDR Standard Auto im Überblick

Faktor	Methode	Öffentlich verfügbare Datenquelle
M1: Distanz	Angabe der gefahrenen Kilometer	Mietwagenabrechnung
M2: Fahrzeugtyp	Die Fahrzeuge werden anhand des ACRIS – Codes identifiziert (volle Länge)	ACRIS – Code, Mietwagengesellschaft
M3: Motor	Der Motor wird anhand des ACRIS – Codes identifiziert	ACRIS – Code
M4: Treibstoff & Antriebsart	Treibstoff & Antriebsart werden anhand des ACRIS – Codes identifiziert	ACRIS – Code, DEFRA
M6: Schaltgetriebe vs. Automatik	Getriebetyp werden anhand des ACRIS – Codes identifiziert	ACRIS – Code

Tabelle 21: Methoden des VDR-Standards Mietwagen

5.8 Genauigkeit der Faktoren für den VDR – Standard Auto

Die erreichte Genauigkeit beträgt:

Faktor	Relatives Optimierungspotential CO ₂	Genauigkeit des Faktors (Datenquellen)	Fehlerprozentpunkte des CO ₂ -Ergebnisses
M2: Fahrzeugtyp	30 %	± 10 %	3 %
M3: Motor	50 %	± 10 %	5 %
M4: Treibstoff & Antriebsart	10 %	± 0 %	0 %
M6: Schaltgetriebe vs. Automatik	10 %	± 0 %	0 %
Gesamt	100 %		8 %

Tabelle 22: Optimierungspotential und Genauigkeit der Faktoren des VDR-Standards Flug

¹⁶ 100 kg entspricht ungefähr einem Passagier inkl. Gepäck. Dieser Wert ist den 100 kg Masse Passagier + Gepäck aus dem Bereich Flug entnommen.

¹⁷ EG VO 443/2009, Anhang I

Tabelle 22 zeigt die Genauigkeit der einzelnen Faktoren auf, mit denen die Daten bekannt sind, die das CO₂ einer Autofahrt bestimmen, sowie ihr Optimierungspotential. Das letztere bedeutet folgendes: Angenommen, man nimmt einen Faktor wie z.B. Fahrzeugtyp und variiert diesen um eine Standardabweichung innerhalb aller bekannten Fahrzeugtypen, dann gibt das Optimierungspotential an, wie viel CO₂ bei der Verbesserung des Faktors eingespart werden kann. Wenn dies für jeden Faktor wiederholt wird und die absoluten CO₂-Einsparungen in der Summe auf 100% normiert werden, dann gibt das relative Optimierungspotential das Gewicht eines jeden Faktors bei der Optimierung in Prozent an. In anderen Worten: Das relative Optimierungspotential zeigt auf, welche Faktoren bei der CO₂-Optimierung am meisten erreichen können.

6 Methode CO₂ - Bilanzierung Taxi

Da der Beitrag von Taxifahrten zu den Gesamtemissionen einer Geschäftsreise relativ gering ist und zudem Reisebüros und Reisekreditkarten oftmals keine Informationen über die Taxinutzung bereitstellen können, wird die Bilanzierung der Reiseaktivität „Taxi“ im Rahmen des VDR-Standards als optional angesehen.

Das vorliegende Kapitel beschreibt, wie der VDR-Standard den Bereich „Taxi“ erfasst. Am Ende des Kapitels sind die Ergebnisse noch einmal detaillierter in tabellarischer Form zusammengefasst.

6.1 Zusammenfassung

Anders als beim Aktivitätsbereich Auto liegen dem bilanzierenden Unternehmen bzgl. einer Taxifahrt i.d.R. keine Angaben über die gefahrene Distanz, die Menge an verbrauchtem Kraftstoff oder den Autotyp vor, sondern lediglich der Beleg über die Fahrtkosten. Der VDR-Standard hat demnach eine Bilanzierungsmethode für Taxifahrten entwickelt, die sich ausschließlich an der Höhe der Fahrtkosten orientiert. Wie auch bei der Reiseaktivität Auto werden im Falle von mehreren Reisenden die Emissionen einer Taxifahrt demjenigen zugerechnet, der die Taxifahrt bezahlt.

Grundlage der Bilanzierungsmethode ist die Annahme, dass die Höhe der Emissionen in erster Linie von der gefahrenen Distanz abhängt. Die Anzahl der Fahrtkilometer, die für einen bestimmten Betrag erhältlich ist, hängt wiederum von verschiedenen Faktoren wie Region, Taxiunternehmen und Service ab. Die größte Varianz entsteht hierbei durch das länderspezifische Preisgefälle.

Der VDR-Standard betrachtet demnach eine empirische Datenbasis, die die durchschnittlich zurückgelegten Kilometer pro Euro je Land abbildet, als hinreichend genau. Des Weiteren nimmt der VDR-Standard einen durchschnittlichen Emissionsfaktor von 0,2 kg CO₂ pro km an. Beide Angaben werden zu einem Emissionsfaktor bzgl. des Fahrpreises zusammengefasst.

Die vorliegende Methode Taxi stellt einen Kompromiss zwischen Genauigkeit und Handhabbarkeit dar und hält dabei eine mit den übrigen Aktivitätsbereichen verträgliche Mindestgenauigkeit ein.

6.2 Vorkette

In der vorliegenden Bilanzierungsmethode Auto wird die Differenzierung der Kraftstoffemissionen nach Well-to-Wheel und Tank-to-Wheel nicht berücksichtigt, da dies die Genauigkeit dieser Methode zur Emissionsbestimmung übersteigen und daher lediglich eine Scheingenauigkeit darstellen würde (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Für den Bereich „ÖPNV“ gilt demnach: WTW = TTW.

6.3 Non-CO₂

Analog zur „Vorkette“ stellt die Differenzierung von Non-CO₂ bei vorliegender Bilanzierungsmethode lediglich eine Scheingenauigkeit dar. Für den Bereich „ÖPNV“ gilt demnach: CO₂ = CO_{2e}.

6.4 VDR CO₂ Reporting Standard Taxi im Überblick

Die Einflussfaktoren entsprechen denen der Reiseaktivität Auto. Von diesen werden die Faktoren M1 und M4 direkt, die übrigen lediglich implizit über die durchschnittlichen CO₂-Emissionsfaktoren abgebildet.

	Bestandteil des VDR-Standards		Genauigkeit der Erfassung im VDR-Standard		
Faktor	Bestandteil VDR-Standard	Mögliche Verfeinerung, aber im VDR-Standard nicht notwendig	Detailliert	Abschätzung über mehrere, fallweise verschiedene Konstanten	Abschätzung über Pauschalen
M1 – Distanz	x		-	x	-
M2 – Fahrzeugtyp		x	-	-	-
M3 – Motor		x	-	-	-
M4 – Kraftstoff & Antriebsart	x	-	-	-	-
M5 – Fahrverhalten		x	-	-	-
M6 – Schaltgetriebe vs. Automatik		x	-	-	-
M7 – Anzahl der Insassen		x	-	-	-

Tabelle 23: Erfasste Faktoren VDR-Standard Taxi

6.5 Variablen und Berechnungsformel

Die Berechnungsformel für die Bilanzierung der CO₂-Emissionen für Taxifahrten lautet:

Gesamtemissionen Taxi:

$$CO_2e = P * f$$

Variable	Beschreibung	Einheiten	Beschrieben in
P	Preis der Taxifahrt	€	6.1
f	Emissionsfaktor nach Land	kg CO ₂ / €	6.1
CO ₂ e	Gesamtemissionen pro Fahrt	kg	

Tabelle 24: Variablen der Methode Taxi

6.6 Einflussfaktoren im Einzelnen

6.6.1 M1 – Distanz

Die gefahrene Distanz bestimmt maßgeblich die Höhe der CO₂-Emissionen. Die Distanz wird indirekt über die Höhe der Fahrtkosten abgebildet und fließt anschließend explizit in die Berechnung der Emissionen ein.

VDR-Standard M1

Das CO₂-Geschäftsreisereporting berücksichtigt die gefahrene Distanz.

Methode: Die durchschnittlich gefahrene Distanz (länderspezifisch) wird über den Fahrtkostenpreis abgebildet.

6.7 Methode im Überblick

Faktor	Methode	Öffentlich verfügbare Datenquelle
M1: Distanz	Rückwirkend ermittelt über Fahrtkosten	Eigene Abschätzung nach Recherche
M4: Kraftstoff & Antriebsart	Annahme eines durchschnittlichen Emissionsfaktors	Eigene Abschätzung nach Recherche

Tabelle 25: Methode im Überblick VDR-Standard Taxi

7 Bilanzierung ÖPNV

Analog zur Reiseaktivität „Taxi“ ist der Beitrag von ÖPNV-Fahrten zu den Gesamtemissionen einer Geschäftsreise relativ gering und haben Reisebüros und Reisekreditkarten oftmals keine Informationen über die ÖPNV-Nutzung einzelner Geschäftsreisender. Daher wird die Bilanzierung der Reiseaktivität „ÖPNV“ im Rahmen des VDR-Standards optional gehandhabt.

Das vorliegende Kapitel beschreibt, wie der VDR-Standard den Bereich „Taxi“ erfasst. Am Ende des Kapitels sind die Ergebnisse noch einmal detaillierter in tabellarischer Form zusammengefasst.

7.1 Zusammenfassung

Die folgenden Faktoren beeinflussen die Höhe der Emissionen einer ÖPNV-Fahrt:

- Gefahrene Strecke (Distanz) (Ö1)
- Verkehrsmittel (inkl. Energieträger) (Ö2)
- Auslastung (Ö3)

Die Bilanzierung der Emissionen von ÖPNV-Fahrten ist aufgrund fehlender Detailinformationen nur im Rahmen einer Abschätzung möglich. Für eine individuelle ÖPNV-Fahrt ist in der Regel nicht nachvollziehbar, welches Verkehrsmittel gewählt bzw. welche Strecke zurückgelegt wurde.

Der VDR-Standard nimmt für den Bereich ÖPNV einen pauschalen Emissionswert an, der die durchschnittlichen Emissionen pro Reisetag der ÖPNV-Nutzung abbildet. Dieser ergibt sich zum einen aus der Annahme, dass ein Tag der ÖPNV-Nutzung eines Geschäftsreisenden eine Hin- und Rückfahrt zum Veranstaltungsort beinhaltet, wobei pro Fahrt eine durchschnittlich zurückgelegte Strecke von 10 km zugrunde gelegt wird.¹⁸ Des Weiteren wird ein globaler durchschnittlicher Emissionsfaktor von 0,1 kg CO₂ pro Personenkilometer angenommen.¹⁹ Dies ergibt einen durchschnittlichen ÖPNV-Emissionsfaktor von 2,0 kg CO₂ pro Tag der ÖPNV-Nutzung.

7.2 Vorkette

In der vorliegenden Bilanzierungsmethode wird die Differenzierung nach „mit“ und „ohne“ Vorkette nicht berücksichtigt, da dies die Genauigkeit dieser Methode zur Emissionsbestimmung übersteigen und daher lediglich eine Scheingenauigkeit darstellen würde (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

¹⁸ DESTATIS 2012, DFT 2011

¹⁹ VDV 2012, DOT 2009

7.3 Non-CO₂

Analog zur „Vorkette“ stellt die Differenzierung von Non-CO₂ bei vorliegender Bilanzierungsmethode lediglich eine Scheingenaugkeit dar. Für den Bereich „ÖPNV“ gilt demnach: CO₂ = CO_{2e}.

7.4 VDR CO₂ – Reporting Standard ÖPNV im Überblick

Die Einflussfaktoren entsprechen denen der Reiseaktivität Auto. Von diesen werden die Faktoren M1 und M4 direkt, die übrigen lediglich implizit über die durchschnittlichen CO₂-Emissionsfaktoren abgebildet.

	Genauigkeit der Erfassung im VDR-Standard		
Faktor	Detailliert	Abschätzung über mehrere, fallweise verschiedene Konstanten	Abschätzung über Pauschalen
Ö1 – Distanz	-	-	x
Ö2 – Verkehrsmittel	-	-	x
Ö3 – Auslastung	-	-	x

Tabelle 26: Erfasste Faktoren VDR-Standard ÖPNV

7.5 Variablen und Berechnungsformel

Die Berechnungsformel für die Bilanzierung der CO₂-Emissionen für ÖPNV lautet:

Gesamtemissionen ÖPNV:

$$CO_2e = T * f$$

Variable	Beschreibung	Einheiten	Beschrieben in
T	Anzahl der Tage der ÖPNV-Nutzung	-	7.1
f	Pauschaler Emissionsfaktor	kg CO ₂ / Reisetag	7.1
CO _{2e}	Gesamtemissionen	kg	-

Tabelle 27: Variablen der Methode VDR-Standard ÖPNV

7.6 Einflussfaktoren im Einzelnen

Die Einflussfaktoren entsprechen denen der Reiseaktivität Auto. Von diesen werden die Faktoren M1 und M4 direkt, die übrigen lediglich implizit über die durchschnittlichen CO₂-Emissionsfaktoren abgebildet.

7.6.1 Ö1 – Distanz

Die gefahrene Distanz bestimmt maßgeblich die Höhe der CO₂-Emissionen. Die Distanz wird indirekt über die Höhe der Fahrtkosten abgebildet und fließt anschließend explizit in die Berechnung der Emissionen ein.

VDR-Standard Ö1

Das CO₂-Geschäftsreisereporting berücksichtigt die gefahrene Distanz.

Methode: *Der VDR-Standard nimmt eine durchschnittlich zurückgelegte Strecke pro Reisetag an.*

Die zurückgelegte Strecke ergibt sich aus der Annahme, dass ein Geschäftsreisender pro Tag der ÖPNV-Nutzung zwei Strecken à 10 km zurücklegt.

7.6.2 Ö2 – Verkehrsmittel (inkl. Energieträger)

Die Wahl der öffentlichen Verkehrsmittel (Bus, U-Bahn, S-Bahn, Straßenbahn) beeinflusst die Höhe der spezifischen Emissionen in großem Umfang, da diese aufgrund ihrer physischen Eigenschaften (Größe und Gewicht, Antriebsart und Energieträger etc.) unterschiedliche spezifische Energieverbräuche aufweisen. Auf die detaillierten Einflussfaktoren der jeweiligen Verkehrsmittel wird an dieser Stelle nicht genauer eingegangen, da sich diese zum größten Teil den bereits ausgeführten Faktoren der Bereiche Bahn und Auto decken und im Rahmen der vorliegenden Genauigkeit nicht signifikant sind.

Das bei einer ÖPNV-Fahrt genutzte Verkehrsmittel kann im Rahmen dieser Bilanzierung nicht explizit berücksichtigt werden, sondern fließt lediglich implizit über die Häufigkeitsverteilung in den durchschnittlichen Emissionsfaktor ein.

7.6.3 Ö3 – Auslastung

Die Auslastung der ÖPNV-Verkehrsmittel bestimmt in großem Maße die spezifischen Emissionen, da sich die absoluten Emissionen einer Fahrt anteilig auf die Anzahl der Fahrgäste verteilen. Im Rahmen der vorliegenden Genauigkeit ist es nicht möglich, die Auslastung einer individuellen ÖPNV-Fahrt abzubilden. Die Auslastung fließt als Durchschnittswert in die Berechnung des durchschnittlichen Emissionsfaktors ein.

VDR-Standard Ö3

Das CO₂-Geschäftsreisereporting berücksichtigt die Auslastung.

Methode: Der VDR-Standard nimmt eine durchschnittliche verkehrsmittelübergreifende Auslastung an.

7.7 Methode im Überblick

Faktor	Methode	Öffentlich verfügbare Datenquelle
Ö1 – Distanz	Annahme einer durchschnittlich zurückgelegten Strecke	Eigene Abschätzung nach Recherche
Ö2 – Verkehrsmittel	Annahme einer durchschnittlichen Verkehrsmittelwahl	Eigene Abschätzung nach Recherche
Ö3 – Auslastung	Berücksichtigung über Durchschnittswerte	Eigene Abschätzung nach Recherche

Tabelle 28: Methode im Überblick VDR-Standard ÖPNV

8 Methode CO₂ – Bilanzierung MICE

8.1 Zusammenfassung

Dieses Kapitel fasst den VDR-Standard im Bereich MICE (Meetings, Incentives, Congresses, Events) zusammen.

8.2 VDR – Reporting Standard MICE im Überblick

Faktor	Bestandteil VDR-Standard		Methodische Umsetzung VDR-Standard		
	Bestandteil VDR-Standard	Mögliche Verfeinerung, aber im VDR-Standard nicht notwendig	Detailliert	Abschätzung über mehrere, fallweise verschiedene Konstanten	Abschätzung über Pauschalen
V1: Venue: Energieverbrauch	x		x	-	-
V2: Venue: Energiemix	x		-	x	-
V3: Venue: CO ₂ - Intensität	x		-	x	-
V4: Venue: Wasserverbrauch	x		x	-	-
V5: Venue: Abwasser & Abfall	x		x	-	-
V6: An- & Abreise	x		x	-	-
V7: Übernachtung	x		x	-	-
V8: Catering	x		-	-	x
V9: Warentransport	x		-	-	x

Tabelle 29: Erfasste Faktoren im VDR-Standard MICE

8.3 Variablen und Berechnungsformeln

Folgende Formeln werden zur Berechnung der Gesamtemissionen einer Veranstaltung benötigt:

Emissionen des Veranstaltungsortes:

$$CO2e_V = C_S * f_S + C_H * f_H + C_W * f_W + C_A * f_A + C_M * f_M$$

Emissionen des Caterings:

$$CO2e_C = C_C * f_C$$

Emissionen des Warentransports:

$$CO2e_W = \sum_i D^i * f^i_D$$

Gesamtemissionen:

$$CO2e = CO2e_V + CO2e_R + CO2e_U + CO2e_C + CO2e_W$$

Variable	Beschreibung	Einheiten	Beschrieben in
C _S	Tagesstromverbrauch	kWh	VDR – Standard V1
C _H	Tageswärmeverbrauch	kWh	VDR – Standard V1
C _W	Tageswasserverbrauch	l	VDR – Standard V3
C _M	Tagesmüllaufkommen	kg	VDR – Standard V4
f _S	Emissionsfaktor für Strom nach Land	kg CO ₂ / kWh	VDR – Standard V2
f _H	Emissionsfaktor für Wärme nach Land	kg CO ₂ / kWh	VDR – Standard V2
f _W	Emissionsfaktor für Wasserbereitstellung nach Land	kg CO ₂ / l	VDR – Standard V3
f _A	Emissionsfaktor für Abwasserentsorgung nach Land	kg CO ₂ / l	VDR – Standard V4
f _M	Emissionsfaktor für Abfallentsorgung nach Land	kg CO ₂ / kg	VDR – Standard V4
C _C	Gesamtkosten des Caterings	€	VDR – Standard V7
f _C	Emissionsfaktor für Catering	kg CO ₂ / €	VDR – Standard V7
D ⁱ	Gefahrene Distanz je Transportfahrzeugtyp (i)	km	VDR – Standard V8
f _D ⁱ	Emissionsfaktor je Transportfahrzeugtyp (i)	kg CO ₂ / km	VDR – Standard V8
CO2e _R	Emissionen der An- und Abreisen	kg	VDR – Standard V5
CO2e _U	Emissionen der Übernachtungen	kg	VDR – Standard V6
CO2e _C	Emissionen des Caterings	kg	VDR – Standard V7
CO2e _W	Emissionen des Warentransports	kg	VDR – Standard V8
CO2e _V	Emissionen des Veranstaltungsortes	kg	-
CO2e	Gesamtemissionen der Veranstaltung	kg	-

Tabelle 30: Variablen der Methode MICE des VDR-Standards

8.4 Einflussfaktoren auf die CO₂ – Emissionen einer MICE im Einzelnen

8.4.1 Faktoren, die den CO₂ – Ausstoß einer MICE beeinflussen

Veranstaltungen, Kongresse und Tagungen sind durch einen hohen Energieverbrauch gekennzeichnet. Neben den Emissionen des Tagungsortes kommt umfangreiche Reisetätigkeit der Teilnehmer, u.U. Übernachtungen am Tagungsort sowie Catering hinzu. Die Emissionen der MICE entstehen also durch folgende Punkte:

- Veranstaltungsort (folgend Venue genannt)
- An- und Abreise
- Unterkunft & Hotelübernachtungen
- Catering
- Warentransport

8.4.2 V1 – Energieverbrauch Veranstaltungsort

Der Veranstaltungsort, d.h. das Veranstaltungsgebäude oder -gelände trägt seinen Anteil an den veranstaltungsbezogenen CO₂-Emissionen. Zu den typischen Bereichen gehören hier die Gebäudebeheizung, der Stromverbrauch, Frischwassererzeugung sowie Abwasser- und Müllentsorgung. Die Methodik ist prinzipiell mit der bei Hotels vergleichbar. Jedoch besteht, im Gegensatz zu den Hotelübernachtungen, eine bessere Möglichkeit, die notwendigen Daten zu erhalten. Die jeweiligen Berechnungsgrundlagen sind relativ leicht über die Verbrauchsrechnung z.B. die Stromrechnung zu erfahren. Der Betreiber des Veranstaltungsortes verfügt i.d.R. über die notwendigen Daten.

VDR - Standard V1

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt den Energieverbrauch des Veranstaltungsortes.

Methode: *Der Energieverbrauch umfasst Strom und Heizung/Kühlung (in KWh). Er wird wie folgt bestimmt:*

- *Der Betreiber des Veranstaltungsortes ermittelt den Tagesbedarf anhand der Abrechnungen von Strom-, Gas und Warmwasser und teilt diesen dem Nutzer mit.*
- *Sollte dies nicht möglich sein, bietet der VDR-Standard anhand der Dauer der Veranstaltung sowie der Anzahl der Teilnehmer einen Defaultwert des Energieverbrauchs.*

Der Energieverbrauch des Veranstaltungsortes wird anteilig auf die jeweilige Veranstaltung umgeschlagen, d.h. anteilig an der gemieteten Fläche sowie in Abhängigkeit der Dauer. Nutzt eine Veranstaltung nur 50 % der Räumlichkeiten des Veranstaltungsortes, werden ihr auch nur 50 % des Energieverbrauchs zugerechnet.

8.4.3 V2 – Energiemix des Veranstaltungsortes

Wie bei Hotels kommen auch bei Veranstaltungsorten verschiedene Energieträger zum Einsatz: Strom, Gas, Öl, Kohle, Fernwärme sind möglich. Das genaue Verhältnis der Primärenergieträger zueinander wird Energiemix genannt. Jeder hat einen anderen CO₂ - Emissionsfaktor, also muss der Anteil eines jeden mit in die Berechnung des verursachten CO₂ des Energieverbrauchs der Veranstaltung einfließen.

VDR - Standard V2

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt den Energiemix des Veranstaltungsortes.

Methode:

- Falls bei V1 der Veranstaltungsort Strom und Warmwasser selbst erzeugt, wird das CO₂ direkt berechnet.
- Falls bei V1 der Veranstaltungsort Strom und Warmwasser extern bezieht oder mit Defaultwert abgeschätzt wird, kommt ein durchschnittlicher Energiemix (i.d.R. der des Landes) zum Einsatz. Die Daten zum Energiemix sind dem OECD Strommix bzw. Quellen der IEA entnehmbar.

8.4.4 V3 – CO₂ Intensität der Energieträger im Land

Vor allem für die Faktoren Strom und Fernwärme können die CO₂ – Emissionen für deren Erzeugung von Land zu Land variieren, daher muss in die Emissionsbestimmung des Veranstaltungsortes die CO₂ – Intensität der Energieträger des entsprechenden Landes einfließen.

VDR - Standard V3

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt die CO₂ - Intensität der Energieträger.

Methode: Falls der Veranstaltungsort den Strom und / oder die Wärme- und Kühlung selbst erzeugt, wird das CO₂ direkt berechnet:

- Energieverbrauch in KWh mit CO₂ - Emissionsfaktor des eingesetzten Energieträgers (Öl, Gas, Kohle)
Bezieht der Veranstaltungsort Strom und Energie für Kühlung / Heizung von extern wird CO₂ wie folgt berechnet:
- Strom, Heizung, Kühlung in KWh verrechnet mit länderspezifischen Energiemix des Landes

Die CO₂ - Intensität des Stroms im Land lässt sich mit dem GHG Tool „GHG emissions from purchased electricity“ berechnen:

<http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/>

Die anderen CO₂ – Emissionsfaktoren sind einheitlich und aus öffentlich zugänglicher Literatur entnehmbar.

8.4.5 V4 – Wasserverbrauch des Veranstaltungsortes

Neben der Energie zum Heizen, Kühlen und Strom benötigt der Veranstaltungsort im laufenden Betrieb Wasser, vor allem für den Betrieb der sanitären Einrichtungen und den Betrieb gastronomischer Einrichtungen. Dieser Verbrauch muss in die CO₂ - Emissionsbestimmung mit einfließen. Wie beim Wasserverbrauch im Hotel besitzt der Faktor auch hier eine geringere, aber nicht zu vernachlässigende Bedeutung. Daher wird er pauschal berücksichtigt.

VDR - Standard V4

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt den Wasserverbrauch des Veranstaltungsortes.

Methode: Es kommt ein pauschaler Emissionsfaktor für den Wasserverbrauch zum Einsatz. Die Menge des verbrauchten Wassers wird entweder über die Verbrauchsrechnung abgelesen oder anhand der Dauer der Veranstaltung sowie der Anzahl der Teilnehmer abgeschätzt.

8.4.6 V5 – Abfall- und Abwasserentsorgung des Veranstaltungsortes

Neben der Energieversorgung sowie dem Wasserverbrauch fällt im bei Veranstaltungen eine Menge Abfall und Abwasser an. Deren Entsorgung kostet Energie, deren Bereitstellung ebenfalls CO₂ verursacht.

VDR - Standard V5

Das CO₂ – Geschäftsreisereporting berücksichtigt die Abfall- und Abwasserentsorgung des Veranstaltungsortes.

Methode: Es kommt ein pauschaler CO₂ - Emissionsfaktor zum Einsatz. Bei Abwasser wird dieselbe Menge wie der Wasserverbrauch angenommen, bei Müll kommt der durchschnittliche Menge an anfallenden Müll je Veranstaltung zum Einsatz.

8.4.7 V6 - Anreise und Abreise

Die Reisetätigkeit der Teilnehmer der Veranstaltungen muss im Rahmen des Geschäftsreisereporting erfasst werden. Dazu gehören:

- Flug
- Bahnfahrt
- Mietwagen
- Öffentlicher Personennahverkehr
- Taxifahrten
- Transferleistungen

VDR - Standard V6

Das CO₂– Geschäftsreisereporting bestimmt die CO₂ - Emissionen der An- und Abreise aller Teilnehmer.

Methode: Die CO₂-Emissionen der An- und Abreise per Bahn, Flug und Mietwagen werden nach den Kriterien im Rahmen des Standards bestimmt. Die CO₂ – Emissionen für Taxifahrten und Öffentlicher Nahverkehr werden pauschal bestimmt.

8.4.8 V7 - Unterkunft & Hotelübernachtungen

Gehen Veranstaltungen und Kongresse über mehrere Tage, sind in der Regel Übernachtungen der Teilnehmer erforderlich. Diese sind Teil der Veranstaltung und somit zu bilanzieren.

VDR - Standard V7

Das CO₂– Geschäftsreisereporting bestimmt die Emissionen der Übernachtungen aller Teilnehmer.

Methode: Zur Anwendung kommt die Bestimmungsmethode nach Kapitel 4 des VDR – Standards.

8.4.9 V8 - Catering

Buffets und andere gastronomische Angebote sind häufig Bestandteil von Veranstaltungen und für einen relevanten Teil der CO₂-Emissionen verantwortlich. Über den finanziellen Gesamtumsatz des Catering-Services lassen sich Rückschlüsse bezüglich der korrelierten CO₂-Emissionen ziehen.

VDR - Standard V8

Das CO₂– Geschäftsreisereporting bestimmt die Emissionen des Caterings.

Methode: Die Höhe der CO₂– Emissionen wird über den Umsatz des Catering bestimmt.

Die CO₂ - Emissionsfaktoren. lassen sich über den atmosfair-Veranstaltungsrechner beziehen.

8.4.10 V9 - Warentransport

Der Transport von Messeutensilien wie Aufsteller, technisches Gerät (Beamer, Beleuchtung etc.) wird in der Regel mit einem oder mehreren LKW zum Veranstaltungsort gebracht. Dessen Treibstoffverbrauch verursacht CO₂– Emissionen die einfließen müssen.

VDR - Standard V9

Das CO₂– Geschäftsreisereporting bestimmt bei Veranstaltungen die CO₂ - Emissionen des Transportes von Materialien (Messestände etc.).

Methode: Die CO₂ – Emissionen werden auf Basis des Durchschnittsverbrauchs des Verkehrsmittels (in der Regel ein LKW) und der Transportstrecke bestimmt. Deren Länge kann entweder den Speditionspapieren, dem zugehörigen Auftrag entnommen werden oder mittels des Entfernungsrechners (wie Flug und Bahn) berechnet werden.

8.5 Methode für VDR Standard MICE im Überblick

Faktor	Methode	Öffentlich verfügbare Datenquelle
V1: Ort: Energieverbrauch	- Bestimmung Verbrauchswerte von Energie- und Warmwasserversorger - Abschätzung anhand Dauer und Teilnehmer	Daten vom Veranstaltungsort
V2: Ort: Energiemix	Für die Veranstaltungsort wird der Energiemix (Verhältnis Strom und Wärme) des jeweiligen Landes zu Grunde gelegt.	IAE
V3: Ort: CO ₂ - Intensität	Je Land kommt ein Emissionsfaktor für Strom und einer für Wärmeproduktion zum Einsatz	IAE, GHG
V4: Ort: Wasserverbrauch	Emissionsfaktor für Wassergewinnung * durchschnittlicher Wasserverbrauch der Veranstaltung	VDR – Standard, atmosfair
V5: Ort: Abwasser & Abfall	Emissionsfaktor für Abwasserentsorgung und Aufbereitung * durchschnittlicher Wasserverbrauch je Übernachtung bzw. durchschnittliche Menge Abfall (in kg)	VDR – Standard, atmosfair
V6: An- & Abreise	Flug, Bahn, Mietwagen (siehe entsprechende Punkte im VDR Standard)	VDR – Standard
V7: Übernachtung	Siehe entsprechenden Punkt im VDR Standard	VDR – Standard
V8: Catering	Abschätzung	atmosfair
V9: Warentransport	Berechnung anhand der TKM und Verbrauch des LKW	GHG, DEFRA, eigene Transportpapiere, atmosfair

Tabelle 31: Methoden des VDR-Standards MICE

8.6 Genauigkeit der Faktoren für den VDR – Standard MICE

Die erreichte Genauigkeit beträgt:

Faktor	Relatives Optimierungspotential CO ₂	Genauigkeit des Faktors (Datenquellen)	Fehlerprozentpunkte des CO ₂ -Ergebnisses
V1: Ort: Energieverbrauch	10 %	± 5 %	0,5 %
V2: Ort: Energiemix	5 %	± 25 %	1,25 %
V3: Ort: CO ₂ - Intensität	5 %	± 25 %	1,25 %
V4: Ort: Wasserverbrauch	5 %	± 5 %	0,25 %
V5: Ort: Abwasser & Abfall	5 %	± 5 %	0,25 %
V6: An- & Abreise	50 %	± 10 %	5 %
V7: Übernachtung	5 %	± 25 %	1,25 %
V8: Catering	5 %	± 20 %	1 %
V9: Warentransport	10 %	± 20 %	2 %
Gesamt	100 %		11,75 %

Tabelle 32: Optimierungspotential und Genauigkeit der Faktoren des VDR-Standards MICE

9 Quellenverzeichnis

- BOEING 2009: Blended Winglets Improve Performance. In:
http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_03_09/article_03_1.html,
(10/2012)
- BURKHARDT AND KÄRCHER 2011: Global radiative forcing from contrail cirrus. In:
Nature Climate Change 1, S. 54–58 (2011)
- CPD 2012: What we do. In:
<https://www.cdproject.net/en-US/Respond/Pages/companies.aspx>, (04/2012)
- DESTATIS 2012: Noch nie so viele Fahrgäste bei Bussen und Bahnen wie 2011. In:
https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/04/PD12_122_461.html, 04/2012
- DFT 2011: National Travel Survey 2010. In:
<https://www.gov.uk/government/publications/national-travel-survey-2010>, (07/2011)
- DOT 2009: Public Transportation's Role in Responding to Climate Change. In:
<http://www.fta.dot.gov/documents/PublicTransportationsRoleInRespondingToClimateChange.pdf>, (01/2009)
- EG VO 443/2009: EU-Verordnung zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen im Rahmen des Gesamtkonzepts der Gemeinschaft zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen. In:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0063:008:de:PDF>,
(04/2009)
- ERNST&YOUNG 2010: Action amid uncertainty. The business response to climate change. In:
[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Action_amid_uncertainty_-_The_business_response_to_climate_change/\\$FILE/EY_Action_amid_uncertainty_-_The_business_response_to_climate_change.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Action_amid_uncertainty_-_The_business_response_to_climate_change/$FILE/EY_Action_amid_uncertainty_-_The_business_response_to_climate_change.pdf), (2010)
- GHG 2011: Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. In:
<http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/Corporate%20Value%20Chain%20%28Scope%20%29%20Accounting%20and%20Reporting%20Standard.pdf>, (11/2011)
- IPCC 1999: Aviation and the global Atmosphere: a special report of Working Groups I and III. Cambridge University Press, Cambridge, 1999
- LEE, DAVID S. ET AL 2009: Aviation and global climate change of the 21st century. In:
Atmospheric Environment 43, Issues 22–23, S. 3520–3537 (2009)
- PEETERS AND WILLIAMS 2007: Air transport greenhouse gas emissions. In:
Peeters, P. M. (Ed.) Tourism and climate change mitigation, S. 29-50 (2007)
- WAGNER, HERMANN-JOSEF ET AL. 2007: CO₂-Emissionen der Stromerzeugung. In:
BWK Bd. 59 Nr. 10 (2007)
- VDV 2012: Datenbank „Umwelt & Verkehr“. In:
http://www.vdv.de/nachhaltigkeit/umweltdatenbank/index.html?pe_id=184, (11/2012)

VFU 2012: VfU Kennzahlen. In:
<http://www.vfu.de/default.asp?Menu=20>, (11/2012)

10 Ansprechpartner:Innen

VDR

Sandra Jahn
Verband Deutsches Reisemanagement e.V.
Email: jahn@vdr-service.de
Telefon: 069 69522927

atmosfair

Dr. Dietrich Brockhagen
Atmosfair gGmbH
Email: brockhagen@atmosfair.de
Telefon: 030 627 3550 0

Cathleen Herrich
Atmosfair gGmbH
E-Mail: herrich@atmosfair.de
Telefon: 030 1208 4802 0