

运输和物流业的温室气体排放计算

概念

方法

示例

出版说明

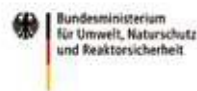
运输和物流业的温室气体排放计算 (2011年4月)

作者: Martin Schmied 工程硕士
环保研究院协会
Schicklerstraße 5-7, 10179 柏林
(E-Mail: M.Schmied@oeko.de)
和
Wolfram Knörr 经济工程硕士
ifeu - 海德堡能源与环境研究所, Wilckens Straße 3, 69120 海德堡
(E-Mail: Wolfram.Knoerr@ifeu.de)

编辑修订: Christa Friedl 工程硕士
Wissenschaftsjournalistin Huelser
Straße 487, 47803 克雷费尔德
(E-Mail: Christa.Friedl@web.de)

发行人: DSLV 德国运输和物流协会 Weberstraße 77, 53113 波恩
www.dslv.org, www.spediteure.de
联系方式: Frank Huster 国民经济学硕士
电话: +49 (0) 228-91440-0
(E-Mail: FHuster@dslv.spediteure.de)

制作: The Office Cross Media GmbH 有限
责任公司
Medien Design und Produktion
Pferdmengesstraße 30, 50968 科隆



受联邦环境、自然保护和核反应堆安全部 (BMU) 委托, 执行本指导手册所依据的研究开发计划。作者对内容负责。

本指导手册中提供的信息均经过仔细研究、检验和处理。但不能保证所有信息的表达在任何时候都完整、正确且具有现实意义。DSLVL 因此明确表示, 本指导手册仅包含一般信息, 在具体情况中不得替代以本手册中所含专业信息为依据的法律措施咨询或其他措施咨询。对于并非蓄意或粗心大意而导致的错误信息, DSLVL 和作者对此不承担任何责任。

本指导手册的内容受版权著作法保护。无发行人的同意, 任何版权著作法限定用途以外的应用都是不允许的并且将受到法律制裁。特别是在电子系统中进行复制、编辑、翻译、拍摄微型胶片、保存和加工等行为。



目录

1	DSL V 和 UBA 前言	4
2	指导手册的方针	6
3	物流业的气候保护和碳足迹	10
4	前期需要了解的基础知识	12
5	标准和规则 - 有哪些框架条件?	14
6	消耗量值和排放量标准化的途径	18
7	分摊: 单个包裹的消耗量和排放量	23
8	运输的计算方法: 多种方式, 一个目的	26
9	如何测量能源消耗量?	28
10	在无消耗量数据的情况下, 快速达到目标	30
11	详细介绍以距离为依据的计算	37
12	建筑、仓库和转运设备的计算	40
13	结果, 现在怎么办?	44
14	其他有用信息	46

在高度发展、工作细分和国际化的国民经济中，交通使用无疑是不可避免的。尤其是货物运输不是目的本身，而是成为了工业、商业和国民全球供应的基础。运输公司承担着中央的组织和决策功能。交通所引起的环境负担也是无可争辩的，因此物流业所有参与人员承担了保护自然环境的责任。因此 DSLVL 原则上支持联邦交通、建设和城市发展部在货物运输和物流业活动规划中规定的目标，支持运输增长和环境及气候保护目标之间的兼容。

欧盟委员会在他们的白皮书中为运输业规定的温室气体减排目标高达 60%，但从今天的角度看，这个目标的雄心未免有些太大了。可以预见的是，由于运输增长仅仅是从道路货运转为其他的运输载体，和生物燃料的用量增加一样，二者都收效甚微。这两种措施的潜力太过有限。倒不如国家和经济体共同来实施可以降低温室气体排放的多种组合措施。高效的基础设施、所有运输载体的新型驱动技术以及严格检测现有的物流供应结构和供应链，将帮助我们打造一个低排放的货物物流业。已有的单独的组织和技术措施，只有当它们首先是以节约为目标时，才能发掘出可观的生态合理化潜力以及对环境的积极影响。实施节能措施不仅对成本的降低有影响，而且对企业的碳足迹也具有积极的影响。

温室气体排放，首先是二氧化碳排放，即使在这里只考虑部分“绿色物流”的观点，它明显已经成为实施“绿色”物流活动程度的标尺。纯粹的排放量测量满足的不仅是目的本身。和任何其他行业一样，货运和物流业的温室气体排放量计算可以为减排提供知识辅助和依据。只有能够确定自己所造成排放量的实际规模，才能由此制定出减少或避免排放的策略。但重要的是首先应追求可实现的“最佳情况”，而不是去追求“最大”。

目前原则上已经能够计算货运、物流和运输企业造成的温室气体排放量，但大多还是以不同方法和标准中不统一的假设为依据。随着货运服务愈加全球化和多样化，收集温室气体排放量也越来越难。因为要求提供货运部门造成的温室气体排放量的呼声越来越高，因此标准化的测量方法非常重要。但目前可以使用的 CO₂ 计算工具在“精确性”和“透明性”之间存在目标冲突。市场所提供物流服务的多样性明确显示出，为了描绘准确的温室气体排放量，数量和结合方法所依据的前提是非常高的。

应在一个欧洲标准，也就是 EN 16258（DSLVL 也积极参加了此份标准的制订）中总结运输和物流公司 CO₂ 排放量计算的各种方法。另外，它还含有单个包裹以及部件装载排放量计算的标准化方法以及获得转包商数据的途径。此欧洲标准将于 2012 年 12 月面世。

为了在开始货运的时候就能计算温室气体排放量，DSLVL 决定出版由联邦环境、自然保护和核反应堆安全部研究基金会制订的指导手册，用以对已有的和未来的温室气体排放量计算方法进行解释说明。

Mathias Krage
德国货运和物流协会 (DSLVL) 主席

联邦环境局 (UBA) 前言

在为公司提供原材料和初级产品以及为消费者提供日用品和消费品的过程中，货物运输是不可或缺的。它是工作细分生产和充分货物供应的一个重要的前提条件。区域之间的贸易交流越紧密以及区域之间的距离越远，货物运输也就越多。

整个德国在货物运输上的支出（从运输开始到运输结束），在 2000 年和 2009 年期间上涨了 17%，而且预计在未来十几年还将继续增长。联邦交通部（BMVBS）在一份预测中认为，到 2025 年，道路货物运输相对于 2004 年将有 79% 的增长。这种发展的不利之处在于，货物运输的负面环境作用也因此增加，首先是对气候有害的二氧化碳（CO₂）的排放。货物运输部门必须为 CO₂ 减排做出比以前更大的贡献。为了在一家物流公司形成减排的主动性，一个基本的前提条件是了解企业 CO₂ 排放的范围和源头。这样才能看到能源消耗出现在哪儿、如何出现以及怎样才能以最高效的方式降低排放量。如果向客户解释这种生态承诺，它带来的不仅仅是直接的成本节约，此外还将带来竞争优势。

为了支持货运和物流公司的气候保护努力，BMU 和 UBA 启动了一项物流链排放监控的研究计划，本指导手册中也收录了此项研究计划的成果。

只有了解以后，才能施加影响力。

Jochen Flasbarth
联邦环境局局长

2 指导手册的方针

为什么制订指导手册？

温室气体排放量计算根本上不是什么新鲜事务。几年前很多企业，其中也包括货运和物流行业的公司，就已经计算了产品和服务的二氧化碳值。但是：所采用的计算方法非常繁多，结果的可靠性却常常受到质疑，结果的评估也非常复杂。

一些示例：

我们常常认为生物燃料不会造成温室气体排放。这种假设是错误的，因为种植、收获和运输制造燃料所需的植物时消耗了能源，即使在生物燃料的真正生产过程中，也产生了排放。

一些公司在排放量计算时没有考虑所使用车辆的空驶比例。结果是所得出的数值仅展示了部分事实。

航空运输的计算常常也不准确，当用同一架飞机运送货物和乘客时，没有一种方法能准确划分所得到的排放量。

本指导手册将为物流行业的能源消耗和温室气体排放量计算，提供更多的**精确性、透明性和统一性**。具体来说：当我们计算燃料和能源消耗以及由此造成的排放时，我们必须明确所使用的数值是为哪些车辆和路段计算的、哪些换算因数是正确的以及单个包裹消耗量和排放量是如何划分的。

从来没有接触过排放平衡的人将认识到，计算过程是复杂且高成本的，但不是不可能的。本指导手册还将说明如何使用和使用哪些**公式**以及为此需要哪些**背景信息**。

借助背景信息和计算辅助的指南说明指导手册的结构：

各章内容的分布情况

- 向计算燃油消耗量和温室气体排放量的公司，必须了解原则上的关系、概念和标准。第3、4、5章含有所需的气候保护和碳足迹基础知识。
- 此外第5章还介绍了“运输服务业能源消耗和温室气体排放计算和说明方法”的CEN标准草案 (prEN 16258:2011)。这个标准将在欧洲范围内首次对计算方法进行统一并成为本指导手册中所有阐述和计算举例的依据。
- 第6章是实践内容。了解自己计算燃料和电能消耗量的货运公司，在这里可以得到固定的**换算因数和计算公式**，通过它们可以为特定的运输线路计算出标准化的能源消耗量和温室气体排放量。
- 第7章关注的**分摊**：所计算的消耗量和排放量在单个包裹上是如何划分的？
- 第8章介绍了标准草案中允许的各种**计算能源消耗量的方法**（测量和计算）。
- 第9章展示了**能源消耗量测量**的各种不同方法以及CEN标准草案的规定。
- 如果没有汽车消耗量和利用率数据，可以借助**距离的假设**进行计算。第10章说明了如何根据货车、铁路、船只和飞机进行划分。

- 第 11 章详细说明了货车的**基于距离的计算**。
- 不仅仅是汽车，**建筑、仓库和货物转运**也会消耗能源并产生排放。第 12 章提供计算辅助信息。
- 最后第 13 章说明了如何对结果进行正确的评估和解释。

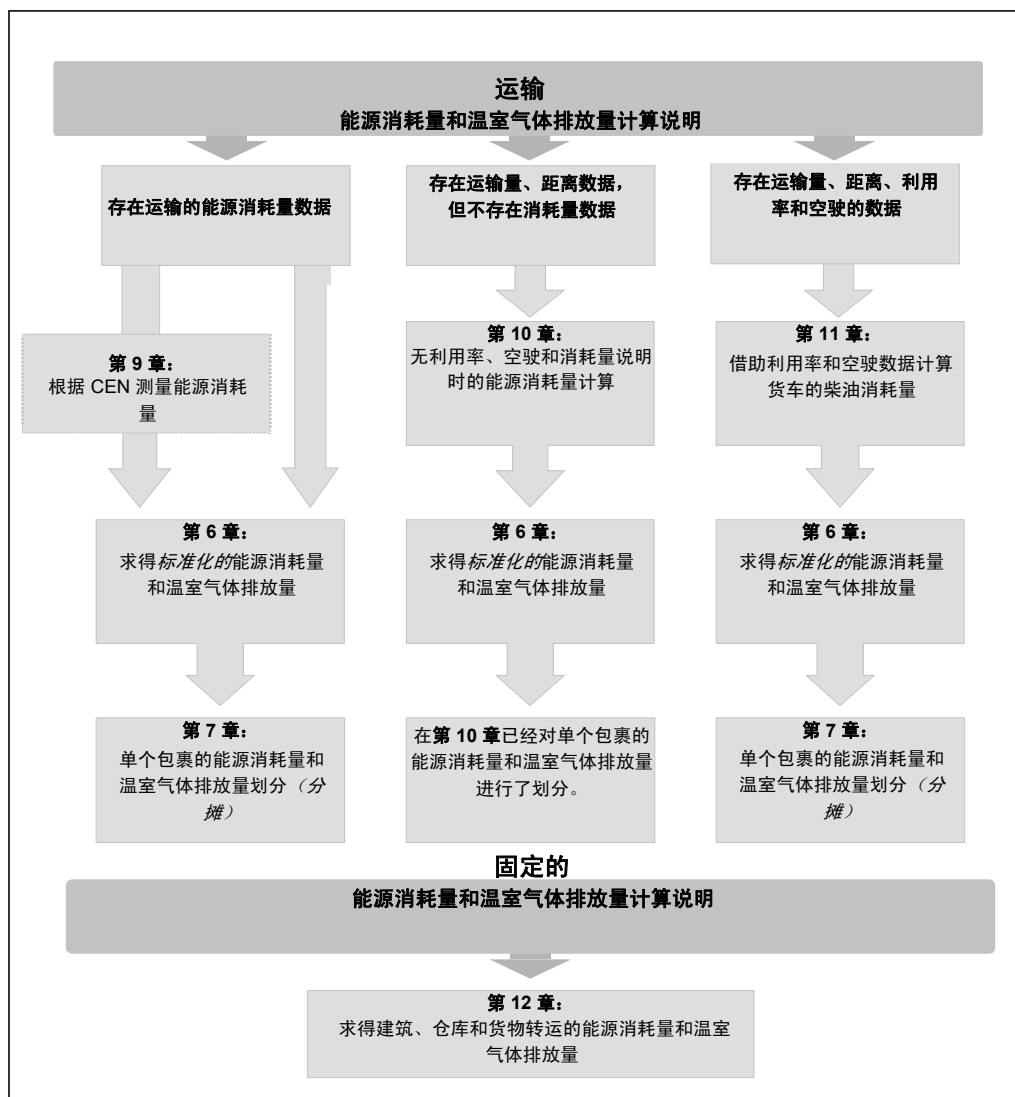


图 1：指导手册的指南

此外还应知道：

CEN 标准草案作为依据

本指导手册的**依据**是第一份官方 **CEN 标准草案 prEN 16258:2011**（2011 年 3 月）。即使在制订本指导手册时有些内容还没有最终确定，但当前的草案还是能提供了一种可以得到真实结果的非常实用的计算方法。目前它已经实现了可靠的计算，因为可以肯定这种方法不会再有变化。因此能源消耗量和排放量的换算因数目前还在讨论之中。2012 年年底将出版的标准考虑了单独交通工具的排放因数，将引用可靠的信息来源。这些来源同样是本指导手册中所使用因数的依据。

说明、换算因数和计算示例原则上适用于**德国和欧洲**。通过飞机和铁路进行的国际运输也可以根据本指导手册的规定进行计算。

每章在实践部分都包含实施了 CEN 标准草案的规定并详细说明如何操作的一个或多个简单的**计算示例**。需要注意的是，在所有示例中用四舍五入后的中间结果继续计算。

本指导手册当然不能考虑到实践中可能涉及到的所有运输和计算案例，特别不可能考虑到铁路、船只和飞机这些运输载体的所有情况。这些交通工具以及专用货车运输的详细操作方法的说明必须引用其他文献。

对读者的价值

总结：本指导手册提供**两类价值**。其中一种是通过**计算示例**展示根据新的 CEN 草案标准可以可靠实际地计算哪些消耗量和排放量。另外，它还提供**计算所需数值**，例如燃料和电能的换算因数、特殊的能源消耗量、各种燃料和运输工具的数据、温室气体和制冷剂气候影响的因数。此外通过 CEN 标准草案和此前通常使用的相关数值的对比，本指导手册明确了它们之间的差异。

本指导手册还对一条非常简单，但常常被遗忘的信息给予了足够的重视，也就是：结果和数据源一样有用。为一种特定的运输方式直接测量的数值越多，结果越接近实际。但是在实际情况中，常常没有真实的数值可用。因此本指导手册展示了如何通过数据库中的数据得到有用的结果。

可以使用哪些方法呢。**重要的是读者为最终结果所选择的操作方法是可行的。因此必须解释得到结果的方法。只有明确了通过哪种方法以及在哪些条件下得到数据，数据才能转化为明确的结论。只有这样才能对结果进行评估，才能对数值和气候保护措施的正确选择进行比较。**

本指导手册的后续内容介绍了将能源消耗量数据换算为标准化能源消耗单位 MJ 以及温室气体排放量的因数：

	能源消耗量			温室气体排放量 (CO ₂ e = CO ₂ 等值)		
	单位	直接结果(TTW)	总计(WTW)	单位	直接结果(TTW)	总计(WTW)
德国柴油	MJ/L	35,7	41,4	kg/L	2,50	2,94
煤油	MJ/kg	42,8	49,0	kg/kg	3,18	3,59
船只的重油	MJ/kg	40,4	45,5	kg/kg	3,15	3,39
德国铁路电能	MJ/kWh	3,6	10,8	kg/kWh	0,000	0,574
德国电能	MJ/kWh	3,6	10,0	kg/kWh	0,000	0,589
德国集中供暖	MJ/kWh	3,6	4,1	kg/kWh	0,000	0,253
天然气热值	MJ/kWh	3,6	4,1	kg/kWh	0,202	0,249
天然气燃烧值	MJ/kWh	3,2	3,7	kg/kWh	0,182	0,225
燃料油	MJ/kg	35,8	42,0	kg/kg	2,67	3,15

不同运输工具和车型的每吨千米的平均消耗量值也有所区别：

运输工具/汽车	能源	单位	轻质品	中等体积货物	散装货物
小于 7.5 吨的货车	传统	L/tkm	0,140	0,078	0,063
7.5 - 12 吨的货车	传统	L/tkm	0,108	0,061	0,050
12-24 吨货车	传统	L/tkm	0,063	0,036	0,029
24-40吨的重型卡车/半挂车	传统	L/tkm	0,038	0,023	0,020
电驱动火车	铁路电能	kWh/tkm	0,042	0,032	0,028
柴油驱动的火车	传统	L/tkm	0,011	0,009	0,008
集装箱货轮	重油	kg/tkm	0,0089	0,0051	0,0037
散装货轮	重油	kg/tkm	x	x	0,0017
内陆货轮	传统	L/tkm	x	x	0,0114
货运飞机	煤油	kg/tkm	0,148	x	x
机腹货运	煤油	kg/tkm	0,258	x	x

借助上述表格计算的每吨千米从油井到车轮的温室气体排放量：

运输工具/汽车	能源	单位	轻质品	中等体积货物	散装货物
小于 7.5 吨的货车	传统	g CO ₂ e/tkm	412	229	185
7.5 - 12 吨的货车	传统	g CO ₂ e/tkm	318	179	147
12-24 吨货车	传统	g CO ₂ e/tkm	185	106	85
24-40吨的重型卡车/半挂车	传统	g CO ₂ e/tkm	112	68	59
电驱动火车	铁路电能	g CO ₂ e/tkm	24	18	16
柴油驱动的火车	传统	g CO ₂ e/tkm	32	26	24
集装箱货轮	重油	g CO ₂ e/tkm	30	17	13
散装货轮	重油	g CO ₂ e/tkm	x	x	6
内陆货轮	传统	g CO ₂ e/tkm	x	x	34
货运飞机	煤油	g CO ₂ e/tkm	531	x	x
机腹货运	煤油	g CO ₂ e/tkm	926	x	x

3 物流业的气候保护和碳足迹

政府、媒体和环保组织警告的气候变化和地球变暖的后果，所指的是人类所引起的（源于人类活动的）温室效应和降低或避免排放的战略目标。但人们常常忘记了，如果没有自然的温室效应，地球上也就不会有生命：如果大气层中的特定气体没有将一部分太阳辐射转化为热量，地球的平均温度就不是零上 15°C，而是零下 18°C 了。正是对气候有影响的痕量气体，如二氧化碳(CO₂)、臭氧、一氧化二氮和甲烷才让地球变得宜居。

源于人类活动的温室效应

在过去一百年，发电厂、工业活动以及交通运输业向大气中排放了**越来越多的温室气体**。燃油、燃气和煤在燃烧时，因为能源载体中的碳和空气中的氧气结合，也不可避免地会产生二氧化碳。这是一种很难分解的化学产物。

在社会后果和**经济后续成本**方面也可以看到持续气候变化的生态影响。根据 2006 年底发表的斯特恩报告，将全球温度上升限定为 2°C，所需年度成本占全球 GDP 的 1%。如果国家联盟继续保持不作为，这种成本还将更高。气候变化每年造成的损失将可达全球 GDP 的 5-20%。

因为全球平均温度的上升是不可避免的，国家联盟在避免重大的气候后果方面已经取得一致，**即将温度的继续上升限定为 2°C 并且截止到 2050 将源于人类活动的全球温室气体排放降低 50%**。预计将由工业化国家承担更大的比例（高达 90%）。

气候政策聚焦的物流业

德国联邦政府首先有义务截止到 2020 年（相对于 1990 年）将温室气体排放降低 40%，但并未规定哪些行业应贡献多少具体的数额。但货物运输已经被政策活动所关注。首先是欧洲政策在（**货物**）**运输**的立法上越来越多地考虑到环境立法。首先在讨论货物运输外部成本的内在化方面，环境成本扮演着重要的角色。但目前尚未解决的问题是，是否将温室气体排放作为以赋税形式进行问责的测量参数。

与此同时，所有经济部门都在讨论的问题是，如何降低他们的温室气体排放。**物流行业**早就开始了这种讨论。

可以预计到的是，不论是否由自己或分公司提供服务，物流流程都会成为运输业气候保护战略的一部分。因此越来越多的运输和物流公司开始考虑如何能降低排放量，要么将他们的公司定位成先驱者，要么为运输业或政策的可能要求做准备。运输服务提供商的关键驱动力，是通过节约尽可能减少消耗越来越贵的燃油。

标准和 CEN 标准草案 prEN 16258:2011

如果谁想高效地推动气候保护，必须首先尽可能精确且可靠地了解由他造成的**温室气体排放量**。此处的信条是：“你无法管理自己无法衡量的东西”。

计算生产产品或提供服务时产生的温室气体排放的数量和来源时，我们指的是二氧化碳 (CO₂) 或**温室气体平衡**。

但是，以前没有统一的物流服务温室气体排放量计算标准，结果是每个公司都在以不同的方式和方法进行计算。未来的欧洲标准 **EN 16258 “运输服务能源消耗和温室气体排放量计算和说明方法”**，于 2011 年初成为 CEN 草案 **prEN 16258:2011**，它规定了统一的计算方法。因此本指导手册引用了这个标准草案并显示了运输流程温室气体排放量标准化计算的方法。

为了准确描述所产生的排放量，需要标准化的计算。它可以帮助实现有针对性地投入财政工具，尽可能多地节省能源并减少排放。只有在较长的时间内根据相同的方法计算排放量，才能透明可靠地展示气候保护努力的成效。

运输业的很多公司因此认为，温室气体排放量的标准化计算方法让物流服务供应商的选择变得简单了：首先每运输吨和公里的 CO₂ 值低的，就是环保的运输。但对这种简单的方法必须提示的是：只有当运输涉及到规定的范围因素时，才能比较**不同服务提供商的标准化 CO₂ 特征值**！

即使是标准化计算的 **CO₂ 特征值**，通常也没有足够的说服力将其作为一般的参数。所以提供快速供货服务的包裹服务提供商的车辆利用率，比先集中并捆扎包裹，几天后才开始投递的竞争对手要差。即使是高度现代化的车队也无法弥补车辆利用率低造成的更高的排放量。所以即便快速供货商在环境和气候保护投入更多，但它的 CO₂ 特征值可能比更慢的竞争对手要差。

更有意义的是，运输公司测算它的物流提供商在气候保护方面实现了哪些进展。标准化计算的 CO₂ 和温室气体特征值可能成为重要的标志。它们可以帮助客观评估一个物流服务提供商的对气候保护的**努力**。

还需要明确的一点是：温室气体排放量的纯粹计算不能满足目的本身！在个别情况中，事先没有进行精确的排放量计算，便可以快速解决重要且明显的高耗能和低效部分！仅计算温室气体排放量，不去避免，而只是减少温室气体排放，对气候保护不会有什么贡献。

4 前期需要了解的基础知识

运输和物流活动所包含的内容远远大于从 A 到 B 的纯粹运输。货物必须进行转运、重新加固和临时储存。燃料、电能、热能或制冷也不仅仅只有运输过程才需要，更多时候是整个物流链都会产生温室气体排放并且在温室气体平衡中必须考虑这些排放。只有这样才能形成一个完整的图像。通常仓储和转运的排放量比例很低，但在个别情况中它们也可能具有重要意义。每次计算的一个重要问题是，应该对哪些方面进行准确总结。也就是专家所说的**确定系统边界**。

直接和间接排放

每种运输都会产生直接温室气体排放，也就是**直接排放**。这些排放取决于车型、货物、距离和燃油消耗量。但电能和燃料的生产、车辆的制造、道路的建设以及运输网络的维护同样消耗能源并产生温室气体，也就是产生**间接排放**。

计算物流服务的碳足迹时，因燃料生产而产生的间接排放**也扮演着重要的角色**。比如柴油，必须记录从开采原油、运输到炼油厂、柴油蒸馏以及运输到加油站的所有排放。对于电驱动的交通工具，例如火车，要总结生产所需的电能。

CEN 标准草案“运输服务业能源消耗和温室气体排放计算和说明方法” (prEN 16258:2011) 也规定，**必须考虑能源流程的间接能源消耗量和排放量**。因此在本指导手册中说明了直接排放量和总排放量两种计算方法。能源消耗量也是如此。与此相反，根据 CEN 标准，在计算时无需明确考虑因车辆或交通基础设施的生产、维修和处置造成的间接能源消耗量和间接排放量。

prEN 16258:2011 要求的能源消耗量和排放量定义

Well-to-Tank (油井到油箱) (能源上游供应链): 系统地记录从源头到汽车油箱的能源供给过程中的能源消耗量以及所有间接排放量。能源消耗量还包括制造能源载体过程中的损耗量，例如：发电站或高压电缆的损耗量。

Tank-to-Wheel (油箱到车轮) (车辆使用): 系统地记录车辆使用过程中的所有直接排放量。消耗量指的是能源消耗量。

Well-to-Wheel (油井到车轮) (车辆使用+能源上游供应链): 油井到油箱和油箱到车轮的总和，也就是直接排放量加上间接排放量。此处的消耗量指的是除了能源消耗量以外还包括上游供应链所有损耗量的一次能源消耗量。

能源消耗量和温室气体排放量

在物流流程中，通常因为燃料或电能的消耗而产生排放。根据消耗量用固定的换算因数计算出排放量。因此标准草案 prEN 16258:2011 要求，除了要说明类似能源单元中的温室气体排放量以外，还要说明运输服务的**能源消耗量**。因此在本指导手册中，将所有能源消耗量换算为统一的能源单位：兆焦耳。

二氧化碳 (CO₂) 是具有最广泛影响的温室气体。因此常常将 CO₂ 和温室气体 (THG) 划等号。根据京都议定书，除了二氧化碳以外，还涉及另外五种**温室气体**：甲烷 (CH₄)、一氧化二氮 (N₂O)、半卤化氟碳化合物 (HFKW)、氢氟碳化合物 (FKW) 和六氟化硫 (SF₆)。通常最后这几种微量气体不是因为燃油、燃气或燃料燃烧产生的，而是在工业过程中或者在使用过程中直接进入自然界 (例如将氟化氢作为制冷剂)。

很多运输业在过去仅结算由他们所造成的 CO₂ 排放量。但目前实行的标准却要求彻底地**计算所有的温室气体排放量**，因为有些同等数量的气体对大气的加热作用远比二氧化碳要高。因此本指导手册以所谓的 CO₂ 当量的形式对总量进行说明。Global Warming Potential (GWP)（全球变暖潜力）对 CO₂ 当量起着决定性作用：GWP 越大，这种气体对地球变暖的作用也就越大。例如一千克制冷剂 R 404A 造成的 CO₂ 当量排放量为 3.9 吨，大致相当于燃烧约 1300 升柴油所产生的二氧化碳。

在货车运输过程中，纯粹的 CO₂ 排放量和当量之间的区别很小，差额仅约为 1%。但电能生产则不同，根据不同的生产方式这个差额可达 4% 至 10%。

表 1：所选温室气体的 Global Warming Potential (GWP)（全球变暖潜力）

温室气体	化学方程式	GWP 因数 (100 a)
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷		25
一氧化二氮（笑气）	N ₂ O	298
制冷剂 R134A	CH ₂ FCF ₃	1.430
制冷剂 R404A	R143a(52%)+R125(44%)+R134a(4%)	3.922

来源：IPCC 2007；环保研究院计算。

货物的总重量（毛重）对能源消耗量和排放量计算起着决定性作用。如果用货板或以包装形式运输货物，必须考虑运输辅助装置，如货板和包装的重量。因此进行排放量计算时，一定要知道，如何运输货物以及运输辅助装置和运输包装物的重量。

货物重量

常常以所谓的**计费重量**对运输进行结算，它是一种以货物所需的运输空间为依据体积重量。因为常常使用不同的计算依据，不能将计费重量换算为**实际重量**。但精确计算能源消耗量和排放量时，原则上需要用到实际重量，才能得出正确的结果。

5 标准和规则 – 有哪些框架条件？

在计算由物流活动导致的温室气体排放量时，要考虑一系列的标准和准则。标准的选择取决于计算的目标。如果将温室气体排放量作为**整个公司**的绝对参数，人们指的则是所谓的**Corporate Carbon Footprinting（公司碳足迹）**。与单独运输的碳足迹不同，公司的碳足迹需要使用其他的要求和标准。单独运输的排放量作为**单个产品碳足迹**的一部分很重要，也就是**Product Carbon Footprinting（产品碳足迹）**。此外也可以制订**所选运输服务的碳足迹**。

表 2：最新准则和标准的比较

	公司碳足迹（Corporate Carbon Footprinting）	产品碳足迹（Product Carbon Footprinting）	运输服务的平衡
准则和标准	ISO 14064-1 以及温室气体协定书	PAS 2050; 温室气体协定书（草案）；ISO 标准（制订中）、(ISO 14040ff.)	CEN 标准草案 prEN 16258:2011
系统边界	强制自己公司的活动；自愿考虑转包商	整个价值链，与是否是自身流程或外部流程无关	整个运输链，与是否是自有车辆或下级服务提供商的车辆无关
环境特征值	所有温室气体（作为CO ₂ 当量）	所有温室气体（作为CO ₂ 当量）	所有温室气体（作为CO ₂ 当量）+能源消耗量
生产能源载体的排放量（例如柴油）	生产本身消耗的电能；其他能源载体：自愿	必须考虑	必须考虑
分摊单个包裹排放量的可靠方法	未规定	可能的物理量（例如重量），也可以使用资金量	仅物理量（优先使用重量；但还包括货板数量、运输里程、TEU等）

来源：环保研究院

公司碳足迹（Corporate Carbon Footprint）

制订**整个运输公司的碳足迹**时，首先涉及到所进行运输的排放量。此时无需了解每次运输的排放量，通常全部运输的总排放量就足够了。如果知道货车车队的总燃油消耗量，可以由此直接计算全部运输的总排放量（参见第 6 章）。在公司碳足迹的框架内无需将汽车的排放量划分（也被称为分摊）到单个包裹上。

通过大部分内容类似的 ISO 标准 14064-1 或 Greenhouse Gas Protocol（温室气体协定书）的“企业温室效应气体会计与报告标准”确定**方法基础**。温室气体协定书是一个很多公司都使用过的标准，它与 ISO 14064-1 不同的一点是，并不是通过内部的鉴定人进行检验。两个标准都共同计算了 CO₂排放量和 CO₂当量（参见第 4 章）。

具体计算的内容： 范围 1、范围 2、范围 3

这两个制订**公司碳足迹的标准**都要求对**系统边界进行明确的规定**，也就是说明明确规定碳足迹涉及公司的哪些部分。碳足迹又分为因自有车辆或公司的燃气或燃料油燃烧产生，或通过公司自己释放温室效应材料产生（**范围 1**）的直接排放和间接排放。燃料、电能、集中供暖和流程供暖的供给（**范围 2**）会产生间接排放，但转包商的服务、产品的采购和处置、燃料的生产或员工的差旅或公务旅行（**范围 3**）同样会产生间接排放量。

表 3：温室气体协定书范围 1 至 3 的各个与环境相关领域的分类

	范围 1	范围 2	范围 3
自有货车、轿车、货车、船只、飞机	X		
自有办公室/仓库的液化气/天然气以及燃油消耗	X		
自有办公室、仓库和货车的制冷剂损耗	X		
自有办公室/仓库/转运设备的电能消耗		X	
自有办公室/仓库的集中供暖消耗		X	
员工的差旅、公务旅行			X
由下级服务供应商进行的运输（货车、铁路、船只、飞机）			X
第三方的仓库和转运设备			X
能源载体的生产耗费（例如柴油）			X
产品的生产耗费（例如纸张生产）			X

来源：自有图表

根据温室气体协定书收集碳足迹的公司，必须计算范围 1 和 2，目前它们可以不用说明范围 3 的排放量。特别是那些不是由公司自己，而是由委托的承运商或转包商执行的运输，属于**范围 3**的范畴，这种业务在大多数的运输公司都占有很大的比例。如果不考虑这种排放，得出的结果将非常不完整。在开采原油、炼油厂生产柴油以及所有供应运输（例如运输到加油站）过程中产生的温室气体排放，同样属于范围 3。

产品碳足迹与此相反，它以产品或服务在整个生命周期内的温室气体排放计算为依据。如果对两种产品或服务进行比较，必须确保它们具有**相同的用途**。在比较两种不同的灯具时，不能比较发光元件，而是比较在一定的时间内产生的特定发光功率。一个产品的生命周期涵盖了整个价值链并且从原材料和初级产品的生产和运输、产品的生产和分销一直延伸到产品的使用和废弃处理。

在生产产品或服务的过程中，虽然**产品运输部分的排放量**通常在产品碳足迹中起着次要的作用，但与公司碳足迹不同的是，必须计算在运输中产生的排放量并划分为单个包裹（运输的产品）（**分摊**）。

“温室气体协定书”的“企业温室效应气体会计与报告标准”草案建议，尽可能通过物理单位进行分摊（例如通过重量或货板的数量）。如果没有相应的数据，也可以根据资金量进行分摊。在运输方面通过资金量进行分摊目前还不普遍，并且在计算运输服务的新 CEN 标准草案中也没有相应规定。

运输本身或单个包裹的碳足迹计算目前还没有专门的标准。目前尚处在制订阶段的欧洲标准“**运输服务业能源消耗和温室气体排放计算和说明方法**”将首次对运输业可以使用的方法、系统边界、分摊以及数据来源进行说明。德国标准化研究所（DIN）四月公布了**草案 prEN 16258:2011**。

产品碳足迹 (Product Carbon Footprint)

各种运输的碳足迹 - prEN 16258:2011

最终版本预计将于 2012 年 12 月问世。和每一个欧洲标准 (EN) 或 DIN 标准一样, 它也不具备法律强制性。它的使用是自愿的。

本指导手册参考了 CEN 草案并坚持用它所建议的操作方法进行计算。如果与标准草案有所出入, 将给出详尽的提示。

欧洲标准草案 (prEN) 16258:2011 “运输服务业能源消耗和温室气体排放计算和说明方法”

此标准规定了客货运输的运输服务能源消耗量和温室气体排放量计算的操作方法。另外, 此标准还规定了说明的方法, 即以何种形式与第三方沟通数值。

此标准只给出了运输方面的规定, 但不涉及固定的设施, 如转运设备或仓库 (参见第 12 章)。

以 CO₂当量的形式计算排放量。另外必须计算和说明能源消耗量。

仅说明车辆的能源消耗量和直接排放量, 是不可靠的, 还必须考虑因能源载体的供给 (如柴油) 产生的能源消耗量以及温室气体排放量。此标准含有相应的换算因数 (参见第 6 章)。

此标准规定, 必须分开计算运输所观察货物的路段的能源消耗量和排放量。计算每个路段时, 必须考虑空驶的比例。

此标准建议根据重量进行分摊。如果不能实现的话, 也可以使用其他物理单位 (例如: 货板停放位置、运输里程、集装箱停放位置)。不允许使用资金量进行分摊。必须与结果一起说明, 分摊使用了哪种物理量 (参见第 7 章)。

所观察的运输服务的能源消耗量和温室气体排放量必须说明四个参数: 油箱到车轮和油井到车轮的能源消耗量以及油箱到车轮和油井到车轮的温室气体排放量。另外除了结果以外, 还必须公布操作方法的相关信息。特别是所使用的分摊规则以及必须说明非自行测算的来自数据库的数据 (“默认值”)。

此标准没有规定数据的外部认证或检验。

prEN 16258:2011 的基本操作方法

CEN 标准草案详细规定了必须如何计算**运输服务**的能源消耗量和温室气体排放量的操作方法。其中标准草案中的运输服务指的是从发货方将货物运输到任意接收方。为了进行计算, 必须将运输分解为多个路段。在每个路段上都是由一辆特定的汽车储存被观察货物, 也就是途中不换车。这种**运输分段**在标准草案中被称为“**Leg (腿)**”。然后为每个路段计算所观察包裹的能源消耗量和排放量, 最后再与总结果相加。

通过所谓的**车辆运营系统 (VOS)**为**运输分段**计算**能源消耗量和排放量**。标准草案将车辆的循环称为 VOS, 在车辆循环的过程中可能会在某个路段运输所观察的货物。

但 VOS 不必是一个具体的车辆循环。它也可以是一条线路或路线上的全部车辆循环，或者一个所观察运输路段网络中的所有车辆循环。最后必须计算全部 VOS 的能源消耗量并最终划分给所观察的运输路段和单个包裹。首先计算出较大网络的能源消耗量和排放量，以便得出这个网络的平均值（例如每吨千米的温室气体排放量），随后的单独货运也可以使用这个平均值。目前在实践中这已经是很普遍的做法了。

必须根据标准草案分以下三步，计算运输服务（包裹）的能源消耗量和排放量：

步骤 1：将运输服务划分为多个未进行交通工具更换的小段（“Leg”）

步骤 2：计算每个“Leg”的能源消耗量和排放量：

- 确定这个路段的车辆运营系统（VOS）（实际的车辆循环、线路或路段以及整个网络；包括空驶）
- 确定这个车辆运营系统的全部能源消耗量的数量（例如以升为单位的柴油消耗量）
- 将得出的能源消耗量换算为这个车辆运营系统的标准化能源消耗量（MJ）和温室气体排放量（kg CO₂ 当量）。
- 将标准化的能源消耗量和温室气体排放量分摊给运输服务

步骤 3：将运输服务的所有“Leg”结果总和

第 6 章介绍了如何根据 CEN 标准草案计算标准化的能源消耗量和温室气体排放量。第 7 章介绍了分摊，也就是将这些数值划分到各个单独运输服务上的方法。第 8 章介绍了计算车辆运营系统能源消耗量的基本操作方法。以下章节将对操作方法进行详细说明。

6 消耗量值和排放量标准化的途径

能源消耗量和温室气体排放量的计算

通过测量可以精确得出或者自行计算出柴油、煤油、船用柴油或电能的自有消耗量的公司，借助固定的换算因数可以很容易得到特定运输路段的标准化能源消耗量和温室气体排放量。根据 prEN 16258:2011，必须说明汽车使用（油箱到车轮）和能源供给（油井到车轮）的这两个数据。第 7 章说明了如何将能源消耗量和排放量划分到单个包裹上。

如果已经测量了货车或船只的柴油消耗量、电驱动火车的电能消耗量或飞机的煤油消耗量，则存在能源消耗量以及**油箱到车轮能源消耗量**的直接数据。但如果在一个运输链中使用了不同的交通工具，最理想的方式是能够将每种交通工具的能源消耗量相加。但只有使用同一个物理单位才能实现。因此根据 CEN 标准草案，必须用固定的因数将升、千克和千瓦时换算为兆焦 (MJ)。

包括**油井到车轮能源消耗量**也可以借助换算因数求得，此外这个换算因数还要考虑发电站、炼油厂和输电线路的损耗。所以 WTW（油井到车轮）的换算因数比 TTW（油箱到车轮）的换算因数大。

$$EN_{TTW} = FC \times F_{EN_TTW} \text{ 或 } EN_{WTW} = FC \times F_{EN_WTW}$$

EN_{TTW} = 油箱到车轮的能源消耗量，单位：MJ
 EN_{WTW} = 油井到车轮的能源消耗量，单位：MJ
FC: = 测得的能源消耗量（例如：L、kg 或 kWh）
 F_{EN_TTW} = 根据测得数值得出的油箱到车轮的能源换算因数，单位：MJ
 F_{EN_WTW} = 根据测得数值得出的油井到车轮的能源换算因数，单位：MJ

油箱到车轮和油井到车轮的温室气体排放量的计算和能源消耗量类似。测得的能源消耗量和特定的换算因数相乘得出这两个数据（参见表 4）。

$$EM_{TTW} = FC \times F_{EM_TTW} \text{ 或 } EM_{WTW} = FC \times F_{EM_WTW}$$

EM_{TTW} = 油箱到车轮的温室气体排放量，单位：kg CO₂当量 (CO₂e)
 EM_{WTW} = 油井到车轮的温室气体排放量，单位：kg CO₂当量 (CO₂e)
FC: = 测得的能源消耗量（例如：L、kg 或 kWh）
 F_{EM_TTW} = 根据测得数据得出的油箱到车轮的温室气体排放量换算因数，单位：kg CO₂e
 F_{EM_WTW} = 根据测得数据得出的油井到车轮的温室气体排放量换算因数，单位：kg CO₂e

prEN 16258:2011 已经含有所需的换算因数，在目前的讨论中可能会通过标准修改这个数值或其他数值。因此为了进行比较，表 4 还展示了在德国和其他欧盟国家已经普遍使用的特征值。在本指导手册中，所有示例计算都是借助这个换算因数进行计算的，因为 CEN 草案标准中含有的数值还不能在实际中应用。另外，这些数值可能被收录到最终的标准中。

表 4: 根据燃料消耗量进行能源消耗量和温室气体排放量计算的特征值 (计算为 CO₂当量)

	单位	CEN 草案 prEN 16258:2011 ¹¹		德国和欧盟的典型数据 (在指导手册中使用) ¹¹	
		油箱到车轮	油井到车轮	油箱到车轮	油井到车轮
能源消耗量					
传统柴油	MJ/L	36	43	35,9	41,1
生物柴油	MJ/L	不适用	不适用	32,7	46,2
传统德国 ²⁾	MJ/L	不适用	不适用	35,7	41,4
天然气	MJ/kg	不适用	不适用	45,3	51,8
液化气	MJ/L	不适用	不适用	25,1	28,9
煤油	MJ/kg	44	51	42,8	49,0
RFO/重燃料油 ⁴⁾	MJ/kg	40	44	40,4	45,5
德国铁路电能	MJ/kWh	3,6	不适用	3,6	10,8
瑞典铁路电能	MJ/kWh	3,6	不适用	3,6	3,8
温室气体					
传统柴油	kg CO ₂ e/l	2,7	2,9	2,68	3,01
生物柴油	kg CO ₂ e/l	0,0	1,9	0,00	2,06
传统德国 ²⁾	kg CO ₂ e/l	不适用	不适用	2,50	2,94
天然气	kg CO ₂ e/kg	不适用	不适用	2,53	3,13
液化气	kg CO ₂ e/l	不适用	不适用	1,61	1,90
煤油 ³⁾	kg CO ₂ e/kg	3,3	3,5	3,18	3,59
RFO/重 ⁴⁾ 燃料油 ⁴⁾	kg CO ₂ e/kg	3,1	3,5	3,15	3,39
德国铁路电能	kg CO ₂ e/kWh	0,000	不适用	0,000	0,574
瑞典铁路电能	kg CO ₂ e/kWh	0,000	不适用	0,000	0,004
<p>¹⁾ CEN 标准草案中的换算因数尚在讨论之中。因此本指导手册中使用了德国和欧盟国家通常使用的换算因数。“不适用”=在 CEN 标准草案中不适用。-²⁾ 混入 6.2% 的生物柴油 (参考年份: 2010)。-³⁾ 不考虑航空交通在航线高度上可能出现更大的气候影响。-⁴⁾ RFO = Residual Fuel Oil (船用重油)。 来源: CEN 草案 prEN 16258:2011; AG 能源碳足迹 (TTW 能源), GEMIS 4.7 (WTW 能源; 天然气/液化气: TTW 能源); TREMOD 2010 (TTW CO₂e); 联邦环境局 (WTW CO₂e); 自行计算。</p>					

计算示例 1:

以测得的柴油消耗量为依据, 计算 TTW 和 WTW 能源消耗量以及 TTW 和 WTW 温室气体排放量

一辆货车从慕尼黑行驶到柏林需要 186 升柴油。在这个示例中, 通过 CEN 标准草案的换算因数以及德国典型的柴油 (混入 6.2% 的生物柴油) 换算因数进行计算。

TTW 能源消耗量:

- CEN 标准草案: $EN_{TTW} = FC \times F_{EN_TTW} = 186 \text{ l} \times 36,0 \text{ MJ/l} = 6.696 \text{ MJ}$
- 指导手册: $EN_{TTW} = FC \times F_{EN_TTW} = 186 \text{ l} \times 35,7 \text{ MJ/l} = 6.640 \text{ MJ}$

WTW 能源消耗量:

- CEN 标准草案: $EN_{WTW} = FC \times F_{EN_WTW} = 186 \text{ l} \times 43,0 \text{ MJ/l} = 7.998 \text{ MJ}$
- 指导手册: $EN_{WTW} = FC \times F_{EN_WTW} = 186 \text{ l} \times 41,4 \text{ MJ/l} = 7.700 \text{ MJ}$

TTW 温室气体排放量:

- CEN 标准草案: $EM_{TTW} = FC \times F_{EM_TTW} = 186 \text{ l} \times 2,7 \text{ kg CO}_2\text{e/l} = 502 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 指导手册: $EM_{TTW} = FC \times F_{EM_TTW} = 186 \text{ l} \times 2,50 \text{ kg CO}_2\text{e/l} = 465 \text{ kg CO}_2\text{e}$

WTW 温室气体排放量:

- CEN 标准草案: $EM_{WTW} = FC \times F_{EM_WTW} = 186 \text{ l} \times 2,9 \text{ kg CO}_2\text{e/l} = 539 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 指导手册: $EM_{WTW} = FC \times F_{EM_WTW} = 186 \text{ l} \times 2,94 \text{ kg CO}_2\text{e/l} = 547 \text{ kg CO}_2\text{e}$

将 kWh 换算为 MJ 时, CEN 标准草案中仅含有油箱到车轮的换算因数。但欧洲铁路公司为他们的电能生产计算了专用的数值, 这些数值考虑了各种不同的发电站, 所以每个欧盟国家都有自己的换算因数。本指导手册使用了受欧洲铁路公司委托制订的排放模式 EcoTransIT World (www.ecotransit.org) 的数值。表 4 展示了德国和瑞典的相应能源消耗量 WTW 换算因数, 以及确定 TTW 和 WTW 温室气体排放量的换算因数。附件中记录了其他欧洲国家的相应因数。

计算示例 2:

以电能消耗量为依据计算 TTW 和 WTW 能源消耗量

一列电驱动货车从慕尼黑行驶到柏林需要约 4600 kWh 电能。

TTW 能源消耗量的计算如下:

$$EN_{TTW} = FC \times F_{EN_TTW} = 4.600 \text{ kWh} \times 3,6 \text{ MJ/kWh} = 16.560 \text{ MJ}$$

WTW 能源消耗量的计算如下:

$$EN_{WTW} = FC \times F_{EN_WTW} = 4.600 \text{ kWh} \times 10,8 \text{ MJ/kWh} = 49.680 \text{ MJ}$$

TTW 和 WTW 温室气体排放量的计算如下:

$$EM_{TTW} = FC \times F_{EM_TTW} = 4.600 \text{ kWh} \times 0 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} = 0 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$EM_{WTW} = FC \times F_{EM_WTW} = 4.600 \text{ kWh} \times 0,574 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} = 2.640 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

如果在瑞典测得一列货车具有相同的能源消耗量, 只有水力生产的铁路用电的 WTW 能源消耗量和 WTW 温室气体排放量明显更低:

$$EN_{WTW} = FC \times F_{EN_WTW} = 4.600 \text{ kWh} \times 3,8 \text{ MJ/kWh} = 17.480 \text{ MJ}$$

$$EM_{WTW} = FC \times F_{EM_WTW} = 4.600 \text{ kWh} \times 0,004 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} = 18 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

很多欧盟国家的传统柴油都混入了生物柴油。依据是欧盟指令 2009/30/EG。德国《生物燃料比率法》规定了在 2010 至 2014 年，生物燃料的最低混合比率（内能的占比）必须为 4.4%。2010 年德国的生物柴油混合比例已经达 6.2%。表 5 展示了各种混合比率所需的换算因数。因为生物柴油的内能比传统柴油要低一些，如果以升数计算百分比，则要混入稍多一些的生物柴油。

根据欧盟规定，混合的生物燃料应降低油井到车轮的温室气体排放，到 2016 年至少降低 35%，自 2017 年起降低 50%，自 2018 年起降低 60%。表 5 和 6 中的数值考虑的情况是目前降低 35% 的排放量，它的优势在于没有必要知道生物燃料的生产途径和基础材料。

表 5：生物柴油混合比例（能量和体积方面）以及由此得出的能源和温室气体换算因数

根据内能计算的生物柴油比例	根据体积（升）计算的生物柴油比例	TTW 能源换算因数	WTW 能源换算因数	TTW 温室气体换算因数	WTW 温室气体换算因数
单位 %	单位 %	MJ/L	MJ/L	kg CO ₂ e/L	kg CO ₂ e/L
1,0	1,09	35,8	41,2	2,65	3,00
2,0	2,19	35,8	41,2	2,62	2,99
3,0	3,28	35,8	41,3	2,60	2,97
4,0	4,37	35,7	41,3	2,57	2,96
5,0	5,45	35,7	41,4	2,54	2,95
6,0	6,54	35,7	41,4	2,51	2,94
6,2	6,75	35,7	41,4	2,50	2,94
7,0	7,62	35,6	41,5	2,48	2,93
8,0	8,70	35,6	41,5	2,45	2,92
9,0	9,78	35,6	41,6	2,42	2,91
10,0	10,85	35,5	41,6	2,39	2,90
20,0	21,50	35,2	42,2	2,11	2,80

来源：AG 能源碳足迹 (TTW 能源), GEMIS 4.7 (WTW 能源)；TREMOD 2010 (TTW CO₂e); 联邦环保局 (WTW CO₂e); 环保研究院的统计。

很多商品和货物在运输时必须冷却，一些还需要保温。这也需要额外的能源。如果通过货车柴油油箱驱动冷却设备，则在汽车燃油消耗量中已经包含了额外消耗量并且直接进入温室气体计算。如果为冷却设备单独提供能源，必须单独记录额外的消耗量。也可根据上述的操作方法计算 TTW 和 WTW 能源消耗量以及 TTW 和 WTW 温室气体排放量。

冷却设备中加注了制冷剂。制冷剂会通过裂缝或损耗进入大气，大多数制冷剂都会对气候造成强烈影响。可以通过添加量和化学试剂的 GWP 因数计算出进入环境的量：

$$\text{直接温室气体排放量} = \text{添加量} \times \text{GWP 因数}$$

以释放出的 0.5kg 制冷剂 R 134a 为例：

$$0,5 \text{ kg R 143a} \times 1.430 \text{ kg CO}_2\text{e/kg} = 715 \text{ kg CO}_2\text{e/kg}$$

表 6 展示了通用制冷剂的 GWP 因数。

为了计算全部的温室气体排放量（与根据 CEN 草案标准计算 WTW 温室气体排放量类似），必须考虑生产制冷剂过程中的排放量。总排放量的计算与借助总排放因数进行计算类似（参见表 6）：

$$0,5 \text{ kg R134a} \times 1.533 \text{ kg CO}_2\text{e/kg} = 766,5 \text{ kg CO}_2\text{e/kg}$$

表 6：所选制冷剂的排放因数

	直接排放因数（与 TTW 类似）	总排放因数（与 WTW 类似）
	kg CO ₂ e/kg	kg CO ₂ e/kg
制冷剂 R22	1.810	1.886
制冷剂 R134A	1.430	1.533
制冷剂 R404A	3.922	4.025
制冷剂 R410A	2.088	2.177
来源： IPCC 2007; Ecoinvent 2009; 环保研究院计算。		

以前在货车冷却设备上经常使用的制冷剂 R22 目前在新型汽车上已经被氟化烃 R 404A、R410A 和 R134a 所取代。R 404A 和 R 410A 用于大型汽车的深冻和保鲜冷却设备，R 134a 用小型汽车的保鲜冷却设备。集装箱船的冷却集装箱采用 R22、R134a 和 R404 A。

但 prEN 16258:2011 中并没有涉及到温控运输的计算规定。这里建议的操作方法，是以温室气体协定书中关于固定区域的建议为基准（参见第 12 章）。将得出的温室气体排放量分摊到单个包裹上时，与第 7 章所描述的能源消耗量的温室气体排放量分摊方法类似。

分摊：单个包裹的消耗量和排放量

对于运输服务的委托人，他感兴趣的不是全部货物的气候影响，而是对由他委托的单个包裹所产生的气候影响感兴趣。这对运输中的拼箱运输和大面积的按件货物运输网是一个很大的挑战。根据供应链的不同结构，不仅必须对一辆货车的能源消耗量和温室气体排放量进行划分，而且要将一系列货车、一架飞机和/或一艘船只的数值划分到单独一件货物上。可以通过不同的**关键划分数据**（包裹数量、包裹重量等）实现。所有标准都为这种分摊规定了特定的基本规则：

- 一辆汽车的总能源消耗量和全部温室气体排放量必须分摊到所运输的货物上。也就是说，必须也将**空驶按比例分摊**给所运输的货物。
- **不允许限制分摊**。必须在**考虑所有运输货物**的条件下，进行特定路段的能源消耗量和排放量划分。如果额外增加了一个包裹，所有负重应按比例分摊给这个货物。不允许仅将多出的消耗量算成最后一个包裹的能源消耗量。这样做将导致最先装载的货物具有最大的环境影响。
- 如果**同时运输乘客和货物**（例如在客运飞机上），必须将能源消耗量和排放量分摊给乘客和货物。
- 特定车辆的或运输的时间为分摊所选择的**关键划分数据**，不得变化。

本指导手册建议，应根据 CEN 标准草案的规定进行分摊。**包裹重量**和实际经过**距离**的乘积是优先选择的分摊参数，也就是以吨千米为单位的运输能力。也可以选择使用距离和其他参数的乘积，例如体积、运输里程、货板数量、标准集装箱数量（TEU=Twenty-foot equivalent unit 20英尺标准集装箱），前提是这些参数是运输的主要限定因素。在特定情况中，包裹的重量或数量作为关键划分数据就足够了，例如信件、快递和包裹邮寄服务，因为几乎不可能计算每个单个包裹的运输距离。原则上：应一起解释所选择的**必须分摊参数**和结果。

计算示例 3:

能源消耗量分摊到单个包裹上

一家运输公司用一辆载重 12 吨的货车将八个货板的木煤从巴特洪堡的仓库运送到达姆施塔特和本斯海姆的两个客户那里。然后空车返回仓库。货车一共消耗了 25.7 升燃料。运输了两个包裹:

- 四个木煤货板从巴特洪堡运输到达姆施塔特(50 km)
- 四个货板的树皮木煤从巴特洪堡经过达姆施塔特运输到本斯海姆(50 + 26 km)

- 包裹重量:

- 木煤:
960 kg/货板 + 20 kg 货板重量 = 980 kg 总重/货板
- 树皮木煤
500 kg/货板 + 20 kg 货板重量 = 520 kg 总重/货板

情况 1: 用重量和距离乘积进行分摊 (运输能力)

- 木煤: 50 km x 3.92 t = 196.0 tkm
- 树皮木煤 76 km x 2.08 t = 158.1 tkm
- 总计: 196.0 tkm + 158.1 tkm = 354.1 tkm

木煤的百分比例: $196.0 \text{ tkm} / 354.1 \text{ tkm} = 55.35\%$

情况 2: 根据货板数量和距离的乘积进行划分

- 木煤: 50 km x 4 货板 = 200 货板-km
- 树皮木煤 76 km x 4 货板 = 304 货板-km
- 总计: 200 货板-km + 304 货板-km = 504 货板-km

木煤的百分比例: $200 \text{ 货板-km} / 504 \text{ 货板-km} = 39.68\%$

因此在以重量为依据的分摊中为硬木煤分摊的柴油消耗量为**14.2L** ($55.35\% \times 25.7 \text{ L}$), 在通过货板千米的分摊中, 为其分摊**10.2L** ($39.68\% \times 25.7 \text{ L}$)。从示例中可以明显看出, 所选择的分摊方法对结果的影响很大!

收件和配送运输的特例

CEN 标准草案为收件和配送运输提出了专门的分摊建议。首先必须计算出整个线路的能源消耗量、TTW 和 WTW 能源消耗量以及 TTW 和 WTW 温室气体排放量。CEN 标准草案并未建议将单独货物的实际运输距离作为**分摊参数**, 而是建议使用从城市收集点/终点 (例如集散站) 到装载和卸载地点**直接距离** (参见计算示例 4)。这样可以使能源消耗量和排放量更合理地分摊到单个包裹上, 因为这种方法不考虑线路是否顺时针或逆时针或者货物是否在开始或结束时装载或卸载。

标准允许使用两种方法确定最短距离: 或者是集散站和装载或卸载地点的**两点之间的直线**, 或者是集散站和装载或卸载地点之间现有运输线路上**可实现的最短距离**。在实际情况中, 这两个版本之间的区别很小。和货物运输一样, 收件和配送运输也使用距离和重量的乘积进行分摊。重要提示: 最短距离只能用于分摊; 但必须根据整个线路上真正驶过的路段计算燃油消耗量。

计算示例 4:

使用货车的收件和配送运输的分摊

一辆货车在一次收件和配送运输过程中需要 8L 柴油。根据距离和包裹重量的乘积，计算第二次停车装载货物（1.5 吨）分摊的柴油消耗量如下：

- 所有包裹的虚拟运输能力：
 $(3 \times 4.1 + 1.5 \times 7.9 + 5 \times 10.3 + 3 \times 11.5 + 2 \times 8.2 + 3.5 \times 4.3) \text{tkm} = 141.6 \text{tkm}$
- 包裹运输能力： $1.5 \text{t} \times 7.9 \text{km} = 11.85 \text{tkm}$
- 此次货运占全部包裹的比例： $11.85 \text{tkm} : 141.6 \text{tkm} = 8.37\%$

所以在所观察的包裹（第 2 次停车）上分摊 0.67 升 ($8.37\% \times 8 \text{L}$)。

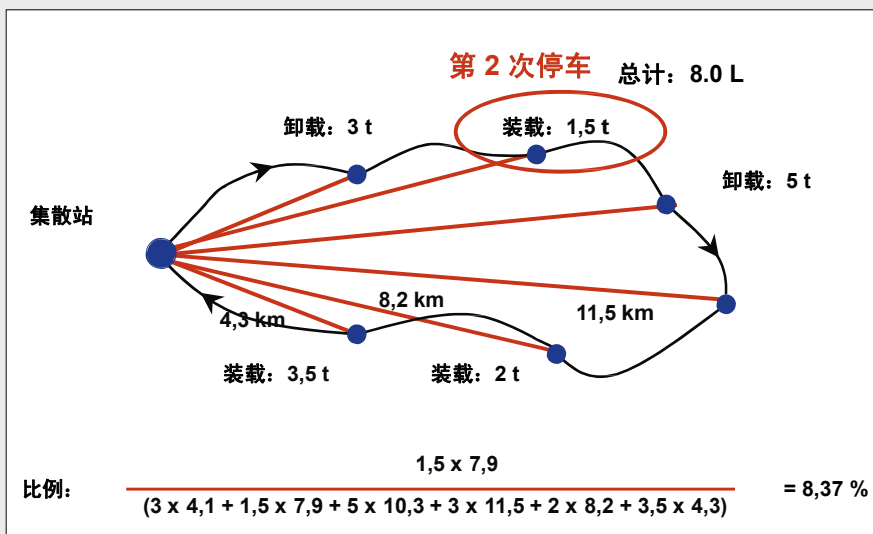


图 2: 收件和配送运输分摊示例

货运常常与客运同时发生，例如空运（机腹货运）或运输轿车和货车的渡轮。机腹货运在实践中具有很重要的意义。根据 CEN 标准草案必须依据重量比例在乘客和货运之间进行划分。如果不知道乘客和行李的重量，可以按照每个乘客和行李的总重为 100 kg 的标准进行计算。

乘客运输中的货运特殊情况

计算示例 5:

客机货运的分摊

一架波音 747-400 飞机从法兰克福到纽约总计需要 67800 kg 燃油。机上搭载 350 名乘客和 9 吨货物。飞行距离为 6300 km。

将燃油消耗量分摊到 1 吨货物上:

- 运输能力乘客 + 货物 = $(350 \times 0.1 \text{t} + 9 \text{t}) \times 6300 \text{km} = 277200 \text{tkm}$
- 运输能力 1 t 货物 = $1 \text{t} \times 6300 \text{km} = 6300 \text{tkm}$
- 1 t 货物的百分比比例 = $6300 \text{tkm} : 277200 \text{tkm} = 2.27\%$
- 1 t 货物的煤油消耗量 = $2.27\% \times 67800 \text{kg} = 1539 \text{kg}$

所以客机上的 1 吨机腹货运分摊的燃油消耗量为 1539 kg。

原则上以两种方式求得运输的能源消耗量和温室气体排放量：以消耗量为依据或以距离为依据的方法。

以消耗量为依据的方法

在**以消耗量为依据的方法**中，借助测得的能源消耗量和能源特有的排放因数计算温室气体排放量。为了进行比较，必须借助固定的因数将能源消耗量换算为统一的能源单位（通常是兆焦）。prEN 16258:2011 建议使用以消耗量为依据的方法，因为与以距离为依据的方法相比，它的结果更为精确。

CEN 标准草案将以消耗量为依据的方法分为**三种不同的情况**。在**第一种情况**中，实际运输具有测得的能源消耗量，但在实际情况中，这种情况只是特例。

更重要的是**第二种情况**，在这种情况下，所观察的车辆循环具有**线路或路线的特殊平均值**。这些数值不是为实际的运输而测算的，例如它们可能是为一年而测算的。

如果这些数值也不存在，可以在**第三种情况中使用车队平均值**，这些对于观察货物来说也是很典型的数值。此时要注意，涵盖了完全不同的车辆尺寸的车队数据，例如 40 t 货车的车队平均值，如果实际上它涉及到配送运输，也不要将其包含进来。在全部三种情况中，计算时必须考虑空驶的情况。

第 9 章说明了测量能源消耗量有哪些方法。

以距离为依据的方法

但以消耗量为依据的方法几乎不太实际，因为车辆运输的很大一部分都是由转包商来执行。不可能完整计算他们的燃料消耗量。这些情况适合使用**以距离为依据的方法**。除了包裹重量以外，它还需要经过距离的说明或吨千米数的说明（重量乘以距离）。然后这些参数和每车千米或吨千米的消耗和排放因数相结合，便可以求出消耗了多少能源以及产生了多少温室气体。

可以从官方数据库，如 HBEFA、TREMOT、TREMOVE 或自由访问的计算工具，如 EcoTransIT World 中获取这些因数。但相反的是，必须求得特定情况的年行驶里程、运输能力和利用率。计算越精确，消耗和排放因数与所观察的运输情况也就越匹配。比如一辆空驶的货车比满载时消耗的燃油要少。因此在上述数据库中，空驶和满载的货车具有不同的消耗量值和排放因数。

第 10 章介绍了如何借助以距离为依据的方法，为所有交通工具计算能源消耗量和温室气体排放量。**第 11 章**介绍了货车运输以及如何专门为所观察的运输计算能源消耗量和温室气体排放量。

prEN 16258:2011: 两种方法，但是有 四种方式

prEN 16258:2011 允许使用**四种方式确定消耗量数据**，其中前三种情况是以消耗量为依据的方法，第四种情况是以距离为依据的方法：

使用实际运输的**特殊测量值**、

使用**车辆或线路典型的特征值**（例如计算一年的特征值）、

使用**车队平均值**（例如计算一年的平均值）、

使用数据库中固定的规定值（“**默认值**”）。

适用于所有方法的准则：数据和它的来源一样重要。因此在不断对结果进行解释说明的同时，还要说明测量了哪些参数以及哪些是数据库中的默认值。必须说明默认值的来源。

不论使用哪种数据源，为了更好地进行比较，必须根据 CEN 标准草案将测得和计算出的能源消耗量换算为统一的能源单位：MJ。此外，必须借助换算因数根据能源消耗量计算出温室气体排放量。对于这两个换算步骤（能源消耗量的标准化以及温室气体排放量的计算），CEN 标准草案为所有的能源载体都提供了固定的换算因数并说明了如何计算这些因数的方法。

9 如何测量能源消耗量？

在前面的章节中已经展示了，如何以能源消耗量数据为依据标准地计算油箱到车轮和油井到车轮的能源消耗量和温室气体排放量以及如何将这些数据划分到单个包裹上。测量能源消耗量数值时，必须确保按照 prEN 16258:2011 的要求采集数据。

CEN 标准草案规定，必须观察运输了单个包裹的**整个车辆循环**。这个车辆循环被称为车辆运营系统 (Vehicles Operations System, **VOS**)。它确保了将提供车辆的空驶或返回工厂的空驶也考虑到计算中。

此时要注意：全部货物从 A 到 B 的运输，包括从 B 返回 A 的**空驶**属于车辆运营系统的前提条件是，空驶必须与下一次运输无关并且无需与下一次运输相加。对于**集装箱货轮**来说，车辆运营系统是从出发港到接收港并重新返回的整个循环，即便所观察的集装箱仅被运输了一个路段。在**收件和配送运输**的情况中，整个线路都属于车辆运营系统。

未来的标准将为能源消耗量的测量规定三种情况，建议使用以下的优先顺序：

prEN 16258:2011:测量的三种方法

(1) 使用实际运输的特殊测量值：在这种情况下，精确计算一同运输包裹的循环的能源消耗量。至今为止，在实际中尚不能实现如此细致的观察，因为货运公司和物流服务提供商很少能为使用的所有交通工具都收集单独的能源数据。

(2) 使用车辆或线路典型的特征值：在这种情况下，例如物流公司以年为基础，专门为运输所观察包裹的线路测量所使用的汽车、船只或飞机的柴油消耗量，然后将这些数值分摊到所观察的单个包裹上。也就是使用每吨千米或每 TEU 千米的平均能源消耗量，例如可以计算一年的特征值。这种方法未来将具有重要意义，因为它相对来说更容易在实际中实施。

(3) 使用车队平均值：这种情况与第二种情况类似，但是使用了物流服务提供商整个车队的平均值，并且不专门用于某个线路或路线。为了能将这些数值用于单个包裹，必须确保车辆是专门用于所观察运输的。目前很多运输公司普遍使用这种方法，但是这种方法提供的结果最不清楚，因为它没有计算单独运输的特性。

计算示例 6:

根据 CEN 标准草案测量能源消耗量

一列柴油驱动的火车运输碎石达 520km 以上并且空驶返回出发地点。

情况 1: 实际火车循环的能源消耗量以及分摊到 1 t 碎石上的情况:

- 装载: 2400 t 碎石
- 柴油消耗量: 6,000 l

每吨碎石的柴油消耗比例 = $(1 \text{ t} / 2400 \text{ t}) \times 6500 \text{ L} = 2.7 \text{ L}$

情况 2: 以年为基础的实际火车循环的能源消耗量以及分摊到 1 t 碎石上的情况:

- 每年的火车循环数: 100
- 装载: $100 \times 2400 \text{ t 碎石} = 240000 \text{ t 碎石}$
- 柴油消耗量: 576000 L

每吨碎石的柴油消耗比例 = $(1 \text{ t} / (2400 \text{ t} \times 100)) \times 576000 \text{ L} = 2.4 \text{ l}$

情况 3: 以年为基础的网络能源消耗量以及分摊到 1 t 碎石上的情况:

- 公司所有散装货物运输的全部运输能力: 47.3 亿 tkm
- 1 t 碎石 520 km 的运输能力: 520 tkm
- 柴油消耗量: 2304 万升

每吨碎石的柴油消耗量比例 = $(520 \text{ tkm} / 4730 \text{ 万 tkm}) \times 2304 \text{ 万升} = 2.5 \text{ L}$

这个示例展示了能源消耗量测量方法对结果的影响。在这个示例中，实际火车循环的消耗量最高。这很好解释：在单独的循环中可能出现特殊效果，例如为了让客运火车通过，货运火车的临时停车。在计算年度数值时，应计算这些特殊效果的平均值。

在实际中，目前与情况 3 类似，常常会计算出每吨千米的平均值，之后在计算单独包裹时会用到这个平均值。

如果委托下级服务供应商进行运输，通常既没有其车辆和车辆循环的消耗量说明，也没有运输利用率和空驶比例的说明。在这种情况下，可以借助**以距离为依据的方式**计算能源消耗量。以下的计算方法要与分摊步骤相结合，它只需一次计算，而不是二个分开的计算步骤。在本章可以将重量和 20 英尺标准集装箱（TEU-Twenty-foot equivalent unit）作为**分摊参数**。

在从数据库中获取不同交通工具的能源消耗量数值时，利用率和空驶必须符合规定。难点在于，利用率和空驶对能源消耗量有着很大的影响。但通常两个数据取决于运输货物的类型：对于运输重量成为利用率的一个限制因素的较重的散装货物，如矿石、煤炭或矿物油制品，货运行驶的利用率接近 100%。与此同时，它又常常会涉及到高空驶比例的非对称运输。与此相反，轻质品和成件货物在重量方面的利用率为 30% 至 40%，它们的空驶比例要小一些。为了能够考虑这些影响因素，本章说明了三种货物类型，即**散装货物、轻质品和中等体积货物**的能源消耗量值。另外还专门提到了集装箱运输。

如何计算呢？

以下段落以表格形式为每种交通工具提供了散装货物、中等体积货物和轻质品每吨千米的能源消耗量值。因为能源值与交通工具及其尺寸有关，所以分别按照货车、火车、船只或飞机的尺寸进行说明。利用率和空驶比例的规定中同样含有每吨千米的特有消耗量值。

为了计算所观察包裹的能源消耗量，每吨千米的特有消耗量值必须与包裹的重量和经过的运输距离相乘。表中还给出了集装箱运输的每 TEU 千米的特有消耗量值。在这些情况中，这些数值要与距离和 TEU 数量进行多项式相乘。以下的公式总结了这种情况：

$$FC = W * D * E$$

FC	=	能源消耗量，单位：L、kg 或 kWh
W	=	实际的货物重量，单位：t 或 TEU
D	=	实际的运输距离，单位：km
E	=	每 tkm 或 TEU-km 的特有能源消耗量（单位：L、kg 或 kWh）

为了精确计算能源消耗量，需要用到以下步骤：

- 确定**货物类型**（重品、平均体积货物、轻质品）；
- 根据类型和尺寸，对所使用的**车辆**进行鉴定；
- 根据货物类型和车型或汽车型号选择每 tkm 或 TEU-km 的特有**消耗量值**；
- 为单独包裹计算**实际运输距离**。对于陆路交通（道路、铁路、内陆航运）来说是实际经过的线路；而空运和海运要使用专门的计算规定，因为技术上测定的距离常常与实际线路不符。
- 计算**实际包裹重量**（包括包装和运输辅助装置，例如货板，必要时还包括集装箱重量，参见表 7）或 TEU 数量。
- 通过包裹重量与运输距离和每 tkm 或 TEU-km 的特有消耗量值相乘**计算能源消耗量**。

根据得出的能源消耗量值，借助换算因数计算 TTW 和 WTW 能源消耗量值和 TTW 和 WTW 温室气体排放量（参见第 6 章）。

表 7：不同货物类型的集装箱重量

货物类型	集装箱重量	货物重量	总重量
	t/TEU	t/TEU	t/TEU
轻质品	1,9	6,0	7,90
中等体积货物	1,95	10,5	12,45
散装货物	2,0	14,5	16,50

来源： EcoTransIT 2010。

货车运输会采用不同的车辆尺寸。根据基于网络的排放量计算工具 EcoTransIT (www.ecotransit.org)，这里提供了四种货车尺寸级别的消耗量值，它们涵盖了德国和多数欧洲国家允许的范围。虽然在过去几年中，货车运输的废气排放量已经显著下降，但自从引入欧 3 排放标准之后，平均燃料消耗量几乎保持未变。因此当前的每吨千米排放量值没有根据不同的技术废气排放标准或车龄进行区分。只有车龄很大的货车，其排放量值才会高于本章所说明的值。

货车运输

表 8：四种货车级别假设

	额外的空驶 ¹⁾	小于 7.5 吨 (满载质量) 的货车	7.5-12 吨 货车 (满载质量)	12-24 吨货车 (满载质量)	24-40吨的重型 卡车/半挂车 (满载质量)
最大载重量		3.5 t	6.0 t	12.0 t	26.0 t
货运		- 每辆货车的货物重量，单位：t -			
轻质品	+10%	1.05 t	1.8 t	3.6 t	7.8 t
中等体积货物	+20%	2.1 t	3.6 t	7.2 t	15.6 t
散装货物	+60%	3.5 t	6.0 t	12.0 t	26.0 t
集装箱运输		- 每量货车的 TEU 数量 -			
轻质品	+10%	-	-	1 TEU	2 TEU
中等体积货物	+10%	-	-	1 TEU	2 TEU
散装货物	+10%	-	-	-	1 TEU

¹⁾ 额外的空驶：在带货行驶的过程中，允许以空驶方式行驶的路程比例。
来源： EcoTransIT 2010。

在路况方面，下坡和上坡对消耗量有很大的影响，车辆和货物越重，消耗量也就越大。因此规定了德国的平均纵坡度路况以及平原地区行驶的消耗量特征值。道路货物运输常常是通过高速公路完成的。因此计算的依据是高速公路上的平均燃油消耗量。此时要考虑免费道路和连接道路以及堵车的平均比例。郊区道路上的燃油消耗量与高速公路燃油消耗量相当。如果市内道路占有较大的比例，可能需要用到以下校正因数：

表 9：市内道路消耗量的校正因数

货车类型	校正因数
小于 7.5 吨（满载质量）的货车	0,9
7.5-12 吨货车（满载质量）	1
12-24 吨货车（满载质量）	1,3
24-40吨的重型卡车/半挂车（满载质量）	1,4
来源： HBEFA 3.1； TREMOD 2010； 自行计算。	

表 10 含有货车和集装箱运输的特有能源消耗量的每吨千米消耗量特征值。轻质品分摊到吨千米上的燃油消耗量比散装货物要高。

表 10：货车运输每 tkm 或 TEU-km 的特有能源消耗量

	平均纵坡度路况			平原		
	轻质品	中等体积货物	散装货物	轻质品	中等体积货物	散装货物
货运	- 柴油消耗量, 单位: L/tkm -					
小于 7.5 吨的货车	0,140	0,078	0,063	0,139	0,077	0,062
7.5 - 12 吨的货车	0,108	0,061	0,050	0,105	0,059	0,048
12-24 吨货车	0,063	0,036	0,029	0,060	0,034	0,027
24-40吨的重型卡车/半挂车	0,038	0,023	0,020	0,033	0,020	0,016
集装箱运输	- 柴油消耗量, 单位: L/TEU-km -					
小于 7.5 吨的货车	x	x	x	x	x	x
7.5 - 12 吨的货车	x	x	x	x	x	x
12-24 吨货车	0,24	0,26	x	0,22	0,24	x
24-40吨的重型卡车/半挂车	0,17	0,19	0,34	0,14	0,16	0,29
x = 这种货车尺寸不能进行集装箱运输或不能运输这种重量的集装箱。 来源： HBEFA 3.1； TREMOD 2010； 自行计算。						

计算示例 7：

货车运输的能源消耗量

一辆 40 吨半挂车运输 8 吨隔音材料从路德维希港到柏林。

获得计算参数：

- 货车级别：24-40吨的重型卡车/半挂车
- 货物类型：轻质品
- 运输重量：8 t
- 运输距离：634 km
- 道路类型：多山地高速

能源消耗量计算：

$$FC [L] = W [t] \times D [km] \times E [L/tkm] = 8 t \times 634 km \times 0.038 L/tkm = 193 L$$

货运火车的能源消耗量取决于火车的长度和总重量：火车越长且越重，分摊到每吨货物上的能源消耗量也就越少。因此计算时必须为不同的火车级别规定不同的毛重。近似地也可以将火车的平均毛重假设为 1000 吨。表 11 含有每 tkm 或 TEU-km 的特有能源特征值 E，必须从它们中选出合适的数值并在计算能源消耗量 FC 的公式中使用。

表 11：电驱动和柴油驱动货运火车每 tkm 或 TEU-km 的特有能源消耗量 E

	电驱动			柴油驱动		
	轻质品	中等体积货物	散装货物	轻质品	中等体积货物	散装货物
货运	- 单位 kWh/tkm -			- 单位 L/tkm -		
500 吨火车 (短火车)	0,064	0,049	0,043	0,017	0,013	0,012
1000 吨火车 (中等火车)	0,042	0,032	0,028	0,011	0,009	0,008
1500 吨火车 (长火车)	0,032	0,025	0,022	0,009	0,007	0,006
2000 吨火车 (长火车)	0,027	0,021	0,018	0,007	0,006	0,005
集装箱运输	- 单位 kWh/TEU-km -			- 单位 L/TEU-km -		
500 吨火车 (短火车)	0,507	0,622	0,726	0,138	0,169	0,198
1000 吨火车 (中等火车)	0,330	0,405	0,472	0,090	0,110	0,129
1500 吨火车 (长火车)	0,256	0,315	0,367	0,070	0,086	0,100
2000 吨火车 (长火车)	0,214	0,264	0,307	0,058	0,072	0,084
x = 这种货车尺寸不能进行集装箱运输或不能运输这种重量的集装箱。来源：EcoTransIT 2010；自有计算。						

计算示例 8：

铁路运输的能源消耗量

用火车将 11 吨总重量（中等体积货物，参见表 7）的 20 英尺标准集装箱从汉堡运到德累斯顿。火车重量不明，线路是电气化线路。

获得计算参数：

- 火车类型：1000 t 火车，电气
- 货物类型：中等体积货物
- 运输数量：1 TEU
- 运输距离：463 km（用 EcoTransIT 计算得出）

能源消耗量计算：

$$FC \text{ [kWh]} = W \text{ [TEU]} \times D \text{ [km]} \times E \text{ [kWh/TEU-km]}$$

$$1 \text{ TEU} \times 463 \text{ km} \times 0.405 \text{ kWh/TEU-km} = 188 \text{ kWh}$$

航运首先是用于运输散装货物和集装箱。船只的尺寸有很大区别并且被用于各种不同目的，根据不同的线路对最大尺寸也有所限制。所以在德国只能使用 V 级的内陆船只，更大的船只只能在莱茵河及易北河上使用。对于海运，根据线路的不同也会使用不同尺寸的船只。比如在通过巴拿马运河时，也规定了海运船只的上限。

发展趋势是，船只的**能源消耗量**与其他运输载体适用相同的物理规则：船只和装载能力越大，每运输单位的特有能源消耗量越低。与其他运输载体相比，船只的**速度**对能源消耗量的决定意义更大。本指导手册根据商业线路分别给出了由不同船只类型组成的一般船队的能源特征值（参见表 12；内陆船只：参见表 20）。通常假设船只的速度比所谓的设计速度低 4%。

表 12：不同船只级别每 tkm 或 TEU-km 特有能源消耗量 E（重燃料油、RFO）

	吨千米能源消耗量			TEU 千米能源消耗量		
	轻质品	中等体积货物	散装货物	轻质品	中等体积货物	散装货物
	- 单位 kg/tkm -			- 单位 kg/TEU-km -		
集装箱航运						
所有商业线路的平均值	0,0089	0,0051	0,0037	0,053	0,053	0,053
亚洲 (4,700 - 7000+ TEU)	0,0076	0,0044	0,0032	0,046	0,046	0,046
太平洋运输 (1000 - 7000+ TEU)	0,0087	0,0050	0,0036	0,052	0,052	0,052
大西洋运输 (2000 - 4700 TEU) ¹⁾	0,0089	0,0051	0,0037	0,053	0,053	0,053
其余线路 (1000 - 4700 TEU)	0,0096	0,0055	0,0040	0,058	0,058	0,058
内陆 (500 - 2000 TEU)	0,0123	0,0070	0,0051	0,074	0,074	0,074
散装货物/油轮						
亚洲 (80,000 - 200,000 dwt ²⁾)	x	x	0,0014	x	x	x
太平洋运输 (35,000 - 200,000 dwt ²⁾)	x	x	0,0017	x	x	x
其他线路 (大于 35,000 dwt ²⁾)	x	x	0,0020	x	x	x

¹⁾ 包括巴拿马船只级别 (2000 - 4700 TEU)。 - ²⁾ dwt = dead weight tonnage 净载重吨 = 平均夏季吃水深度时的船只装载能力
来源： EcoTransIT 2010；自有计算。

表 13: 不同船只级别（逆流航行、顺流航行和海峡航行的平均值）每 tkm 或 TEU-km 的特定能源消耗量 E（柴油）

	吨千米能源消耗量			TEU 千米能源消耗量		
	轻质品	中等体积货物	散装货物	轻质品	中等体积货物	散装货物
	- 单位 L/tkm -			- 单位 L/TEU-km -		
集装箱货轮						
欧洲船只 (100 TEU)	0,0344	0,0197	0,0143	0,207	0,207	0,207
级别>V (200-1500 TEU)	0,0206	0,0118	0,0085	0,124	0,124	0,124
散装货物、油轮						
平均 ¹⁾	X	X	0,0114	X	X	X
Jowi 级 (5,2001 ¹⁾)	X	X	0,0047	X	X	X

¹⁾ 德国所有船只长度的平均值。²⁾ 最大载重量。
来源: EcoTransIT 2010; TREMOD 2010; PLANCO 2007; 《交通评论》2010; 自有计算。

内陆航运的运输距离指的是驶过的水路长度。对于海运，则使用经证实的航线。如果不知道航线的长度，例如可以用网络工具 EcoTransIT 进行计算 (www.ecotransit.org)。

计算示例 9:

海运能源消耗量

用集装箱船将 5 吨的轻质品从新加坡运到不莱梅（商业航线：苏伊士）。

获得计算参数:

- 船只类型: 苏伊士集装箱船
- 货物类型: 轻质品
- 运输重量: 5 吨
- 运输距离: 15,815 km（用 EcoTransIT 计算得出）

能源消耗量计算:

$$FC [kg] = W [TEU] \times D [km] \times E [kg/TEU] = 5 t \times 15,815 km \times 0.0076 kg/tkm = 601 kg HFO$$

大多数时候，都能用飞机能将紧急、易腐败或非常高价值的货物（通常是轻质品）运输很远的距离。煤油消耗量取决于**飞机类型**。航空运输非常特别的一点是，因为起飞阶段的能源消耗很大，所以消耗量还取决于飞行距离。因此，表 14 展示了不同飞机类型和不同**距离的数值**。如果实际的飞行路线处于已证实的数值之间，必须进行线性内插。

空运

不但通过纯粹的货运飞机运输航空货物，还通过客机的运输空间运输航空货物。第二种情况就是人们所说的混装货运或机腹货运。对于**混装货运**，能源消耗量必须根据乘客和货物进行划分，根据 prEN 16258:2011 可以按照每个乘客和行李的总重为 100 kg 的标准进行计算。以下表格中证实的煤油消耗量已经为机腹货运考虑了这种分摊方法。在货运方面假设，飞机在中等距离飞行（低于 3700km）时，重量的利用率最高 60%，长距离飞行（高于 3700km）时，重量的利用率最高 65%。乘客的满载率也会影响到货物和乘客之间的分摊，根据座位供应情况，假设乘客的满载率在中等距离飞行时为 70%，长距离飞行时为 80%。

特有煤油消耗量乘以包裹重量和飞行距离得出分摊到单独航空运输包裹上的**总煤油消耗量**。经常以大圆弧距离为依据计算空运的距离，近似地将两点之间的最短距离作为航线距离。但是实际飞行路线常常会偏离这个理想的连接线。受操作和天气的影响可能出现绕路的情况。因此欧盟在空运排放量交易的监控指令中建议，为每个航班加上 95km 的总附加值。CEN 标准草案接受了这种方式。

表 14：取决于飞行路线的所选飞机类型的特有燃油消耗量 E，即每 tkm 的 kg 煤油（仅轻质品）

中等路线 ¹¹			长路线 [^]		
距离	机腹货运（例如：B757-200）	飞机（例如：B767-300F）	距离	机腹货运（例如：B747-400）	飞机（例如：B747-400F）
km	kg/tkm	kg/tkm	km	kg/tkm	kg/tkm
1.500	0,290	0,190	3.700	0,257	0,148
2.000	0,273	0,180	4.000	0,255	0,148
2.500	0,264	0,174	6.000	0,254	0,147
3.000	0,258	0,171	8.000	0,259	0,150
3.700	0,254	0,168	10.000	0,267	x ²⁾

¹¹ 最大有效负荷或座位数：B757-200:4 t, 200 名乘客；B747-400:14 t, 416 名乘客；B67-300F:53.7 t；B747-400F:112.6 t。 - ²⁾ 超出有效距离
来源：EcoTransIT 2010；自有计算。

计算示例 10：

航空运输的能源消耗量

将用箱子包装的医疗设备 (0.05t) 以客机混装货运的方式从上海运输到法兰克福。

获得计算参数：

- 货物类型： 不相关
- 运输方式： 机腹货运
- 运输重量（包括包装）： 50 kg，即 0.05 t
- 运输距离： 8820 km（大圆弧）+ 95 km = 8915 km
- 距离级别： 长距离

飞行路线的煤油消耗量内插：

$$0.259 \text{ kg/tkm} + (0.267 - 0.259) \text{ kg/tkm} \times 915 \text{ km} : 2000 \text{ km} = 0.263 \text{ kg/tkm}$$

能源消耗量计算：

$$\text{FC [kg]} = \text{W [t]} \times \text{D [km]} \times \text{E [kg/tkm]} = 0.05 \text{ t} \times 8915 \text{ km} \times 0.263 \text{ kg/tkm} = 117 \text{ kg 煤油}$$

详细介绍以距离为依据的计算

如果没有测得的运输消耗量数据，但是有运输的实际信息，比如首先是汽车的利用率。在计算是可以使用 这些数值。虽然 prEN 16258:2011 允许使用例如来自数据库的消耗量、利用率或空驶比例“默认值”，但同时它也规定，应尽量使用自行测得的数值。以下内容介绍了在货车运输中，如何考虑测得的利用率和空驶比例。此外这种详细的操作方法也是基于数据库中的消耗量值（“默认值”）。

第 10 章介绍的货车每吨千米的柴油消耗量值与吨千米有关。此时将整个货车的燃油消耗量通过吨千米和重量分摊到单个包裹上。在具体方法中重新将能源消耗量的计算和分摊分开，目的是实现各种不同的利用率和分摊方法。为此需要三步：

求得货车的能源消耗量

1. 计算运输了单个包裹的整个汽车循环（包括空驶）的货车柴油消耗量
2. 将能源消耗量分摊到单个包裹上（分摊原则参见第 7 章）将能源消耗量分摊到单个包裹上（分摊原则参见第 7 章）将能源消耗量分摊到单个包裹上（分摊原则参见第 7 章）将能源消耗量分摊到单个包裹上（分摊原则参见第 7 章）
3. 根据 CEN 标准草案计算 TTW 和 WTW 能源消耗量以及 TTW 和 WTW 温室气体排放量（参见第 6 章）

凡是单个包裹更换了车辆的所有路段都要重复这些步骤，并且加总出一个总数。为了尽可能精确计算能源消耗量，需要以下数据：

- 整个汽车循环的长度（距离）、
- 每个运输段所使用的货车长度、
- 货车的最大装载能力（有效负荷能力）（例如 40 吨货车的最大装载能力为 26 吨或 34 个货板位置）、
- 整个循环的车辆平均装载能力（有效负荷）（例如：12 吨货物或 20 个货板）、
- 驶过路线的类型（道路类型、纵坡度特性）。

根据平均消耗量，为一辆货车计算车辆循环的柴油消耗量（单位是 L/100km）以及根据以下公式计算经过的距离。确定经过的距离时注意，要考虑与包裹有直接关系的所有行驶过程。

$$FC [l] = D [km] \times E [l/100km] / 100$$

- FC: = 计算的柴油消耗量，单位：L
 D = 整个汽车循环经过的距离，单位：km（包括空驶）
 E = 特有柴油消耗量，单位：L/100km

特有能源消耗量 E 取决于货车（主要是汽车长度）及其平均利用率。它的计算如下：

$$E [Liter/100 km] = A [Liter/100 km] + B [Liter/100 km] \times N [t] / C [t]$$

- E = 特有柴油消耗量，单位：L/100km
 A = 空驶车辆的消耗量，单位：L/100km
 B = 完全满载车辆减去空驶车辆的差值，单位：L/100km
 N = 有效负荷，单位：t
 C = 有效负荷能力，单位：t（最大载重量）

表 15 展示了四种不同货车尺寸的参数 A、B 和 C 的代表性数值，它们也是德国和其他欧洲国家的典型数值。与第 10 章类似，这些数值是高速公路和其他郊区道路的消耗量值。市内道路的消耗量可以借助表 9 中的校正因数（第 10 章）进行计算。放弃根据废气排放标准（欧盟级别）进行区分，因为自引入欧 3 排放标准之后，它们对燃油消耗量的影响可以忽略不计。

表 15: 德国和欧洲典型货车的参数 A、B 和 C

参数	平均坡度		平原		C
	A	B	A	B	
	L/100 km	L/100 km	L/100 km	L/100 km	t
小于 7.5 t 的货车（满载质量）	13,0	1,4	12,9	1,2	3.5 t
7.5-12t 的货车（满载质量）	16,9	3,2	16,6	2,4	6.0 t
12-24t 的货车（满载质量）	19,3	4,2	18,7	2,9	12.0 t
24-40t 的重型卡车/半挂车（满载质量）	22,7	14,4	21,5	8,2	26.0 t

来源: HBEFA 3.1; TREMOD 2010; 自行计算

因为一辆货车的柴油消耗量取决于它的利用率，所以上述的公式也考虑了重量方面的利用率（公式组成部分：N/C），但在下一个步骤中是否通过另一个分摊参数（例如：体积、货板数量、运输里程）将消耗量分摊到单个包裹上，与此无关。也就是说，为了进行详细的计算，总是需要用到货车在重量方面的利用率。此外，在计算中必须考虑的实际重量，而不是计费重量。另外还要注意的，在消耗量计算中还必须考虑装载辅助装置（例如货板的重量）或包装的重量。

为了能够精确地使用上述公式，必须为每个有效负荷出现变化的路段单独计算车辆循环。或者可以选择为整个车辆循环计算出平均有效负荷，在这种情况下，还必须考虑到距离。

计算特有能源消耗量时，需要确定整个车辆循环的车辆平均装载能力。如果在一个车辆循环中运输多个包裹，必须将每个包裹的有效负荷相加。如果观察一个不进行装置和卸载过程并且了解所有包裹有效负荷的具体的车辆循环，这非常简单。

如果不是这种情况，则使用以下操作方法：

- 情况 1: 知道一个车辆循环中所有路段的有效负荷、距离和总路程。

将路段的有效负荷和长度相乘，然后将各个路段的结果相加，最后除以总路程，可以计算出平均有效负荷。

$$\text{平均有效负荷} = \text{总计}(\text{有效负荷} * \text{路段长度}) / \text{总路程}$$

- 情况 2: 不存在车辆循环信息或者不存在完整信息

在这种情况下可以使用估算的有效负荷。例如可以是公司类似运输案例的年度平均值。此时重要的一点是要考虑到空驶的情况。

确定平均装载能力

下一步必须将消耗量分摊到单个包裹上。因此已经知道了货物的重量，建议为分摊使用单个包裹的重量。prEN 16258:2011 的具体建议是，在分摊时使用重量和距离的乘积。CEN 标准草案也允许使用其他参数，前提是这些参数是运输的更明确的限定参数（例如货板位置数量、运输里程）。这里也可以将分摊参数和距离的乘积（例如：货板数量和距离的乘积或运输里程和距离的乘积）用于分摊。

将柴油消耗量成功分摊给单个包裹之后，可以计算 TTW 和 WTW 能源消耗量以及 TTW 和 WTW 温室气体排放量（参见第 6 章）。

计算示例 11:

用实际的利用率数据计算能源消耗量

一辆 12 吨的货车在一条线路上总计交付了八个货板的木煤。其中四个货板的硬木煤（总重 0.98t/货板）从巴特洪堡的仓库运输到达姆施塔特 (50km)。另外四个货板的树皮木煤（0.52t/货板）从巴特洪堡的仓库经过达姆施塔特运输到本斯海姆 (50km+26km)。货车从本斯海姆空驶回到仓库 (70km)。线路主要是高速公路，没有上坡和下坡。

车辆循环的平均有效负荷

可以根据每个路段的有效负荷以及路段的长度计算车辆循环的平均有效负荷：

- 路段 1: $4 \times 0.98 \text{ t} + 4 \times 0.52 \text{ t} = 6.00 \text{ t}$
- 路段 2: $4 \times 0.52 \text{ t} = 2.08 \text{ t}$
- 路段 3: 空驶 = 0 t

平均有效负荷 = $(6.0 \text{ t} \times 50 \text{ km} + 2.08 \text{ t} \times 26 \text{ km}) / (50 \text{ km} + 26 \text{ km} + 70 \text{ km}) = 2.43 \text{ t}$

每 100km 的平均消耗量（根据表 15）：

$$E \text{ [l/100 km]} = a + b \times N/C =$$

$$16,6 \text{ l/100 km} + 2,4 \text{ l/100 km} \times 2,43 \text{ t} / 6,0 \text{ t} = 17,57 \text{ l/100 km}$$

总消耗量的计算

$$FC \text{ [l]} = D \text{ [km]} \times E \text{ [l/100km]} / 100 =$$

$$146 \text{ km} \times 17,57 \text{ l/100 km} / 100 = 25,7 \text{ l}$$

12 建筑、仓库和转运设备的计算

在物流业中不仅仅只有车辆会产生排放。建筑、仓库和转运设备也要对温室气体付一部分责任，通常它们的排放是通过以下方式产生的：

- 转运设备、集散站、仓库和办公室的**电能消耗**、
- 集散站、仓库和办公室的**热能消耗**、
- 辅助设备，如**转运车或叉车**的柴油、液化气或电能消耗、
- 深冻和保鲜冷却仓库的**制冷剂损耗**。

CEN 标准草案 prEN 16258:2011 中没有考虑固定区域。根据温室气体协定的要求，有义务计算**直接的温室气体排放量**。但是为了与 CEN 运输标准的规定兼容，还应额外考虑**间接排放**（也就是说，生产能源载体或产品时产生的温室气体，如制冷剂）。以下将介绍计算能源消耗量以及直接排放量的方法，以及如何计算总能源消耗量和总排放量。不考虑建筑、仓库和转运设备的安装，因为安装对总排放量的意义并不重要。

电能和热量

温室气体协定为电能和热能规定了所谓的**以排放因数为依据的方法**用于确定温室气体排放量，这种方法与 prEN 16258:2011 中以消耗量为依据的方法相当。因此第一步必须计算出能源消耗量，然后在第二步中与运输方面的计算一样，与相应的排放因数相乘。借助电表、燃料油计算或能源供应商的年度结算计算各个建筑、集散站或转运设备的能源消耗量。在说明 kWh 时要注意，它常常与燃烧值有关，而很多排放因数与热值有关（在德国，热值平均是燃烧值的 90%）。重要的是要计算所有的能源消耗器，包括对消耗量有显著贡献的分拣和输送设备。能源消耗量和温室气体排放量的计算如下：

能源消耗量：

$$EN_{\text{直接或总计}} = FC \times F_{EN_{\text{直接或总计}}}$$

$EN_{\text{直接或总计}}$	= 能源消耗量或一次能源消耗量，单位 MJ
FC	= 测得的能源消耗量（例如：kWh 电能、kWh 集中供暖、kWh 燃气或升燃料油）
$F_{EN_{\text{直接或总计}}}$	= 能源消耗量或一次能源消耗量能源换算因数，单位 MJ/ kWh 电能、kWh 集中供暖、kWh 燃气或升燃料油的

温室气体排放量：

$$EM_{\text{直接或总计}} = FC \times F_{EM_{\text{直接或总计}}}$$

$EM_{\text{直接或总计}}$	= 直接或总消耗量，单位 kg
FC	= 测得的能源消耗量（例如：kWh 电能、kWh 集中供暖、kWh 燃气或升燃料油）
$F_{EM_{\text{直接或总计}}}$	= 温室气体直接排放量或总温室气体排放量的换算因数，单位：kg CO ₂ 当量/ kWh 电能、kWh 集中供暖、kWh 燃气或升燃料油

表 16 展示了所需的**换算因数**。在电能和集中供暖方面，这些因数取决于相应国家的发电站混合，此表展示了三个选定国家的电能值（其他数值详见附件）。因数包含了从能源载体开采、发电站的转换直至运输给终端用户的所有流程步骤。这种操作方法符合 CEN 运输标准草案的要求。不能使用电能特征框架内的能源供应商 CO₂排放量因数，因为他们仅考虑了部分间接排放量，此外仅用于 CO₂计算。

表 16: 固定区域的能源消耗量和温室气体排放量特征值

	能源换算因数			温室气体换算因数		
	单位	直接能源消耗量	总能源消耗量	单位	直接排放量	总排放量
德国电能	MJ/kWh	3,6	10,0	kg CÚ2e/kWh	0,000	0,589
德国生态电能 ¹¹	MJ/kWh	3,6	6,9	kg CO ₂ e/kWh	0,000	0,294
瑞士电能	MJ/kWh	3,6	8,6	kg CO ₂ e/kWh	0,000	0,052
波兰电能	MJ/kWh	3,6	10,3	kg CO ₂ e/kWh	0,000	0,998
光伏电能	MJ/kWh	3,6	3,6	kg CO ₂ e/kWh	0,000	0,000
德国集中供暖	MJ/kWhth	3,6	4,1	kg CO ₂ e/kWhth	0,000	0,253
天然气热值	MJ/kWh	3,6	4,1	kg CO ₂ e/kWh	0,202	0,249
天然气燃烧值	MJ/kWh	3,2	3,7	kg CO ₂ e/kWh	0,182	0,225
燃料油	MJ/kg	35,8	42,0	kg CO ₂ e/kg	2,67	3,15
液化气	MJ/L	25,1	28,9	kg CO ₂ e/l	1,61	1,90

¹¹ 这个数值涉及经认证的生态电能产品，其中至少占电能中三分之一的可再生电能产自新设备（年限小于 6 年），三分之一产自更新的现有设备（年限小于 12 年）。

注释：所展示的数值包括电能分配时的电能损耗。集中供暖的排放量值指的是热能消耗（单位：kWh）。不含因建造、维修和处置基础设施而产生的能源消耗量和排放量（符合 CEN 标准草案 prEN 16258:2011 的要求）。**来源：**GEMIS 4.7；自有计算。

如果一家物流公司使用可再生能源产生的生态电能，只有这种电能源自额外的新型设备，例如新的风力发电设备，才能在碳足迹中将它考虑为减排电能。通常只有认证电能才能保证这一点（例如：具有 ok power 标签的电能）。使用光伏设备生产的电能，只有在公司中自行使用时，才能将其算为减排电能。如果仅为光伏设备提供场地并且将电能馈入公共电网，则不能将这种生态电能视为减排措施。

计算示例 12:

一个仓库的能源消耗量和温室气体排放量

这个德国的仓库（面积 100,000 m²）每年需要 520 万 kWh 电能。

- 最终能源消耗量: 528 万 kWh x 3.6 MJ/kWh = 1900.8 万 MJ = 19.008 TJ
- 一次能源消耗量: 528 万 kWh x 10.0 MJ/kWh = 5327.5 万 MJ = 53.275 TJ
- 直接温室气体排放量: 528 万 kWh x 0.0 kg CO₂e/kWh = 0 t CO₂e
- 总温室气体排放量: 528 万 kWh x 0.596 kg CO₂e/kWh = 3146.9 t CO₂e

深冻和保鲜冷却仓库主要使用对气候没有影响的氨水作为制冷剂，它们与制冷体积有关。而面积小于 50,000 m² 的较小的仓库则使用含氟制冷剂，如 R134a 或 R404A 或目前在新设备上禁止使用的含氯的 R22。含氯和氟制冷剂是**高效的温室气体**，不允许将它们排放到环境中。

温室气体协定书建议使用“Lifecycle Stage Approach（生命周期阶段方法）”计算制冷剂损耗的气候影响。可以用**每年添加的量**乘以化学试剂的特有 CO₂ 当量因数。如果不知道这个量，还可以通过平均泄漏率计算损耗。

表 17 展示了计算各种制冷剂所需的换算因数。因此通过以下公式计算制冷剂损耗的温室气体排放量。

EM_{直接或总计} = KV X F_{EM_直接或总计}	
EM _{直接或总计}	= 直接或总排放量，单位：kg
MK	= 制冷剂损耗，单位：kg
F _{EM_直接或总计}	= 直接和总温室气体排放量的温室气体换算因数， 单位：kg CO ₂ / kg 制冷剂

表 17: 制冷剂损耗温室气体排放量的计算特征值

	直接排放因数	总排放因数
	kg CO ₂ e/kg	kg CO ₂ e/kg
制冷剂 R22	1.810	1.886
制冷剂 R134A	1.430	1.533
制冷剂 R404A	3.922	4.025
制冷剂 R407a	1.770	1.873
制冷剂 R410A	2.088	2.177

来源: IPCC 2007; Ecoinvent 2009; 自行计算。

计算示例 13:

制冷剂损耗温室气体排放量计算

一个深冻仓库的制冷剂年损耗量为 150kg R410A。因此温室气体排放量计算如下:

- 直接温室气体排放量: 150 kg x 2,088 kg CO₂e/kg = 313.2 t CO₂e
- 总温室气体排放量: 150 kg x 2177 kg CO₂e/kg = 326.6 t CO₂e

可拆卸货箱的**转运车**或**叉车**也需要柴油、液化气或电能。这部分也很重要，因此应按照 CEN 标准草案中规定的操作方法将其换算为 TTW 和 WTW 能源消耗量以及 TTW 和 WTW 温室气体排放量。如果不知道能源消耗量，可以考虑叉车的运行小时数和每小时的标准消耗量。如果通过仓库中的充电站为叉车充电，则已经通过仓库计算了它的能源消耗量。

温室气体协定书中没有说明如何将仓库和转运设备计算的电能消耗量划分到单个包裹上。本指导手册建议分摊时仅使用**物理单位**（例如：重量、货板数量）。因为固定区域是物流链的固定部分，所以这个物流链的运输应使用**相同的分摊参数**。只有通过其他数据，计算固定区域的能源消耗量时，其他参数才有意义。所以深冻设施的能源消耗量还取决于货物的重量。如果运输还使用了其他的分摊数据，这里可以通过深冻货物重量进行分摊。对于转运设施，通常通过所转运的包裹进行分摊。原则上固定区域和运输一样，必须证明分摊的**参数**。

如果货物必须长时间储存，这部分货物的能源消耗量会更高一些。因此在仓库设施方面，还将**储存时间**考虑到分摊中去。所以可以通过每年平均占有的货板位置数量以及一个货板储存时间，计算一个货板的能源消耗量比例。

计算示例 14:

深冻仓库中一个货板的能源消耗量分摊

在一个深冻仓库中，经过一年的观察，占用 6700 货板位置的约 80%。例如在仓库中牛肉平均储存 21 天，辣椒储存 150 天。分摊给每个货板的牛肉或每个货板的辣椒的年能源消耗量比例如下：

- 货板天数总计：
6700 货板 x 80% x 365 天 = 1,956,400 货板天
- **牛肉:** 1 个货板 x 21 天 = 21 个货板天
比例: 21 个货板天 / 1,956,400 货板天 = **0.00107%**
- **辣椒:** 1 个货板 x 150 天 = 150 个货板天
比例: 150 个货板天 / 1,956,400 货板天 = **0.00767%**

13 结果，现在怎么办？

能源消耗量和温室气体排放量的计算构成了公司气候保护政策的依据。因此数值计算并不意味着工作的结束，而是开始。

我得到的结果是否够好？

计算也可能出现错误。因此在公布计算结果之前，必须检查其**可靠性**并且在需要时进行修正。这一点特别适用于使用不同交通工具的运输链的排放量和消耗量计算。大致原则是：汽车的排放量最高，为 500 至 900 g CO₂当量每吨千米；船只的排放量最低，为 5 至 30 g CO₂当量每吨千米。如果计算出的值明显偏大或偏小，一定要重新**检查计算方法**。

如果没有测量能源消耗量，而是进行了计算，在计算中应考虑特定的**假设**，例如汽车的利用率。假设不一定每次都是准确的，但可能对结构产生显著的影响。所谓的敏感性分析（对假设的数值进行系统地变更）可以展示出哪些输入变量对结果具有决定性作用。如果第一次计算碳足迹，建议进行此类分析。如果明显发现假设的数值对结果有很大的影响，应在下一次计算碳足迹时，通过测得数值进行替代。

正确沟通

单单一个数值很少具有说服力。例如每吨千米的 CO₂数值，不能说明一个公司的总体环境现状。为了**理解数值**，首先必须知道如何计算这些数值。根据 prEN 16258:2011，碳足迹计算人必须同时公布运输的 WTW 能源消耗量和温室气体排放量以及 TTW 能源消耗量和温室气体排放量。此外必须明确，距离、利用率、空驶比例或能源消耗量这些特征值来自**哪些来源**：它们是否是实际运输的特有测量值？或者是否是运输服务提供商一年来的车辆特有数值或线路特有数值？或者是否仅是运输服务提供商的车队平均值或者只是数据库中的固定数据（“默认值”）？

首先必须保证透明，这样才能了解，结果是基于测量还是默认值。如果使用了默认值，必须说明这些数值的来源以及为什么使用这些来源。CEN 标准草案目前没有规定如何说明运输链所使用的来源，因为每一个部分的数据源都会有所不同。如果与标准的建议不符，必须进行明确说明。这同样适用于所使用的分摊方法以及在因数上所计算的能源消耗量的转换过程中，在标准化能源单位（例如：MJ）以及温室气体排放量（例如：kg）上有差异的情况。

实施气候保护措施

只有正确计算之后，才能为公司采取降低能源消耗量和温室气体排放量措施形成一个可靠的依据。以本指导手册为依据进行的计算，实现了措施效果的正确评估以及将措施准确地用于尽可能合算地降低能源消耗量和排放量的地方。气候保护不是免费的：很多节约措施在开始时都会产生成本，但通过节能可以在后续年份中进行摊销。如果仅根据初始投资评估气候保护，将导致错误的优先权设定。气候保护是对可持续的生存战略以及公司未来的一种长期投资。

应在自己的公司实施有针对性的气候保护战略。优先实施**避免**，至少是**减少温室气体**的措施，例如线路优化、减少空驶、高效的车辆尺寸、仓库和转运设备能源供应的节能。然后才是采用**可再生能源**，也就是使用认证的生态电能或可再生原材料生产热能。**温室气体排放的补偿**可以对气候保护起到额外的贡献（参见实例）。但只有事先通过适当的减少措施将排放量明显降低，这些补偿措施才可信。

气候或 CO₂补偿

气候或 CO₂补偿 (Off-Setting) 指的是, 一家公司通过公司之外的气候保护项目降低了它的 (不可避免的) 温室气体排放。如果因此补偿了所排放的量, 可以将其称为 气候或 CO₂中和。但这个概念只有在一定条件下才正确, 因为大多数情况下碳足迹没有计算上游供应链的全部排放量。说明补偿方法时, 一定要遵守以下顺序:

- 在可能的地方, 应通过节约和高效措施以及通过使用可再生能源避免或减少对气候有害的温室气体排放。
- 然后通过适当的气候保护项目 (例如工业化国家和发展中国家的项目) 完全补偿不可避免的排放量。

气候补偿不是随时随地都是可以实践的气候保护。**符合“黄金标准”的补偿项目才是最合适的。**“黄金标准”由世界自然基金会 (WWF) 和其他环境协会共同开发。这个标准确保了活动能够促使减少温室气体排放量并对国家的生态发展起到额外的贡献。因此比如黄金标准目前将造林项目排除在外, 因为不能保证这些树木得到常年的保护。

自愿补偿和“黄金标准”的详细信息参见环保研究院的“补偿意见书”以及联邦环保局的“温室气体排放量自愿补偿指导手册”。

www.oeko.de/oekodoc/1011/2010-071-de.pdf www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/dateien/3660.htm

14 其他有用信息

换算辅助信息

表 18: 十进制因数

名称	因数	数值
千克 (k)	10 ³	1.000
兆 (M)	10 ⁶	1.000.000
千兆 (G)	10 ⁹	1.000.000.000
兆兆 (T)	10 ¹²	1.000.000.000.000
拍它 (P)	10 ¹⁵	1.000.000.000.000.000

表 19: 能源换算 (终端能源)

	MJ	kWh	L 柴油	kg 柴油
1 MJ	1	0,2778	0,0279	0,0233
1 kWh	3,6	1	0,0077	0,0065
1 L 柴油	35,9	129,2	1	0,835
1 kg 柴油	43,0	154,8	1,198	1

注释: 未混合生物柴油的传统柴油 - 终端能源

电能的国家特有排放因数

表 20: 铁路电能和国家电网电能的能源消耗量和温室气体排放量计算特征值

国家	铁路电能		国家公共电网电能 ¹⁾	
	能源	CO ₂ e 排放量	能源	CO ₂ e 排放量
Tank-to-Wheel (油箱到车轮): 全部	3,6	0,000	3,6	0,000
Well-to-Wheel (油井到车轮):				
比利时	13,5	0,393	11,7	0,223
丹麦	6,2	0,433	9,5	0,433
德国	10,8	0,574	10,3	0,589
芬兰	9,9	0,480	11,0	0,194
法国	13,2	0,077	12,5	0,081
意大利	9,6	0,749	8,3	0,450
荷兰	8,8	0,497	8,1	0,412
挪威	5,0	0,006	4,4	0,025
奥地利	4,5	0,119	5,9	0,186
波兰	12,5	1,085	10,3	0,998
葡萄牙	8,9	0,544	9,6	0,497
罗马尼亚	9,4	0,556	9,1	0,551
瑞典	3,8	0,004	9,1	0,068
瑞士	6,4	0,005	8,6	0,052
斯洛伐克	12,1	0,199	9,7	0,448
西班牙	9,2	0,425	9,9	0,346
捷克	11,2	0,661	11,1	0,596
匈牙利	14,5	0,637	11,5	0,601

¹⁾ 包括电网的损耗
来源: EcoTransIT 2010; GEMIS 4.7; 自有计算。

本指导手册中引用的文献以及其他相关文献:

文献

CEN 标准草案 prEN 16258:2011“运输服务业能源消耗和温室气体排放计算和说明方法”可以在 Beuth 出版社付费购买 (www.beuth.de) 或者逐段免费评论阅读 [网址 www.entwuerfe.din.de](http://www.entwuerfe.din.de); 标准信息也可参见德国标准研究所 [网址www.nadl.din.de](http://www.nadl.din.de)

AG 能源碳足迹: 能源碳足迹工作组为德国制订官方能源碳足迹的方法依据。详细信息参见: www.ag-energiebilanzen.de/

BMU/BDI-与产品有关的气候保护策略指导手册: 与产品有关的气候保护策略: 产品碳足迹的理解和应用。联邦环境、自然保护和核反应堆安全部和联邦德国工业协会的共同指导手册: 免费下载地址:

www.bdi.eu/download_content/KlimaUndUmwelt/PCF-Leitfaden_100810_Online.pdf

物流业CO₂计算: Kranke, A.; Schmied, M.; Schön, A.:物流业 CO₂计算: 数据源、公式、标准。Heinrich Vogel Verlag: 2011

Ecoinvent2009:瑞士生命周期清单中心 (Hrsg.):Ecoinvent.生态碳足迹数据库, 2.1 版。2009

EcoTransIT 2010:世界运输业的生态运输信息工具 - 环境方法和数据。海德堡 IFEU、环保研究院、IVE/RMCON。受德国铁路辛克物流和 UIC (国际铁路联盟) 委托。柏林 - 汉诺威 - 海德堡 2010 年。免费下载方法报告地址: www.ecotransit.org/download/ecotransit_background_report.pdf

GEMIS 4.7:全球排放模式集成系统 (GEMIS)。计算能源系统环境影响的 PC 计算模式; 由环保研究院开发。可以免费下载 PC 程序, 地址: www.gemis.de

温室气体协定书: 公司计算和报告标准 (公司标准)。世界资源研究所 (WRI)和世界企业永续发展委员会 (WBCSD)。免费下载地址: www.ghgprotocol.org

HBEFA3.1:道路交通排放因数指导手册, 3.1 版, 2010 年 2 月。INFRAS (伯尔尼), 受德国、瑞士和奥地利以及其他国家联邦环境局的委托。详细信息参见: www.hbefa.net

IPCC 2007:联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC), 第四次评估报告: 《2007 年气候变化》第 2 章: 大气构成和辐射强迫变化。2007. 免费下载地址: www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm

产品碳足迹备忘录: 用于记录和沟通国际标准化和一致化产品碳足迹的意见书。联邦环境、自然保护和核反应堆安全部、联邦环保局和环保研究院。免费下载地址: www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/memorandum_pcf_lang_bf.pdf

PAS 2050:PAS 2050 - 产品和服务生命周期温室气体排放量评估规范。2008 年。免费下载地址: www.bsigroup.com/Standards-and-Publications/How-we-can-help-you/Professional-Standards-Service/PAS-2050

PLANCO 2007:公路、铁路和水路运输载体的运输经济和环保比较。PLANCO 咨询公司受联邦水体和船运管理局委托制订的研究报告。艾森: 2007.

气候补偿意见书: Harthan, R.; Brohmann, B.; Fritsche, U.R.; Griebshammer, R.; Seebach, D.; 生态研究所意见书。柏林、达姆施塔特、弗莱堡: 2010. 免费下载地址: <http://www.oeko.de/oekodoc/1011/2010-071-de.pdf>

TREMODO 2010: “数据和计算模式”的进一步说明和扩展: 德国 1960 年至 2030 年机械化运输能源消耗量和有害物质排放量 (TREMODO, 第 5 版)。海德堡 IFEU 研究院受联邦环保局委托制订的最终报告。海德堡, 2010 年 3 月。免费下载地址: [www.ifeu.org/verkehrundumwelt/pdf/IFEU\(2010\)_TREMODO_%20Endbericht_FKZ%203707%20100326.pdf](http://www.ifeu.org/verkehrundumwelt/pdf/IFEU(2010)_TREMODO_%20Endbericht_FKZ%203707%20100326.pdf)

UBA 2009: 可再生能源载体的排放平衡: 2007 年通过使用可再生能源避免的排放量。联邦环保局出版; CLIMATE CHANGE | 12/2009; 德绍。2009. 免费下载地址: www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3761.pdf

UBA/DEHSt 2008: 温室气体资源补偿指导手册。德国联邦环保局排放量交易处出版; 柏林: 2008. 免费下载地址: www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3660.pdf

《交通评论》2010 :Kranke, A.: 缺少基础数据时的计算。批量 CO₂ 计算: 内陆航运。《交通评论》44/2009, 第 44-46 页

2009/30/EG: 欧洲议会和委员会于 2009 年 4 月 23 日颁布的指令 2009/30/EG, 用于修订在汽油、柴油和瓦斯油燃料规范以及引入温室气体排放量监控和减少系统方面的指令 98/70/EG, 用于修订欧洲委员会的指令 1999/32/EG (关于内陆航运所使用燃料的规范), 以及用于废除指令 93/12/EWG。欧盟公报 L140/88, 2009 年 6 月 5 日。

2009/339/EG: 委员会于 2009 年 4 月 16 日做出的决议, 用于修订决议 2007/589/EG 空运活动造成的排放量和吨千米数据的监控和报告制订指导方针 (发布时的文件号为 K(2009) 2887)。欧盟公报 L 103/10, 2009 年 4 月 23 日。

