

Erweiterung der Systemgrenzen betrieblicher Umweltinformationssysteme – Integration der Supply Chain am Beispiel der „CO₂-Rechner“

Christian Haubach, Mario Schmidt

Institut für Angewandte Forschung
Hochschule Pforzheim
Tiefenbronner Straße 65
75175 Pforzheim
christian.haubach@hs-pforzheim.de
mario.schmidt@hs-pforzheim.de

Abstract: Das Interesse der Öffentlichkeit an der Klimawirksamkeit von Unternehmen und Produkten erfordert das Überschreiten der Unternehmensgrenzen bei der Emissionserfassung und die Einbeziehung der Supply Chain. Mit einfachen rekursiven Methoden lässt sich bei der CO₂-Berechnung die Supply Chain integrieren. Dabei werden Emissionsintensitäten der Unternehmen verwendet, die allerdings eine stärkere Anbindung an das betriebliche Rechnungswesen erfordern und damit eine interessante Anwendung für ERP-Systeme darstellen.

1 Einleitung

Die klassische Sichtweise betrieblicher Umweltinformationssysteme (BUIS) konzentriert sich auf die systematische Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung umweltrelevanter Informationen in einem Betrieb [Hi95]. Demgegenüber verfolgen die Life Cycle Assessment (LCA)-Ansätze die unternehmensübergreifende Perspektive der Produkte „von der Wiege bis zur Bahre“ [ISO06]. Beide Ansätze wurden in der Vergangenheit in Nischenbereichen des Umweltmanagements verfolgt und weiterentwickelt. Mit dem neuen öffentlichen Interesse an Umwelt- und insbesondere Klimaschutz haben jedoch andere Bilanzierungsansätze eine ungeahnte Popularität gewonnen: Es sind die auf CO₂ und Treibhausgase (THG) ausgerichteten „Carbon Footprints“ von Produkten, Einzelpersonen, Firmen oder sogar ganzen Nationen [Ki07] und die so genannten Carbon Labels für Produkte [Wa08].

Diese neuen Ansätze erfreuen sich nicht nur einer großen öffentlichen Popularität, sie haben für die Unternehmen plötzlich auch eine Bedeutung jenseits des klassischen Umweltmanagements, teilweise in zentralen Funktionsbereichen des Managements. So gewinnen Carbon Labels im Marketing von Produkten an Bedeutung; Offset-Projekte zur Neutralisierung von Klimawirkungen werden für die Public Relations-Abteilungen von Unternehmen immer interessanter. Als eine Konsequenz davon sitzen die Treiber dieser Themen immer seltener in den Umweltschutzabteilungen der Unternehmen.

Trotzdem bleibt der Ausgangspunkt notwendigerweise bei der Ermittlung und Bilanzierung der Umweltwirkungen des Unternehmens, in diesem Fall der treibhauswirksamen Aktivitäten. Doch dazu wird kaum auf die Instrumente aus dem BUIS- und LCA-Bereich zurückgegriffen. Weniger noch: es werden sogar wichtige Erfahrungen ignoriert, die man in diesen Bereichen in den vergangenen Jahren gemacht hat. Dies betrifft z.B. Fragen der einheitlichen und vergleichbaren Datengrundlage, der Bilanzgrenzen oder der Zurechnung von Umweltbelastungen auf mehrere Aktivitäten.

2 Erfassung von Treibhausgasemissionen

Im Rahmen der aktuellen Klimaschutzdebatte ist die Kenntnis der eigenen Treibhausgasemissionen (THG) in den Fokus der Unternehmen gerückt [Ca07]. Die im Bereich der Emissionserfassung entwickelten Richtlinien spiegeln auch die Notwendigkeit zur Berücksichtigung der Supply Chain wieder. Methoden zur Messung und Berichterstattung von direkten THG-Emissionen sind durch das GHG Protocol [WW04] und die ISO 14064 definiert. Methoden zur Messung von indirekten Emissionen aus der Produktion von Gütern und Dienstleistungen über alle Stadien ihres Lebenszyklus sind zwar Bestandteil des GHG Protocol, aber zum praktischen Einsatz nicht näher definiert. Es unterscheidet lediglich drei Aufgabenbereiche (Scope 1 - 3). Zwar bietet das Life Cycle Assessment (LCA) eine detaillierte Berechnung der Klimawirkungen und anderer Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus von Gütern und Dienstleistungen, es ist aber sehr aufwendig und erfordert auch einigen methodischen Sachverstand.

Auf einer übergeordneten Ebene steht die Environmental Input-Output-Analyse (EIO) zur Lebenszyklusbewertung zur Verfügung [He98]. Sie liefert ein generelles Verständnis für die Wirtschaftssektoren mit den signifikantesten Umwelteinwirkungen. Mischsysteme, so genannte Hybride [Mi07], versuchen die jeweiligen Stärken zu nutzen. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus beiden Ansätzen auf Produktebene ist jedoch aufgrund der unterschiedlichen Methodik und begrenzter Verfügbarkeit von Daten schwierig. Ein weiterer Ansatz zur Standardisierung der Bewertung der Klimaeinwirkung von Produkten und Dienstleistungen ist der „Carbon Footprint“ als spezielle Ausprägung des Ecological Footprint [Ki07], des Global Ecological Footprint Network.

In jüngster Zeit ist eine große Nachfrage zur Ermittlung von THG-Emissionen entstanden. Besonders populär sind internet-basierte CO₂-Rechner zur Bestimmung von THG-Emissionen von privaten Haushalten und Individuen. Das Angebot an solchen Berechnungswerkzeugen ist sehr vielfältig. Als Beispiel sind hier die im deutschsprachigen Raum vorhandenen Rechner des Umweltbundesamtes [UBA07] und der Rechner eco2-privat von ecospeed genannt. Aber auch für den Unternehmensbereich haben solche Werkzeuge eine gewisse Bedeutung. Gerade kleine und mittlere Unternehmen benötigen eine kostengünstige Alternative zu aufwendigen Verfahren und professionellen Bilanzierungswerkzeugen. Internetbasierte Rechner oder die Implementierung in vorhandene gängige ERP-Systeme könnten hier durch ihre Breitenwirkung und die leichte Nutzung eine wichtige Rolle übernehmen. Vor allem müssen

solche Berechnungswerkzeuge für Unternehmen einfach zu bedienen sein, und die Berechnungen müssen wissenschaftlich nachvollziehbar sein.

Das derzeitige Angebot an CO₂-Rechner speziell für Unternehmen ist sehr begrenzt. Im deutschsprachigen Raum gibt es bisher keinen CO₂-Rechner, der direkt Unternehmen anspricht. International werden Unternehmen bisher nur von den Rechnern einiger CO₂-Neutralisierungsanbieter angesprochen, wie etwa die Website ClimateCare¹ der JPMorgan's Environmental Markets Group oder der „Carbon Calculator for Business“² der Carbon Neutral Company. In den Rechnern der CO₂-Neutralisierer ist es möglich thematische Teilbilanzen (Mobilität, Heizung, Papierverbrauch, etc.) zu bilden und diese zu kompensieren. Die Erstellung von umfassenden Bilanzen steht hier jedoch nicht im Vordergrund. Außerdem weisen CO₂-Rechner in ihren Berechnungsergebnissen große Abweichungen untereinander auf, die nicht nur Ausdruck von Ungenauigkeiten bei der Berechnung sind, sondern auch ein Ergebnis der Intransparenz der verschiedenen Berechnungsmethoden [Bo07].

Entscheidend ist jedoch, dass indirekte Emissionen von Gütern und Dienstleistungen von allen Business-CO₂-Rechnern vernachlässigt werden, obwohl mit sinkenden Fertigungstiefen die reinen Standortemissionen an Bedeutung verlieren. Mit den CO₂-Rechnern kann damit exemplarisch ein grundsätzliches Problem bei der Ermittlung von Umweltleistungen von Unternehmen aufgezeigt werden, das dringend gelöst werden muss, um keine Fehlentscheidungen im Klimaschutz zu treffen. Dies kann genauso auf andere Umweltwirkungsbereiche, wie sie typischerweise in BUIS berücksichtigt werden, übertragen werden.

3 Rekursive Berechnung entlang einer Supply Chain

Gerade für die externe Kommunikation ist immer wieder die Vergleichbarkeit von Umweltleistungen von zentraler Bedeutung. Im LCA-Bereich wird dies durch die so genannte funktionelle Einheit erreicht. Schon im betrieblichen Bereich ist die Bildung geeigneter Vergleichsgrößen jedoch schwierig, da eine sachliche Abgrenzung, beispielsweise eines Unternehmensbereichs oder betrieblichen Standorts oft willkürlich ist. Deshalb ist die Berücksichtigung ökonomischer Kennzahlen für die Bewertung unerlässlich. So bietet sich beispielsweise der Umsatz oder die Wertschöpfung des Unternehmens an. Dies wird neuerdings auch für die Ermittlung von betrieblichen Ressourceneffizienzpotenzialen mittels des Material Stream Mappings genutzt [Sch07]. Die Berücksichtigung des ökonomischen Unternehmensergebnisses etwa in der Größe einer Emissionsintensität bietet zugleich eine weitere Chance, die Supply Chain auf elegante Weise in die Kalkulation einzubeziehen.

Ein CO₂-Rechner muss die Luftemissionen aller im Kyoto-Protokoll genannten klimawirksamen Gase erfassen und in CO₂-Äquivalente umrechnen. Das Grundprinzip jedes CO₂-Rechners ist die Berechnung der Emissionen aus dem Einsatz von Energieträgern.

¹ <https://www.climatecare.org/business/business-co2-calculator>

² <http://www.carbonneutral.com/business-carbon-calculator/index.asp>

Über Modellannahmen kann der Energieträgereinsatz (Elektrizität, Wärme, Transport etc.) abstrahiert werden und mittels des Einsatzes von Emissionsfaktoren die THG-Emissionen berechnet werden. Bei prozessbedingten direkten Emissionen ergeben sich die THG-Emissionen von chemischen Prozessen aus der Stöchiometrie der Reaktionsgleichungen. Ein CO₂-Rechner muss deshalb neben den im Kyoto-Protokoll genannten THG auch alle für die Emissionsbilanz relevanten Produktionsprozesse in die Berechnung mit einbeziehen.

Die zu lösende Herausforderung bei der Umsetzung eines CO₂-Rechners für Unternehmen ist die methodische Entwicklung der Bewertung indirekter Emissionen (Scope 3 GHG Protocol). Indirekte Emissionen erfordern Zurechnungsregeln und Modellannahmen. Sie sind deshalb schwieriger zu berechnen. Für eine umfassende Bilanz der THG-Emissionen auf Unternehmensebene ist hier insbesondere eine konsistente Bewertung der Emissionen der Lieferkette notwendig.

Der im Forschungsprojekt EINBLIK der Hochschule Pforzheim verwendete Ansatz der kumulativen Emissionsintensitäten liefert eine einfache Methodik zur Integrierung der Lieferkette. Ihm liegt folgende Formel zu Grunde [SS05].

$$\mu_n = 1/U_n \left[E_n + \sum_{i=1}^s \mu_{n-i}^G \sum_{i=1}^s M_{n-1,i}^G P_{n-1,i}^G \right]$$

Diese Formel zeigt, dass sich die Kennzahl der kumulierten Emissionsintensität μ_n eines Unternehmens aus dem Verhältnis seiner direkten E_n und indirekten Emissionen (in der Formel die Summenzeichen) mit dem als Nettowertschöpfung ausgedrückten Umsatz U_n ergibt. Die indirekten Emissionen errechnen sich hierbei aus der Summe der mit den kumulierten Emissionsintensitäten μ multiplizierten Werten des Preis-Mengen-Produktes ($M \cdot P$) der bezogener Güter G eines Lieferanten.

Der Einkaufspreis ist, im Vergleich zu den Verbrauchsdaten bei direkten Emissionen, die variable Bestimmungsgröße für die Höhe THG-Emissionen. Die Bewertung über einen konstanten Faktor erfolgt dann nicht über einen Emissionsfaktor, sondern über die Emissionsintensität, dem Verhältnis von Emission zu Preis, d.h. kg CO₂ pro €. Aus dem Produkt von Emissionsintensität und Einkaufspreis erhält man die THG-Emissionen bezogener Güter.

Der Vorteil ist, dass im Gegensatz zur LCA-Methodik die Berechnung der CO₂-Emissionen nur jeweils eine Stufe in der Supply Chain zurückverfolgt wird, nämlich bis zu den eigenen Lieferanten. Die kumulierte Emissionsintensität setzt jedoch die breite Verfügbarkeit von bereits berechneten Werten der Lieferanten voraus. Dies kann anfangs durch geeignete Emissionsintensitäten für Produktgruppen oder Branchen geschätzt werden, langfristig müssen die Werte aber durch unternehmensübergreifende Informationssysteme bereitgestellt werden.

4 Abschätzung von Emissionen in Gütern

Es bieten sich zwei Möglichkeiten zur Abschätzung der Emissionen bezogener Produkte an. Zum Einen lässt sich durch die Auswahl von Produktgruppen mittels Clusteranalyse der Aufwand für Produkt-LCA's einschränken. Auf diese Weise ist es möglich, jedem

Gut über die zugehörige Produktgruppe eine auf LCA-Daten basierende Menge an CO₂-äquivalenten zuzuschreiben. Der Vorteil der Methode liegt in der Vereinfachung der LCA-Methodik und der Berücksichtigung der Supply Chain in voller Breite und Tiefe. Der Nachteil der Methode ist die große Anzahl an Produktgruppen und die allgemeine Problematik der Überalterung von historischen LCA-Daten. Zudem verzichtet man bei der Emissionsabschätzung mittels eines Produktgruppen-LCA auf die ökonomische Aussagekraft der Emissionsintensität. Die absolute Emissionsmenge der LCA-Daten hat keine Steuerungswirkung in betrieblichen Abläufen.

Zum Anderen bietet die Verwendung einer Branchen-Emissionsintensität aus Makrodaten eine Möglichkeit zur Abschätzung der Emissionen von Gütern. Es werden kongruente ökonomische und ökologische Branchenwerte der volkswirtschaftlichen und umweltökonomischen Gesamtrechnung (VGR/UGR) [St07] verwendet. Das evaluierte Unternehmen muss lediglich seine Ausgaben und Lieferanten nach Wirtschaftszweigen aufschlüsseln und in den Rechner eingeben. Aus dem Produkt der Branchen-Emissionsintensität und dem Einkaufspreis erhält das Unternehmen die Emissionen bezogener Produkte des letzten Lieferanten.

Die Berechnung von Branchen-Emissionsintensitäten ist klar nachvollziehbar und einfach umzusetzen. Es wird auf offizielle Daten der VGR, UGR und Input-Outputrechnung des Statistischen Bundesamtes sowie statistisches Datenmaterial internationaler Behörden zurückgegriffen. Die Datenbasis wird in einem festen Zyklus aktualisiert. Die tatsächlichen Werte können von den breiten Durchschnittsbranchenwerten abweichen. Jedoch ist der Branchenmittelwert ein erwartungstreuer Schätzer im Vergleich zu Daten aus LCA-Datenbanken bei denen ein Referenzprozess stellvertretend für alle Prozesse ähnlicher Art steht. Bei der Verwendung von Produktgruppen-LCA ist ebenfalls mit Abweichungen von tatsächlichen Werten zu rechnen, wobei der Wert des Produktgruppen-LCA als verzerrter Schätzparameter anzusehen ist.

Damit ist der Aufwand zur Berechnung einer Produktgruppen-Emission aus LCA-Daten erheblich größer als die Berechnung einer Branchen-Emissionsintensität. Für die Umsetzung in einem CO₂-Berechnungstool für Unternehmen wird deshalb die erste Abschätzung mittels Branchen-Emissionsintensitäten favorisiert.

5 Anknüpfung an das betriebliche Rechnungswesen

Die informationstechnische Herausforderung für Unternehmen ist die direkte Verknüpfung der Umwelt- mit den Finanzdaten in der Buchhaltung. Im Idealfall entsteht auf diese Weise eine Buchhaltung der Klimawirkungen, indem Emissions- und Warenströme im Rechnungswesen verknüpft werden. Dies wäre zudem notwendig bei einer flächendeckenden Einführung der Kennzahl der kumulierten Emissionsintensitäten.

Die Verwendung von Emissionsintensitäten stellt eine neue Anforderung an das betriebliche Rechnungswesen dar, denn jeder Buchung auf dem Finanzkonto muss eine Buchung auf dem Emissionskonto entsprechen. In der einfachen Form des CO₂-Rechners muss das Rechnungswesen die bezogenen Güter nach Branchen zuordnen.

Der CO₂-Rechner kann zur einfachen Verwendung eine Schnittstelle zur betrieblichen Unternehmenssoftware nutzen, um etwa auf Daten des Wareneinkaufs zuzugreifen.

Zukünftig wird es außerdem notwendig sein die Kosten der Emissionen auf Kostenstellen zu verteilen. Eine Bilanzierung der Klimawirkungen im Rechnungswesen wird dann unumgänglich werden. Es ist dann sogar möglich, mit CO₂-Berechnungstools durch eine geeignete Setzung der Organisations- und Systemgrenzen in den Unternehmen, die THG-Emissionen von Produkten zu bilanzieren und auszuweisen. Dies erweitert den Nutzwert solcher Berechnungen.

Die BUIS rücken durch die stakeholdergetriebene Ausweitung der Systemgrenzen der BUIS auf die Supply Chain in den Kernbereich der Unternehmensleistung. Die Ergebnisse der BUIS fließen dabei direkt in Unternehmensbereiche ein, die bisher kein Interesse an den Umweltinformationen hatten. Entscheidungen im Controlling und Einkauf können in Zukunft nicht mehr ohne die erweiterten BUIS getroffen werden. Die Verknüpfung von CO₂-Berechnungstools im Speziellen und der BUIS im Allgemeinen mit der betrieblichen Unternehmenssoftware kann dies positiv unterstützen.

Literaturverzeichnis

- [Bo07] Bottrill, C.: Internet-based tools for behaviour change. Paper presented at European Council for Energy Efficient Economies (ECEEE) Summer Study 2007, Dynamics of Consumption Session 9, paper 211, 2007.
- [Ca07] Carbon Disclosure Project [Hrsg.]: Report 2007 – Global FT500. 2007.
- [Hi95] Hilty, L.M.: Betriebliche und überbetriebliche Umweltinformationssysteme als informationstechnische Infrastruktur für das Stoffstrommanagement. In (Schmidt, M.; Schorb, A. Hrsg.): Stoffstromanalysen in Ökobilanzen und Öko-Audits. Springer, Heidelberg et al., 1995, S. 193–205.
- [He98] Hendrickson, C. et al.: Economic Input-Output Models for Environmental Life-Cycle Assessment. In: Environmental Science & Technology. April, 1998, S. 184-191.
- [ISO06] ISO: Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006)
- [Ki07] Kitzes, J. et al.: Current Methods for Calculating National ecological Footprint Accounts. In: Science for Environment & Sustainable Society. Vol.4 No.1, 2007, S. 1–9.
- [Mi07] Minx, J. et al.: Methods review to support the PAS process for the calculation of the greenhouse gas emissions embodied in good and services. DEFRA, London, 2007.
- [Sch07]: Schmidt, M. et al.: Energy and Material Stream Mapping. In: Hilty, L.M. et al. [Eds.]: Recovery of Materials and Energy for Resource Efficiency. Davos 2007. 6 S.
- [SS05] Schmidt, M.; Schwegler R.: Wertschöpfungs-basierte Erfolgsmessung unternehmensbezogener Klimaschutz-Aktivitäten. Pforzheimer Forschungsberichte, No. 4, 2005.
- [St07] Statistische Bundesamt [Hrsg.]: Umweltnutzung und Wirtschaft – Bericht zu den umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Statistische Bundesamt, Wiesbaden, 2007.
- [UBA07] Umweltbundesamt [Hrsg.]: Recherche für ein internetbasiertes Tool zur Erstellung persönlicher CO₂-Bilanzen. Berlin, 2007.
- [Wa08] Walter, S. et al.: Carbon Footprints und Carbon Label – eine echte Hilfe bei der Kaufentscheidung? In: UmweltWirtschaftsForum 2008 [in Vorbereitung]
- [WW04] World Business Council for Sustainable Development; World Resource Institute [Hrsg.]: GHG Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard. Genf/Washington, 2004.