Steuerung von Carbon-Costs & CO_{2e}-Emissionen in bestehenden Controlling- und Kostenrechnungssystemen

Überblick: Verrechnung & Monitoring von CO_{2e}-Emissionen und CO_{2e}-Kosten

Anwendungsbeispiele

Inhalte

- CO2e-Emissionen mit bestehenden Controllingstrukturen planen und monitoren
- Ableitung nötiger struktureller Voraussetzungen zur Integration
- Darstellung der möglichen Verrechnungsmöglichkeiten für die Produktkalkulation

Monitoring

- CO2e-Vermeidung verursachungsgerecht in bestehender Kostenstellenstruktur monitoren
- Einbeziehung von CO2e-Emissionen bei Budgetierung und Abweichungsanalyse
- Verantwortungsorientierte Verrechnung von CO2e-Emissionen und deren Kosten

Benchmarking

- Auswirkung von Investitionen auf CO2e-Kosten & -Emissionen auf Kostenstellen und Produkt-Ebene
- CO2e-Emissionen und Kosten in die Produktkalkulation überführen

Dr. Nathanael Harfst, Georg Ratjen

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, unter dem Förderkennzeichen: UM21DC002

Ort: Berlin, Karlsruhe

Datum: 28.02.2023

Inhalt

1 Hintergrund: Steuerung von Carbon Costs & Emissionen in bestehenden Controlling- und Kostenrechnungssystemen 3

2 Schaffung struktureller Voraussetzungen zur Integration von CO2e-Emissionen in die Kostenrechnung 5

2.1 Vereinheitlichung von Bilanzgrenzen 5

2.2 Verrechnung von Leistungen innerhalb des Unternehmens auf Kostenträger 6

2.3 Erweiterung der Kostenrechnung um die Zielgröße „CO2e“ 9

3 Beispielhafte Darstellung von Verrechnungsmöglichkeiten auf Kostenstellen und der Produktkalkulation 10

3.1 Emissionsarten-Rechnung 10

3.2 Verrechnung von Emissionen über Kostenstellen 11

3.3 Verrechnung der direkten Emissionen über Stücklisten 12

3.4 Zuschlagskalkulation für sonstige Gemeinemissionen 13

1 Hintergrund: Steuerung von Carbon Costs & Emissionen in bestehenden Controlling- und Kostenrechnungssystemen

Steuerung von Carbon Costs & Emissionen in bestehenden Controlling- und Kostenrechnungssystemen" richtet sich an Unternehmen, die ein Klimaschutzmanagement betreiben oder dies planen und ihre Kennzahlen, ihr Effizienzcontrolling und insbesondere die Verrechnung der damit verbundenen Kosten und Emissionen verfeinern wollen. In diesem Kurzleitfaden bezieht sich der Begriff Controlling stets auf das betriebswirtschaftliche Controlling. Der vorliegende Kurzleitfaden baut auf dem Kurzleitfaden *„Product Carbon Footprints und Product Carbon Costs"* auf und zeigt, wie sich CO_{2e}-Emissionen innerhalb von Unternehmen besser in bestehende Controlling-Systeme integrieren lassen, um diese z.B. bei Investitionsentscheidungen und der Produktkalkulation besser einzubeziehen.[1]

Der Kurzleitfaden zeigt Ihnen, wie Sie:

- **CO_{2e}-Emissionen mit bestehenden Controllingstrukturen planen und monitoren**

  Es wird aufgezeigt, wie ermittelte **CO_{2e}-Emissionen** im Rahmen klassischer betriebswirtschaftlich orientierter Strukturen verrechnet und für die Produktkalkulation zugänglich gemacht werden können. Hierdurch erhalten Sie die Möglichkeit, direkte und indirekte CO_{2e}-bedingte Kosten und Emissionen – etwa auf Kostenstellenebene – zu verrechnen und verantwortungsorientiert zu steuern. Zusätzlich schaffen Sie Transparenz, welche stofflichen und energetischen Aufwände (z.B. Strom, Kältemittel, Frischwasser) bei diesen Anlagen (z.B. Kälteanlage) zur Erzeugung eines Nutzens (z.B. Kälte) anfallen und welche nachgelagerten Prozesse die erzeugten Nutzen in welchem Umfang nutzen. Die Broschüre zeigt zudem, wie sich die im Leitfaden *„Product Carbon Footprints und Product Carbon Costs"* beschriebene Vernetzung von (CO_{2e})-Kennzahlen im Rahmen der klassischen innerbetrieblichen Leistungsverrechnung umsetzen lässt, um den „CO_{2e}-Rucksack" und die dazugehörige Kosten entlang der Fertigungs- und Versorgungskette – mit vorhandenen Kostenstellenstrukturen - nachverfolgen zu können und eine verantwortungsorientierte Steuerung von Emissionen innerhalb des Unternehmens zu ermöglichen.

- **Strukturelle Voraussetzungen zur Integration von CO_{2e}-Emissionen in die Kostenrechnung schaffen**

  Damit die verantwortungsorientierte Verrechnung von direkten und indirekten CO_{2e}-Emissionen innerhalb bestehender Kostenrechnungssysteme funktioniert, müssen insbesondere die Bilanzgrenzen der betrachteten technischen Prozesse und Produkte mit den Bilanzgrenzen der finanzorientierten Steuerung vereinheitlicht werden. Klassischerweise geschieht die Verrechnung von echten und unechten[2] Gemeinkosten innerhalb von Unternehmen über Kostenstellen, denen wiederrum z.T. Arbeitsplätze zugeordnet werden. Anfallende Kosten werden anhand der Kostenstellen – verantwortungsorientiert und möglichst verursachungsgerecht – Bereichen und Prozessen zugeordnet. Häufig sind die Bilanzgrenzen der Kostenstellen nicht

[1] Interne, kalkulatorische CO2-Preise sind ein Managementinstrument, um die Genehmigung von Klimaschutzmaßnahmen bei gleichbleibenden Kriterien und Konzernleitlinien an Amortisation, Kapitalwert etc. zu stärken.

[2] Bei unechten Gemeinkosten handelt es sich um solche, die grundsätzlich Einzelkostencharakter haben, sich also direkt zuordnen lassen würden – allerding als Gemeinkosten über Verrechnungsschlüssel verteilt werden, da der Aufwand zur direkten Verteilung zu hoch im Verhältnis zum Kostenanteil am Kostenträger wäre.

mit denen der im Rahmen von Energie- und Klimamanagementsystemen definierten Betrachtungsobjekten deckungsgleich – etwa den SEUs[3] bei der ISO 50001. Um die technisch abgeleiteten Kennzahlen bestmöglich für finanzorientierte Analysen nutzen zu können, sind die Bilanzgrenzen einheitlich zu definieren. Neben der einheitlichen Definition der Bilanzgrenzen sind die zur Verrechnung nötigen Daten (kWh, m^3 etc.) in die bestehenden Controlling-Systeme zu integrieren.

- **Verrechnungsmöglichkeiten für die Produktkalkulation und die Investitionsplanung aufzeigen**

  Auf Basis der verantwortungsorientierten Verteilung der Kosten und Emissionen lassen sich die Auswirkungen von Investitionen in effizientere bzw. CO2e-ärmere Prozesse planen, monitoren und bewerten und Effizienzgewinne direkt in der Produktkalkulation abbilden.

[3] SEU englisch für significant energy use → wesentlicher Energieeinsatz, der im Sinne eines Energiemanagementsystems nach ISO 50001:2018 vertieft analysiert und überwacht wird.

2 Schaffung struktureller Voraussetzungen zur Integration von CO2e-Emissionen in die Kostenrechnung

2.1 Vereinheitlichung von Bilanzgrenzen

Eine Integration der energie- und klimabezogenen Steuerung in vorhandene Controllingstrukturen wird schon länger von verschiedenen Autoren befürwortet.[4] Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Nutzung vorhandener **Strukturen.** Hierbei handelt es sich insbesondere um verantwortungsorientierte Kostenstellenstrukturen, IT- und Kennzahlensysteme zur wirksamen Steuerung des Energieeinsatzes und der damit verbundenen Emissionen und Kosten. Da in Unternehmen regelmäßig Steuerungsstrukturen innerhalb von Controllingsystemen etabliert sind, erscheint es zweckmäßig, Insellösungen zu vermeiden und vorhandene Ressourcen, Strukturen und Kompetenzen für die energie- und klimabezogene Steuerungsfunktion bestmöglich zu nutzen.

Wie in dem Leitfaden „*Product Carbon Footprints und Product Carbon Costs*" beschrieben, werden (Produktions-)Prozesse als Systeme verstanden, die **Nutzen** produzieren und **Aufwände** aufweisen. Die betrachteten Nutzen und Aufwände sind direkt mit der zugrunde gelegten Bilanzgrenze des betrachteten Systems verbunden, da sie diese überschreiten. Unternehmen als Ganzes ließen sich grundsätzlich auch als ein gesamthafter *Prozess* mit Nutzen und Aufwänden verstehen.

Da im *Gesamtsystem* eines Unternehmens jedoch regelmäßig mehrere z.T. sehr unterschiedliche Prozesse mit vielfältigen Aufwänden und Nutzen vorliegen, werden diese in kleinere Prozessabschnitte und Bereiche unterteilt. Die Unterteilung des *Gesamtsystems* eines Unternehmens erlaubt eine detailliertere Analyse von Prozesszusammenhängen und die damit verbundenen Möglichkeiten, Energieflüsse und die damit verbundenen CO_{2e}-Emissionen und Kosten genauer zu ermitteln und zu überwachen.

Gleiches gilt auch für die in der Kostenrechnung definierte Bilanzgrenzen zur Verrechnung von finanziellen Aufwänden und Nutzen – den Kostenstellen. Sie bilden die Basis der Verrechnung anfallender Kosten zu Prozessen und Bereichen. Dies dient der möglichst verursachungsgerechten Verrechnung von Kosten zu Prozessen und Bereichen, in denen sie „entstanden" sind, mit dem Ziel diese auch den entsprechenden Produkten (Kostenträgern) zuordnen zu können.

Darüber hinaus bieten die Kostenstellen gleichzeitig die Basis für eine verantwortungsorientierte Steuerung der angefallenen Kosten, denn den Kostenstellen wird i.d.R. ein Kostenstellenverantwortlicher zugewiesen, dem die Aufgabe zukommt, die zugeordneten Kosten zu planen, zu überwachen und bei Abweichungen vom Plan ggf. Gegenmaßnahmen einzuleiten.

Die Steuerung von Kosten auf Kostenstellen folgt somit dem PDCA-Zyklus,

- da Kosten geplant (Plan),
- Aufgaben umgesetzt (Do),
- die angefallenen Kosten überwacht (Check) und
- bei Abweichungen Gegenmaßnahmen (Act)eingeleitet werden.

Es erscheint somit zielführend, diese vorhandenen Strukturen und Steuerungsprozesse für die systematische Steuerung von CO_{2e}-Emissionen und den damit verbundenen Kosten zu nutzen. Ein weiterer Vorteil dieser Vorgehensweise ergibt sich, weil die Kostenstellenrechnung die Basis der Produktkalkulation ist, und somit eine verursachungsgerechtere Zuordnung der Emissionen auf Produkte erlaubt.

[4] Vgl. etwa Harfst, N. (2021). *Controlling als Treiber der Energieeffizienz: Integration von Energiemanagement in vorhandene Controllingstrukturen*. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. oder Nissen, U. (2014). *Energiekostenmanagement: Eine Einführung für Controller, Manager und Techniker in Industrieunternehmen*. Schäffer-Poeschel.

Um sich dieses regelmäßig in Unternehmen bereits angelegte Steuerungssystem für das Monitoring und die Verrechnung von CO_{2e}-Emissionen nutzbar zu machen, ist es jedoch nötig,

- dass sich die zur technischen Beschreibung der Prozesse genutzten Bilanzgrenzen mit denen der Kostenstellen decken und
- die zur Verrechnung der Emissionen benötigten Daten in die betriebswirtschaftlichen Systeme (etwa ERP-Systeme) überführt werden.

Die Anpassung der Bilanzgrenzen ist somit eine nötige Voraussetzung, um die technisch-orientierten Analysen für die Produktkalkulation und die verantwortungsorientierte Steuerung der Emissionen nutzbar zu machen. Decken sich die Bilanzgrenzen zwischen technischer Prozessbetrachtung und Kostenstelle nicht, sind entweder die Bilanzgrenzen zur Modellierung der Prozesse den Bilanzgrenzen der Kostenstellen anzupassen oder andersherum. Bei beiden Vorgehensweise gibt es Vor- und Nachteile. Änderungen des technischen Bilanzrahmens können dazu führen, dass komplexe Wechselwirkungen von Prozessen, die einer Kostenstelle zugeordnet sind oder deren Grenze überschreiten, zu Problemen bei der Modellierung führen. Andersherum kann die Anpassung der Bilanzgrenzen der Kostenstellen dazu führen, dass auch die mit den Kosten verbundenen Produktkalkulationen überarbeitet werden müssen.

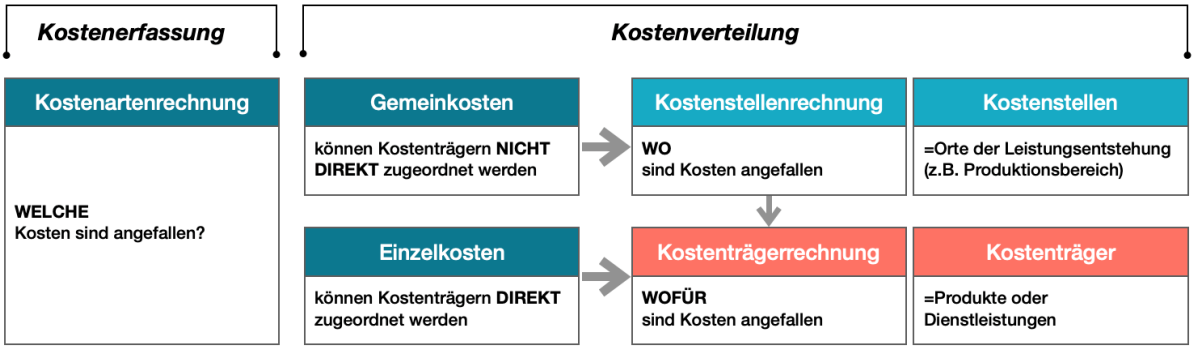
Sind die Bilanzgrenzen synchronisiert, lassen sich Daten zu den Aufwänden und Nutzen für die Modellierung und Überwachung der technischen Zusammenhänge gebrauchen. Zusätzliche wird die Verrechnung und Steuerung von CO_{2e}-Emissionen und den damit verbundenen Kosten ermöglicht.

Unser Ziel ist es, geeignete Kennzahlen für Produktionsprozesse zu bestimmen und darauf aufbauend, die Kennzahlen im Monitoring und Benchmarking zu nutzen. Ausgangspunkt ist die Beschreibung von Produktionsprozesse als Systeme, die **Nutzen** produzieren und **Aufwände** aufweisen.

2.2 Verrechnung von Leistungen innerhalb des Unternehmens auf Kostenträger

Im klassischen internen Rechnungswesen werden zunächst alle anfallende Kosten erfasst, kategorisiert und Kostenarten zugeordnet – die sogenannte Kostenartenrechnung. Anschließend folgt die Verrechnung der angefallenen Kosten auf die Kostenträger. Hierzu werden Einzelkosten und Gemeinkosten voneinander abgegrenzt. Einzelkosten sind solche, die sich direkt auf Kostenträger (Produkte oder Dienstleistungen) verrechnen lassen (vgl. Abbildung 1). Hierzu zählen klassischerweise z.B. die Materialkosten eines Produkts. Alle Kosten, die sich nicht direkt einem Kostenträger zuordnen lassen– sogenannte Gemeinkosten – werden im Rahmen der Kostenstellenrechnung verbucht und anhand unterschiedlicher Verfahren der Kostenträgerrechnung zugänglich gemacht.

Abbildung 1: Übersicht Kostenerfassung und- verteilung[5]



Quelle: Eigene Abbildung.

Einige Energieflüsse und damit verbundene CO_{2e}-Emissionen und Kosten lassen sich wie klassische Einzelkosten Kostenträgern direkt zuordnen – etwa Dampfverbräuche eines Produktionsprozesses. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die Energiemengen der Prozesse messtechnisch erfasst werden. Zur Verrechnung direkt zuordenbarer Energiemengen und den damit verbundenen Emissionen kämen laut Nissen entweder eine Verrechnung über Stücklisten oder Arbeitspläne in Frage.[6]

Andere CO_{2e}-Emissionen und Kosten lassen sich hingegen nicht direkt zuordnen, da sie entweder keinen direkten Bezug zum Kostenträger aufweisen (etwa der Stromverbrauch des Büros des Geschäftsführers) oder aber im Unternehmen zunächst noch gewandelt und an unterschiedlichen Stellen als innerbetriebliche Leistungen verteilt werden (etwa mit Strom erzeugte Druckluft als Nutzenergieart).

Gewandelte Energien oder die Herstellung von Zwischenprodukten werden regelmäßig als **innerbetriebliche Leistungen** angesehen. Zu deren Verrechnung lassen sich Kostenstellen in Unternehmen in Hilfs- und Hauptkostenstellen unterteilen. Hilfskostenstellen werden hierbei Bereiche und Prozesse zugeordnet, die innerbetriebliche Leistungen erbringen, die zur Erzeugung des eigentlich beabsichtigten Nutzens (durch die Hauptkostenstellen) benötigt werden.

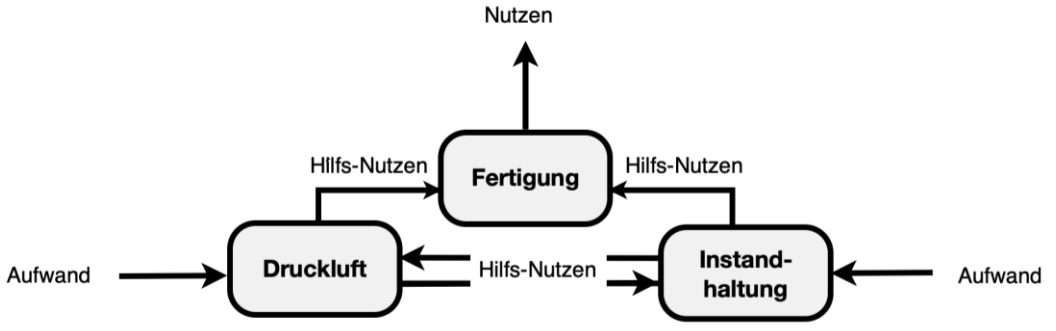
Nehmen wir beispielhaft an, ein Unternehmen erzeugt Druckluft für unterschiedliche Anwendungen. Der Druckluftkompressor wird einer Hilfskostenstelle *„Druckluft"* zugeordnet und alle relevanten Aufwände für Strom, Wartung durch die Instandhaltung etc. der Kostenstelle der Drucklufterzeugung zugerechnet (vgl. Abbildung 2). Mit Hilfe der Kennzahlenmethodik kann unter Berücksichtigung von Daten zum Energieeinsatz und zu den produzierten Luftmengen detailliert beschrieben werden, wieviel CO_{2e}-Emissionen jeder Kubikmeter Druckluft hat. Im Rahmen der Kostenstellenrechnung ließen sich darüber hinaus die CO_{2e}-Emissionen der mit der Kostenstelle *Druckluft* verbundenen Instandhaltungsaktivitäten und der Produktion und Bereitstellung des Druckluftkompressors bestimmen. Um nun die zur Produktion der Druckluft angefallenen CO_{2e}-Mengen auf die Hauptkostenstellen verteilen zu können, sind die von den Hauptkostenstellen genutzten Druckluftmengen zu erfassen und die CO_{2e}-Emissionen anhand dieses Schlüssels auf die Hauptkostenstellen zu verteilen. Darauf aufbauend lassen sich *Product Carbon Footprints* bilden, die der vorhandenen Kostenstellenstruktur und damit

[5] Eigene Abbildung in Anlehnung an Ernst, C., Schenk, G., Schuster, P. (2017). Aufbau der Kosten- und Leistungsrechnung am Beispiel der Vollkostenrechnung. In: Kostenrechnung klipp & klar. WiWi klipp & klar . Springer Gabler, Berlin, Heidelberg.

[6] Nissen, U. (2014). *Energiekostenmanagement: Eine Einführung für Controller, Manager und Techniker in Industrieunternehmen*. Schäffer-Poeschel, S. 279ff.

der Verteilung von Emissionen anhand vorhandener Verteilmechanismen der Produktkalkulation Rechnung tragen.

Abbildung 2: Beispielhafte Struktur zur Verrechnung innerbetrieblicher Leistungen



Quelle: Eigene Abbildung.

Diese Verrechnung von innerbetrieblichen Leistungen gehört zum Standard des internen Rechnungswesens. So werden etwa die Kosten der Instandhaltungsabteilung regelmäßig anhand der für andere Kostenstellen geleisteten Stunden verrechnet und somit der Weiterverrechnung in der Produktkalkulation zugänglich gemacht. Analog lassen sich auch die durch die Instandhaltungsabteilung verursachten CO_{2e}-Emissionen über die erbrachten Leistungen auf die Hauptkostenstellen verteilen (vgl. Abbildung 2). Hieraus ergeben sich innerbetriebliche Verrechnungspreise bzw. Verrechnungsemissionen auf Basis der tatsächlichen Leistungen von Hilfskostenstellen.

Zur Verwirklichung dieser Vernetzung zwischen Hilfs- und Hauptkostenstellen sind Daten zu den Hilfs-Nutzen, die zwischen den Kostenstellen geleistet werden, zu erfassen und als *Leistungsarten* innerhalb der Kostenstellen zu führen. Hierzu sollten automatisierte Schnittstellen zwischen energiebezogenen Erfassungssystemen und den ERP-Systemen geschaffen werden.

Emissionen, die sich weder direkt noch über den Umweg der innerbetrieblichen Leistungsverrechnung möglichst verursachungsgerecht Kostenträgern zuordnen lassen, ließen sich analog zu Gemeinkostenzuschlagssätzen auf die direkten Emissionen aufschlagen. Hierzu ist es jedoch nötig einen Bezug für die Beaufschlagung zu wählen. Häufig werden bei den Gemeinkosten die Einzelkosten als Basis für die Beaufschlagung gewählt. In Anlehnung an diese Vorgehensweise können *Gemeinemissionen* auf Basis der direkten CO_{2e}-Emissionen aus der Produktbezogenen Emissionsverteilung berechnet werden. Dies bedeutet, dass auf jedes Kilogramm direkt zuordenbarer CO_{2e}-Emissionen pro Produkt ein gewisser prozentualer Aufschlag berechnet wird. Dies soll dazu führen, die gesamten CO_{2e}-Emissionen des Unternehmens auf die Produkte zu verteilen. Werden nun Effizienzmaßnahmen zur Reduktion der Energieflüsse oder benötigter Ressourcen geplant und umgesetzt, lassen sich die Effekte anhand der CO_{2e}-Footprints der Kostenträger planen und überwachen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die ermittelten und möglichst verursachungsgerecht verteilten CO_{2e}-Emissionen mit internen Verrechnungspreisen zu belegen, um Investitionen in CO_{2e}-ärmere Technologien und Prozesse zu fördern.

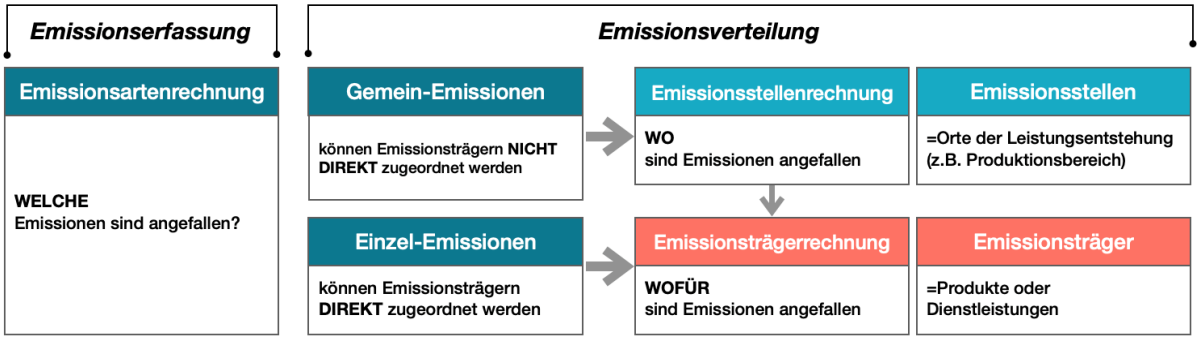
2.3 Erweiterung der Kostenrechnung um die Zielgröße „CO2e“

Um eine möglichst verursachungsgerechte Verteilung der Emissionen zu Stande zu bringen, ist es nötig, neben der Zielgröße Euro noch die Zielgröße CO_{2e}-Emissionen in der Kosten- und Leis-tungsrechnung zu definieren. Die Ermittlung der gesamthaften Emissionen von Unternehmen findet sich bereits bei der Erstellung von Corporate Carbon Footprints, also unternehmensweiten Emissionsbilanzen. Hierzu wird regelmäßig im Scope 3 zwischen vor- und nachgelagerten Emis-sionen unterschieden. Die Basis-Mengen der bezogenen Güter und Dienstleistungen im Scope 1 & 2 sowie den vorgelagerten Kategorien des Scope 3 – nach dem Green-House-Gas-Protokoll – sind in der Regel (mit Ausnahmen der Emission des Pendelns der Mitarbeitenden) bereits in der Kosten-und Leistungsrechnung erfasst. Auf Basis der Mengen lassen sich mit Hilfe von Emissi-onsfaktoren dann die absoluten Emissionen einzelner Güter und Dienstleistungen bestimmen.

Die Verteilung dieser Emissionen auf Produkte resultiert in einem Product Carbon Footprint (hier gradle to gate). Eine Beschreibung einer Vorgehensweise zur Zuteilung von Emissionen auf Produkte findet sich etwa auch in der ISO 14067.

Im folgenden Beispiel soll diese Zurechnung anhand der Verrechnung der Emissionen mittels der Kostenstellen gezeigt werden. Hierzu erweitern wir im ersten Schritt nun also die Kosten- und Leistungsrechnung um die Zielgröße CO_{2e}-Emissionen siehe (Abbildung 3).

Abbildung 3: Erweiterung der Kosten und Leistungsrechnung zur Emissionsrechnung



Quelle: Eigene Abbildung.

Die grundsätzliche Verrechnungslogik, welche sich aus der klassischen Kosten und Leistungs-rechnung ergibt, bleibt gleich. Im Folgenden ist die Erweiterung der Kosten-Leistungsrechnung zur Bestimmung und Steuerung der CO_{2e}-Emissionen beispielhaft dargestellt.

3 Beispielhafte Darstellung von Verrechnungsmöglichkeiten auf Kostenstellen und der Produktkalkulation

3.1 Emissionsarten-Rechnung

Das folgende Beispiel bezieht sich auf die Herstellung von Kartonagen. Am Anfang steht, wie in der Kostenrechnung, die Erfassung aller Emissionsarten. Hierbei handelt es sich zum einen um direkte Emissionen, etwa jenen, die klassischerweise dem Scope 1 zugeordnet werden – Emissionen aus Verbrennung von fossilen Energieträger oder aber der Klimawirkung flüchtiger Gase. Zum anderen können indirekte Emissionen, welche sich auf Produkte, Kapitalgüter und ähnliche Kategorien des so genannten Scope 3 beziehen, in der Emissionsarten-Rechnung angelegt bzw. vorhandenen Kostenarten zugeordnet werden. Die Emissionen, welche sich aus dem Pendeln der Mitarbeitenden zur Produktionsstätte ergeben, werden etwa der Rubrik Personal zugeordnet (siehe Tabelle 1), wobei die Personalkosten sich auf Löhne und Gehälter beziehen. Aus den dargestellten Gütern und Dienstleistungen ergeben sich Gesamtkosten i.H.v. rund 17 Millionen Euro und eine Klimawirkung von ca. 14.500 Tonnen CO_{2e} für den Betrachtungszeitraum 2021.

Tabelle 1: Kosten- und Emissionsartenrechnung 2021

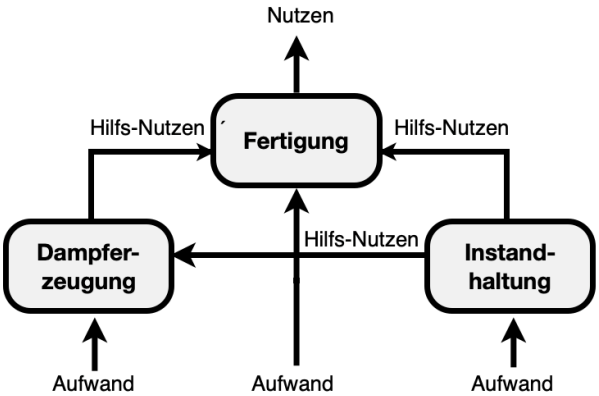
Kosten / Emissionsart	Unter-kategorie der Kosten / Emissionsart	Kosten	relevante Menge	CO_{2e}-Faktor-Gesamt in [kg CO_{2e}/ Einheit]	Emissionen [tCO_{2e}]	Faktor-Scope 1 [kg CO_{2e}/ Einheit]	Faktor-Scope 2 [kg CO_{2e}/ Einheit]	Faktor-Scope 3 [kg CO_{2e}/ Einheit]
Energie		**2.208.894 €**			**7242,6**			
	Erdgas	1.862.531 €	28.654.321 kWh	0,23	6533,2	0,201		0,027
	Diesel	74.758 €	44.499 l	3,29	146,5	2,649		0,642
	Strom	271.605 €	1.234.567 kWh	0,46	563,0		0,456	
Hilfs- und Betriebsstoffe		**1.250.624 €**			**4894,0**			
	Kältemittel (R407c)	1.395 €	15 kg	1774,00	26,6	1.774		
	Entschäumer	1.048.866 €	80.994 kg	0,93	75,0			0,926
	Sonstige RHB	200.363 €	...	...	4819,0			...
Material		**11.287.030 €**			**2358,0**			
	Altpapier	6.037.429 €	35.514.286 kg	0,04	1243,0			0,035
	Stärke	4.996.178 €	942.675 kg	0,79	740,0			0,785
	Sonstige Materialien	253.423 €	654.450 kg	0,57	375,0			0,573
Personal		**2.195.514 €**			**55,3**			
	Mitarbeitende	2.195.514 €	323.456 km	0,17	55,3			0,171
Gesamt-emissionen		**16.942.062 €**			**14549,9**			

3.2 Verrechnung von Emissionen über Kostenstellen

Innerhalb dieses vereinfachten Beispiels werden die erfassten Gesamtkosten und Emissionen im Rahmen der Kostenstellenrechnung auf die folgenden Kostenstellen aufgeteilt:

- die Hilfskostenstellen *Kraftwerk* und *Instandhaltung* sowie die
- Hauptkostenstellen *Fertigung* und *Sonstige Verwaltung*.

Abbildung 4: Kostenstellenstruktur Beispiel



Quelle: Eigene Abbildung.

Die Dampferzeugung und Instandhaltung haben Aufwände und generieren Hilfsnutzen für die eigentliche Produktion. So wird etwa Dampf erzeugt, der in der Fertigung genutzt wird. Alle auf der Kostenstelle anfallende Emissionen und Kosten werden über die *Leistungsart Dampf* in Kilowattstunden verrechnet. Hierdurch ergeben sich finanzielle, aber auch emissionsbezogene Verrechnungssätze pro gelieferter Menge Dampf (siehe Tab. 2).

Tabelle 2: Kostenstellenbericht Dampferzeugung inkl. Emissionen – Leistungsart Dampf in kWh

Kosten / Emissionsart	Kosten	relevante Menge	kg CO2e/Mengeneinheit	Emissionen in tCO_{2e}
Erdgas	1.862.530,87 €	28.654.321 kWh	0,23	6.533,19
Strom	80.395,04 €	365.432 kWh	0,46	562,96
Personal	86.463,00 €	15.840 km	0,17	2,71
Summe	**2.029.388,91 €**			**7.098,86**
Leistungsart: Dampf		**24.356.173 kWh**		
Verrechnungsgröße je Leistungsart	**0,08 €**			**0,291 kg CO2e**

Ähnliches gilt für die Hilfskostenstelle der Instandhaltung, bei der die Kosten und Emissionen für Personal, Strom und das Kältemittel der Klimaanlage, dargestellt sind. Diese werden über die 1.800 Stunden, welche die Instandhaltung geleistet hat, verteilt und anhand dieser Leistung den Hauptkostenstellen zugewiesen.

Tabelle 3: Kostenstellenbericht Instandhaltung inkl. Emissionen – Leistungsart Stunden

Kosten/Emissionsart	Kosten	relevante Menge	kg CO2e/Mengeneinheit	Emissionen in tCO_{2e}
Strom	5.595,04 €	25.432 kWh	0,46	11,70
Kältemittel (R407c)	1.394,70 €	15 kg	1774	26,61
Personal	345.852,00 €	63.360 km	0,17	10,83
Summe	**352.841,74 €**			**49,14**
Leistungsart: Stunde		**1800**		
Verrechnungsgröße je Leistungsart	**196,02 €**			**27,302 kg CO2e**

Die Hauptkostenstelle der Fertigung hingegen empfängt Leistungen der Hilfskostenstellen *Instandhaltung* welche mit Kosten, aber auch mit entsprechenden Emissionen behaftet sind. Eine Aufstellung der bezogenen Leistungen aus den Hilfskostenstellen, aber auch darüber hinaus findet sich in Tabelle 4. Aus den 1.600 Stunden Instandhaltungsleistung ergeben sich somit 43,7 Tonnen CO_{2e} und Kosten in Höhe von 313.637 € auf der Kostenstelle der Fertigung.

Tabelle 4: Kostenstellenbericht Fertigung inkl. Emissionen

Kosten / Emissionsart	Kosten	relevante Menge	kg CO_{2e}/Mengeneinheit	Emissionen in t CO_{2e}
Strom	185.614,66 €	843.703 kWh	0,46	384,7
Diesel	50.791,44 €	30.233 l	3,29	99,5
Entschäumer	1.048.866,09 €	80.994 kg	0,93	75,0
Personal	1.037.556,00 €	176.256 km	0,17	30,1
Verrechnung Instandhaltung	313.637,10 €	1.600 h	27,30	43,7
Summe	**2.636.465,29 €**			**633,06 t CO_{2e}**

3.3 Verrechnung der direkten Emissionen über Stücklisten

Um nun die Kosten pro Tonne Produkt, aber auch die Emissionen pro Tonne Produkt zu ermitteln, lassen sich zunächst solche Ressourcen und die damit verbundenen Kosten und Emissionen, welche sich den Kostenträgern direkt zuordnen lassen, über Stücklisten verrechnen. Im vorliegenden Beispiel nehmen wir an, dass es zwei Produkte gibt, die eine unterschiedliche Materialzusammensetzung haben. Die Stücklisten und die damit verbundene Ermittlung der direkten Kosten und Emissionen finden sich in Tabelle 5 und Tabelle 6.

Tabelle 5: Einzelkosten und -emissionen des Produkts 1

Komponente	Kosten pro Tonne	Gesamtkosten bei 26.065 Tonnen	Menge pro Tonne	CO2e-Faktor-Gesamt kg CO2e/Einheit	Emissionen in kg CO2e/Tonne Karton Sorte 1	Direkteemissionen in tCO_{2e} bei 26.065 Tonnen Karton Sorte 1
Altpapier	178,50 €	4.652.697,2	1.050 kg	0,035	36,8	957,9
Stärke	140,80 €	3.670.026,7	22 kg	0,79	17,4	453,0
Sonstige Materialien	3,90 €	101.655,6	10 kg	0,57	5,7	148,6
Dampf	56,66 €	1.476834,1	680 kWh	0,291	198,2	5166,0
Gesamtemissionen	**379,86 €**	**9.901.213,7**			**258,0**	**6.725,5**

Aufgrund der unterschiedlichen Materialzusammensetzung der beiden Produkte ergeben sich unterschiedliche *direkte Produktkosten*, aber auch unterschiedliche *direkte CO_{2e}-Emissionen*.

Tabelle 6: Einzelkosten und -emissionen des Produkts 2

Komponente	Kosten pro Tonne	Gesamtkosten bei 6.516 Tonnen	Menge pro Tonne	CO2e-Faktor-Gesamt kg CO2e/Einheit	Emissionen in kg CO2e/Tonne Karton Sorte 2	Direkte Emissionen in tCO_{2e} bei 6.516 Tonnen Karton Sorte 2
Altpapier	212,50 €	1.384.731,3	1.250 kg	0,035	43,75	285,1
Stärke	236,80 €	1.543.079,4	37 kg	0,790	29,23	190,5
Sonstige Materialien	4,68 €	30.496,7	12 kg	0,570	6,84	44,6
Dampf	74,16 €	483.228,8	890 kWh	0,291	259,40	1.690,3
Gesamtemissionen	**528,14 €**	**3.441.536,2**			**339,22**	**2.210,5**

3.4 Zuschlagskalkulation für sonstige Gemeinemissionen

Gemeinemissionen – also solche die sich nicht direkt Kostenträgern oder produktbezogenen Bereichen zuordnen lassen – können im Nachgang über Emissionszuschlagssätze analog zu Gemeinkostenzuschlagssätzen den Kostenträgern zugeordnet werden. Hierdurch wird sichergestellt, dass alle im Unternehmen angefallenen Emissionen den Kostenträgern zugeordnet werden können.

Tabelle 7: Produktkalkulation mit Kosten und Emissionen

Kosten/Emissionsart	Gesamt-Kosten	Gmeinkostenzuschlags-satz	Stückkosten Sorte 1	Stückkosten Sorte 2	Gesamt-Emissionen in tCO_{2e}	Gemeinemissionszuschlagssatz	kg CO_{2e}/ Tonne Sorte 1	kg CO_{2e}/ Tonne Sorte 2
Einzel-Kosten/Emissionen	13.342.750 €		379,86 €	528,14 €	8.936		258,02	339,22
Fertigungs-Kosten/Emissionen	2.636.465 €	19,76 %	75,06 €	104,36 €	633	7,08 %	18,28	24,03
Herstell-Kosten/Emissionen	15.979.215 €		454,92 €	632,49 €	9.569		276,30	363,25
Gemein-Kosten/Emissionen	996.320 €	6,24 %	28,36 €	39,44 €	4.898	51,18 %	141,42	185,93
Gesamtemissionen	**16.975.535 €**	**6,24 %**	**483,28 €**	**671,93 €**	**14.467**		**417,73**	**549,18**

Mit der hier beschriebenen Vorgehensweise lassen sich Emissionen analog zu den Kosten innerhalb der betrieblichen Kosten- und Leistungsrechnung abbilden. Diese Vorgehensweise erscheint zweckmäßig, denn:

- die mengenmäßigen Werte der maßgeblichen Güter und Dienstleitungen sind bereits in der Finanzbuchhaltung vorhanden;
- die Verrechnung der Emissionen auf Bereiche und Kostenträger ist sichergestellt und die dafür nötigen Verteilungsschlüssel sind bereits gebildet;
- die Verrechnung innerbetrieblicher Leistungen ist angelegt,
- Änderungen in Kosten und Emissionen werden im Rahmen von regelmäßiger Überarbeitung der Kalkulationen sofort wirksam.

Hierdurch entstehen dynamische Werte für Emissionen bei den Kostenstellen und Kostenträgern, deren Relevanz in Zukunft zu wachsen scheint.