

Etablierung betriebswirtschaftlicher Methoden durch Normung

Eine Analyse am Beispiel der DIN EN ISO 14051 zur Materialflusskostenrechnung

Edeltraud Günther, Anne Bergmann und Ramona Rieckhof

- 1 Einleitung
- 2 Beitrag des ökologieorientierten Controllings
- 3 Beitrag von Normen
- 4 Überblick zur Materialflusskostenrechnung
- 5 Fallbeispiel
- 6 Fazit

1 Einleitung

Ressourceneffizientes Wirtschaften rückt immer verstärkter in den Fokus von Politik und Unternehmen. So sieht die Europäische Kommission Ressourceneffizienz als eine der kommenden strategischen Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt und gründete die Leuchtturminitiative für ein ressourceneffizientes Europa.¹ Auf Seiten der Unternehmen bestehen seit vielen Jahren durch das ökologieorientierte Controlling² Bestrebungen, Umweltkosten und Ressourcenschonung zu integrieren. Der Verbund aus Forschung und Praxis hat bereits zahlreiche ökologieorientierte Informations- und Entscheidungsinstrumente entwickelt. Eines der vielversprechendsten ist die Methode der Materialflusskostenrechnung. Diese Ende 2011 als DIN EN ISO 14051 kodifizierte Methode hat die Identifizierung von Ineffizienzen von Material- und Energieströmen und damit die Vermeidung der damit verbundenen Kosten zum Ziel.³ Die Materialflusskostenrechnung kann zum einen die Verwendung natürlicher Ressourcen im betrieblichen Umfeld optimieren, zum anderen aber auch gleichzeitig Kosten reduzieren.⁴ Aufgrund dessen betont Schmidt (2012) den Einsatz dieser Methode, da es sich nicht nur um ein ökologisches, sondern insbesondere um ein ökonomisches Gebot handelt; denn ressourceneffizient zu wirtschaften, bedeutet vor allem auch eine Sicherung bzw. einen Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit.⁵

Trotz dieser Vorteile ist es ein langer Weg, bis sich ökologieorientierte Controlling-Instrumente in Unternehmen etablieren.⁶ Oftmals liegt dies an einem geringen Bekanntheitsgrad neuer Methoden.⁷ Hier können Normen einen großen Beitrag leisten, da sie Methoden sowohl präzisieren als auch standardisieren und somit zu mehr Glaubwürdigkeit, Legitimation⁸, aber auch Sichtbarkeit führen.⁹ Mit diesem Beitrag soll sowohl das bisherige Defizit an dringend notwendigen Fallstudien zur Umsetzung der Methode als auch das Überwinden von Hürden¹⁰ adressiert werden. Im vorliegenden Fallbeispiel werden einerseits die Materialflüsse und zugehörige Materialflusskosten und andererseits die Umweltwirkungen für ein Holzprodukt und seine Nebenprodukte ermittelt. Durch die Verknüpfung von Kosten und Umweltwirkungen lassen sich

¹ Vgl. Europäische Kommission 2011.

² Vgl. Günther 1994.

³ Vgl. DIN EN ISO 14051:2011, S. 14 ff.

⁴ Vgl. Busch/Beucker/Müller 2006, S. 27.

⁵ Vgl. Schmidt 2012, S. 241.

⁶ Vgl. Silbermann 2008, S. 107.

⁷ Vgl. Baum/Albrecht/Raffler 2007, S. 124 f.

⁸ Vgl. Hahn 2011 und Müller/Seuring 2007.

⁹ Vgl. Günther/Schröder 2011.

¹⁰ Vgl. Wagner/Enzler 2006, S. 200.

Ineffizienzen von bereits internalisierten als auch noch nicht internalisierten Umweltlasten darstellen.

2 Beitrag des ökologieorientierten Controllings

Das Ziel der ressourcenschonenderen Produktion gelangt durch die Entwicklung und Verwendung geeigneter Methoden in greifbare Nähe. Doch zunächst müssen die Schwachstellen, also Ineffizienzen, entlang des Produktionsprozesses identifiziert werden, um sie im Anschluss beseitigen oder zumindest verringern zu können. Dazu bedarf es einer adäquaten Abbildung des Produktionsprozesses und der Ermittlung aller notwendigen Daten. Einen wertvollen Beitrag dazu liefert das ökologieorientierte Controlling. Bereits *Whittington* (1977) beschreibt, dass Controlling im Bereich der Datensammlung und -präsentation zur Internalisierung ökonomisch externer Effekte beitragen kann.¹¹ Somit können die durch das ökologieorientierte Controlling ermittelten Informationen genau den ersten Schritt zur geforderten Ressourceneffizienz liefern. Die Bedeutung des ökologieorientierten Controllings wird entsprechend wichtiger, wenn auch zusätzlich die inhärenten Möglichkeiten der Informationsauswertung als Grundlage für das Treffen der richtigen Unternehmensentscheidungen in Betracht gezogen werden. *Günther* und *Wagner* (1993) definieren das ökologieorientierte Controlling als ein „betriebliches Instrumentarium, das durch ökologieorientierte, funktionen- und unternehmensübergreifende Informationsgewinnung sowie durch quantitative und/oder qualitative Informationsauswertung eine Grundlage für zukunftsorientierte, operative und strategische Entscheidungen des Managements liefert“¹².

Zur Umsetzung des ökologieorientierten Controllings wurden im Laufe der Zeit durch den Verbund aus Wissenschaft und Praxis zahlreiche betriebswirtschaftliche monetäre und nicht-monetäre Methoden entwickelt. Für einen chronologischen Überblick dient Abbildung 1. Die dort zusammengeführten zahlreichen Methoden des ökologieorientierten Controllings können nach *Günther* und *Günther* (2003) in die drei Stufen Differenzierung, Anpassung und Erweiterung gegliedert werden.¹³ Die Instrumente der ersten Stufe *Differentiated Green Controlling* entstammen dem traditionellen Controlling. Hierzu gehören klassische Kosteninstrumente, die durch das explizite Aus-

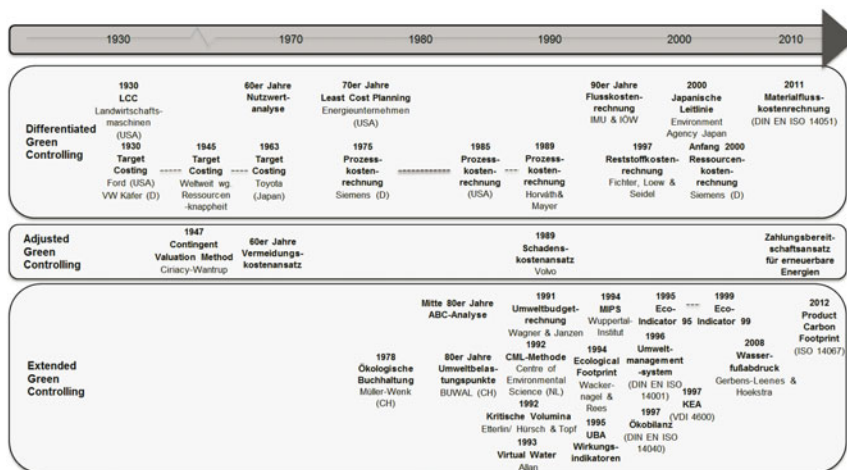
¹¹ Vgl. *Whittington* 1977.

¹² *Günther/Wagner* 1993, S. 144.

¹³ Vgl. *Günther/Günther* 2003, S. 197 f.

weisen ökologiebedingter Kosten und Erlöse differenziert werden. Die monetäre Bewertung externer Effekte findet bei Instrumenten der zweiten Stufe *Adjusted Green Controlling* statt. Die Instrumente der dritten und letzten Stufe *Extended Green Controlling* finden Anwendung, wenn die verwendeten ökologischen Ressourcen keiner monetären Bewertung unterzogen werden können.¹⁴

Abb. 1: Monetäre und nicht-monetäre ökologieorientierte Informations- und Entscheidungsinstrumente.



Quelle: Günther/Stechemesser 2011, S. 420.

Dieser Beitrag widmet sich der Materialflusskostenrechnung mit ihren Vorläufern Fluss-, Reststoff- und Ressourcenkostenrechnung aus dem Bereich des Differentiated Green Controlling. Diese Methode erlaubt die Erfassung von Material- und Energieflüssen entlang der einzelnen Prozessstufen, und sie kommt auch der Forderung nach, den Produktionsprozess adäquat abbilden zu können. Wie bereits erläutert, können nur so etwaige Ineffizienzen hinsichtlich der Ressourcenschonung über die Höhe der entsprechenden Kostenblöcke identifiziert werden. Diese Eigenschaft spricht für die Etablierung dieser Methode in Unternehmen und für eine organisatorische Verankerung im Controlling. Denn so kann das ökologieorientierte Controlling die ermittelten Informationen der Material- und Energieströme sowie die dazugehörigen Kosten verwenden, um interne Entscheidungen vorzubereiten sowie auch nach außen zu kommunizieren.¹⁵

¹⁴ Vgl. Günther/Stechemesser 2011 und Günther/Schröder 2011, S. 7 ff.

¹⁵ Vgl. Günther/Schröder 2011, S. 1.

3 Beitrag von Normen

Auch wenn die Bedeutung des ökologieorientierten Controllings sowie dessen Methoden für das Ziel des ressourceneffizienten Wirtschaftens offensichtlich erscheinen, bedarf es zur Etablierung dieser Methoden im Unternehmen geeigneter Mittel. Normen können hierzu durch ihren Standardisierungscharakter einen wichtigen Beitrag leisten.¹⁶ Das Deutsche Institut für Normung e.V. (2012a) beschreibt Erfolge durch Normung in den großen Bereichen Internationaler Handel, globaler Marktzugang, Innovationsmanagement, Sicherheit und Nachhaltigkeit, sowie Wirtschaftlichkeit.¹⁷ Es führt weiter aus, dass Erfolge im Bereich der Wirtschaftlichkeit durch die

- „Reduzierung von Material-, Energie-, Zeit-, Personal- oder Haftungskosten
- Verminderung von Anpassungskosten durch Produktmodifikationen
- Organisationsänderungen oder Schnittstellenanpassungen
- Erhöhung der Produktivität durch Optimierung der Materialflüsse und Betriebsabläufe
- Senkung der Transaktionskosten dank eindeutiger Verständigung, reduzierter Suchzeiten, schnellerem Informationszugriff oder auf Grund von vereinfachten bzw. weltweit anerkannten Mess-, Prüf- und Zertifizierungsverfahren“¹⁸

erreicht werden können. In der Forschung konnte zudem die Erhöhung der Glaubwürdigkeit und Sichtbarkeit des ökologieorientierten Controllings¹⁹ als auch die Legitimität gegenüber Stakeholdern²⁰ durch Normung nachgewiesen werden. *Günther und Schröder* (2011) beschreiben zudem, dass Normen zur Steuerung über Unternehmensgrenzen hinaus beitragen können.²¹

Dem Fokus des vorliegenden Sammelbandes gerecht werdend, will dieser Beitrag Normen aufgreifen, die vorrangig umweltbedingte Kosten innerhalb von Unternehmen betrachten, um ressourceneffizient zu wirtschaften. Die folgende Tabelle 1 bietet einen umfangreichen Überblick über bisher erschienene Normen, die die Steuerung der Umweltkosten unterstützen.²²

¹⁶ Vgl. Hahn 2011.

¹⁷ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V. (2012a).

¹⁸ Deutsches Institut für Normung e.V. (2012b).

¹⁹ Vgl. Günther/Schröder 2011.

²⁰ Vgl. Müller/Seuring 2007 und Hahn 2011.

²¹ Vgl. Günther/Schröder 2011, S. 10.

²² Vgl. Günther/Prox 2012, S. 21 f.

Tab. 1: Überblick über Normen, die mit verschiedenen Ausrichtungen das Denken in Umweltverbräuchen oder bereits spezifisch in Umweltkosten betrachten

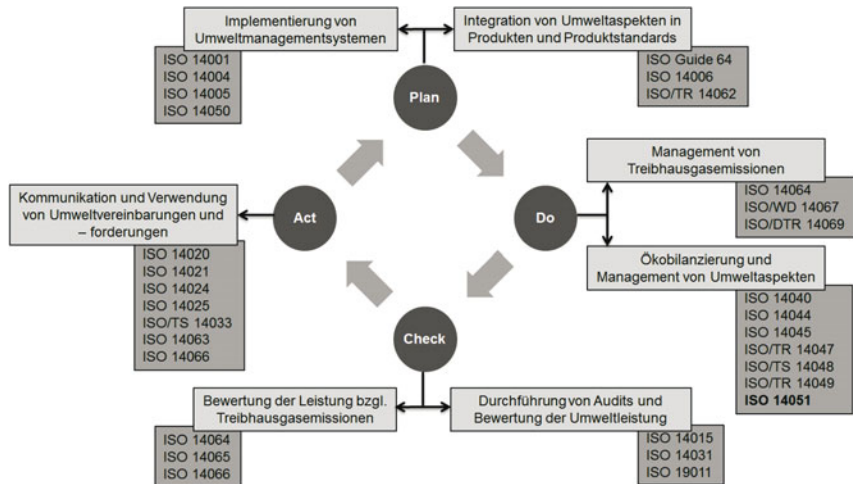
Titel	Norm	Zweck	Jahr
Titel XX: Umwelt	Art. 191 EGV	Bestimmung der externen Kosten für Rohstoffverbrauch, Produktionseinbußen und Zahlungsbereitschaft für Schutzobjekte	2009
Value Management	DIN EN 1325-1	• Ausrichtung des Produkt- bzw. Dienstleistungsangebots auf den Kundennutzen innerhalb eines Preisrahmens • Bestimmung der Ressourcenproduktivität eines Produktes / einer Dienstleistung • Berücksichtigung von Umweltaspekten im klassischen Entscheidungsprozess	2011
Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau	DIN 276-1	Kombination von Dienstleistungserweiterung durch den Anbieter und Einsparungen durch den Kunden	2008
Leiten und Lenken für den nachhaltigen Erfolg einer Organisation – Ein Qualitätsmanagementansatz	DIN EN ISO 9004	verursachungsgerechte Verrechnung der Gemeinkosten	2009
Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung	DIN EN ISO 14001	• negative betriebliche Umweltauswirkungen unter Verwendung bewährter Managementinstrumente kontinuierlich verbessern • Verständnis der umweltbezogenen und monetären Auswirkungen der Material- und Energieverbräuche	2009
Umweltmanagement – Umweltleistungsbewertung – Leitlinien	DIN EN ISO 14031	• Management und Betrag der Umweltkosten	2009
Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen	DIN EN ISO 14040	• Bestimmung der ökologischen Knappheit, d.h. der durch die Umweltpolitik als relevant erachteten Umwelteinflüsse • quantitative Abbildung aller direkten stofflichen und energetischen Austauschbeziehungen zwischen der natürlichen Umwelt und dem Produktsystem • Vergleich alternativer Produkte und ökologische Verbesserung • Bestimmung der Umweltwirkungen menschlichen Handelns • quantitative Darstellung der Umwelteinwirkungen eines Betrachtungsobjekts • Bewertung der Wirkungen eines Produktes auf die Schutzobjekte Humangesundheit, Ökosystemqualität und Ressourcenvorrat • Erfassung der Input-Outputflüsse eines Produktsystems über seinen Lebenszyklus und Bewertung nach Umweltwirkungen	2009
Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen	DIN EN ISO 14044	gesamter Wasserbedarf während der Herstellung	2006
Ermittlungen der Aufwendungen für Maßnahmen zum betrieblichen Umweltschutz	DIN EN ISO 14051	• effizienter und reduzierter Einsatz von Material und Energie • Identifizierung von Kostensenkungs- und Umweltentlastungspotentialen durch Transparenz der Reststoffe	2001
Carbon Footprint of Products	DIN EN ISO 14067	Beitrag von Produkten zum Klimawandel	2009
Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden	DIN EN ISO 15643	Messung der Umweltleistung eines Produktes oder einer Organisation	2011
Elektronisches Geschäftswesen – Teil 3: Geschäftsprozessmanagement in der öffentlichen Verwaltung, Vorgehensmodell	z.B. DIN 16566	Unterstützung multikriterieller Entscheidungen	2006
Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 1	z.B. DIN V 18599-1	Bestimmung der Kosten, die für Abwehr-, Ausweich- und Reparaturaktivitäten zur Vermeidung entstehen	2010
Umweltmanagement – Ökobilanzen – Standardberichtsbogen	DIN 33926	Erfassung aller mengen- und wertmäßigen Arten der Umweltbelastung mittels Input-Output-differenzierter Konten	1998
Zuverlässigkeitsmanagement	DIN EN 60300-1	Planung, Bewertung und Vergleich verschiedener Investitionsalternativen	2010

Quelle: Günther/Prox 2012, S. 22.

In Abbildung 1 wurden bereits einige Normen genannt, die auf Umweltkosten und Ressourcenschonung fokussieren. Auch die obige Tabelle 1 listet Normen aus der ISO 14000 Reihe und verwandten Normen auf, die sich allesamt Aspekten des Umweltmanagements widmen. Ziel dieser Normen ist die Bereitstellung von Werkzeugen, um

die nachhaltige Entwicklung zu unterstützen.²³ Durch ihre Zuordnung in den iterativen PLAN-DO-CHECK-ACT-Zirkel folgen sie den allgemeinen Standards des Qualitätsmanagements aller ISO-Managementnormen (siehe Abbildung 2).²⁴

Abb. 2: Die ISO 14000 – Normenfamilie



Quelle: in Anlehnung an International Organization for Standardization 2009, S. 8 ff und EuroMPM 2012.

Das jüngste Mitglied dieser Familie ist die DIN EN ISO 14051. Sie wird definiert als „Instrument für die mengenmäßige Erfassung der Materialflüsse und -bestände in Prozessen oder Fertigungslinien sowohl in physikalischen als auch in monetären Einheiten.“²⁵

Um den bisherigen Einsatz der Materialflusskostenrechnung in Unternehmen zu recherchieren und einen aktuellen Entwicklungsstand dieser Methode zu gewinnen, eignet sich die Methode der systematischen Literaturrecherche.²⁶ In einem ersten Durchlauf wurde in zehn großen, wissenschaftlichen Datenbanken mit dem deutschen und englischen Suchbegriff für Materialflusskostenrechnung nach relevanten empirischen Studien gesucht. Im Ergebnis wurden 38 wissenschaftliche Veröffentlichungen und zwei führende Autoren (*Christine Jasch* und *Michiyasu Nakajima*) ermittelt.

²³ Vgl. International Organization for Standardization 2009, S. 4.

²⁴ Vgl. International Organization for Standardization 2009, S. 8.

²⁵ DIN EN ISO 14051:2011, S. 14.

²⁶ Vgl. Cooper 1998.

Weiterhin konnten bei der Auswertung zwei führende Nationen, Deutschland und Japan mit den offiziellen Standardwerken des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2003) und des japanischen Ministry of Economy, Trade and Industry (2002) identifiziert werden. Interessanterweise stieg die Anzahl der Veröffentlichungen in den letzten Jahren an, was ein wachsendes Interesse der Forschungsgemeinschaft an dem Thema induziert. Allerdings spricht auch die insgesamt geringe Trefferzahl dafür, dass der Forschungsbereich noch sehr jung ist. Hinzu kommt die methodische Problematik, dass ausschließlich mit dem direkten Begriff „Materialflussskostenrechnung“ gesucht wurde. Bei einer Erweiterung der Suchbegriffe könnten in einem geplanten zweiten Durchlauf der systematischen Literaturrecherche voraussichtlich mehr Suchtreffer erzielt werden. So sind weitere Suchbegriffe von methodischen Vorgängern zur Materialflussskostenrechnung geplant, wie beispielsweise der Flussskostenrechnung. Somit können ähnliche Konzepte hinsichtlich ihrer Verwendung, Entwicklungsstand und Potential ausgewertet werden, um dem Ziel der Ressourceneffizienz näher zu kommen.

Bei der Auswertung der wissenschaftlichen Aufsätze, die allesamt Ende 2011 vor Veröffentlichung der Norm verfasst wurden, zeigt sich, dass es bisher an einer allgemeingültigen Definition für die Materialflussskostenrechnung mangelte. So bezeichnet Nakajima in seinen Aufsätzen Materialflussskostenrechnung als ein „environmental management accounting tool“²⁷, als ein „management information tool“²⁸ bzw. als eine „costs management technique concerning material losses“²⁹. Während *Nakajima* somit den Gedanken des Managementtools fokussiert, verwendet *Jasch* die Definition, die sich auch in der Norm wiederfindet: „a tool for measuring the flows and stocks of materials for a company, a production process or product in both physical and monetary units“³⁰. Somit kann insbesondere hier die Norm mit ihrem Standardisierungscharakter verwendet werden, um eine einheitliche, allgemeingültige Definition und somit auch eine gemeinsame Ausgangsbasis für die Anwendung der Materialflussskostenrechnung in der Praxis zu schaffen, die im folgenden Kapitel näher vorgestellt wird.

²⁷ Nakajima 2004, S. 3, Nakajima 2006, S. 5 und Nakajima 2009, S. 29.

²⁸ Nakajima 2008, S. 74.

²⁹ Nakajima 2010, S. 41.

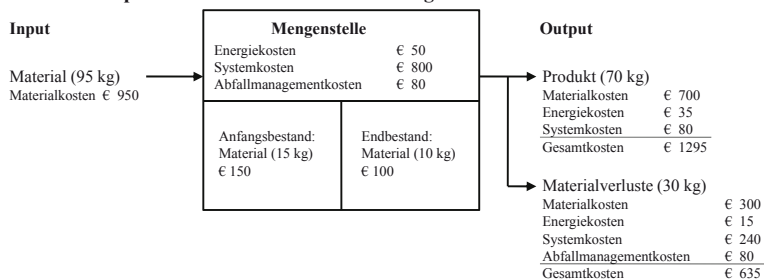
³⁰ Jasch 2009, S. 116.

4 Überblick zur Materialflusskostenrechnung

Die Materialflusskostenrechnung ist ein Instrument zur physikalischen und monetären Erfassung der Materialflüsse und -bestände in Produktionsprozessen oder Fertigungslinien. Sie basiert auf einer Analyse der ein- und ausgehenden Stoffströme und zugehörigen Kosten sowie einer anschließenden verursachungsgerechten Allokation der Kosten auf Produkte, Nebenprodukte und Materialverluste, wie z. B. Abfall-, Emissions- oder Abwasserkosten. Durch eine Verbesserung der Transparenz der Stoffströme und der zugehörigen Kosten lassen sich Material-, Energieverbräuche und -ineffizienzen im Unternehmen besser veranschaulichen, kommunizieren und damit auch Entscheidungen zur Erhöhung der Material- und Energieeffizienz motivieren. Dies führt zu einer stärkeren Berücksichtigung von durch Produktionsabfälle verursachten Ineffizienzen in unternehmerischen Entscheidungsprozessen.³¹

Der grundlegende Ansatz ist in Abbildung 3 veranschaulicht. Im Gegensatz zur konventionellen Kostenrechnung werden die Material- und Prozesskosten nicht nur Produkten und Nebenprodukten zugerechnet, sondern auch den Material- und Energieverlusten. Im einfachsten Fall der Zurechnung anhand der Masse werden die Ausgangsmaterialien eines jeden Prozesses im linearen Verhältnis aus den Eingangsmaterialien ermittelt. Damit führt eine – wenn mögliche – Reduktion der Produktionsabfälle zu einer Reduktion der Eingangsmaterialien. Die Annahme der linearen Proportionalität ist eine Vereinfachung der Realität. Demnach sollten die Ergebnisse der Materialflusskostenrechnung als Annäherung angesehen werden, die dazu dienen, mit möglichst wenig Aufwand ökologische und ökonomische Verbesserungspotentiale zu identifizieren.³²

Abb. 3: Prinzip der Materialflusskostenrechnung



Quelle: DIN EN ISO 14051:2011, S. 22.

³¹ Vgl. DIN EN ISO 14051:2011, S. 14 ff.

³² Vgl. Viere/Möller/Prox 2009, S. 48.

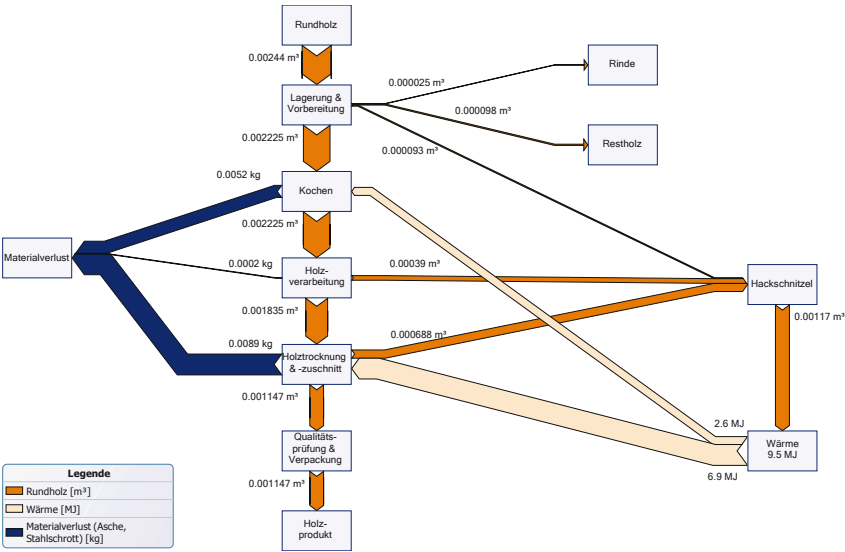
Mithilfe der Materialflusskostenrechnung lassen sich aber nicht nur Ineffizienzen, sondern auch Umweltauswirkungen visualisieren. Eine Reduktion der produktbezogenen Abfälle führt letztlich auch zu weniger Umweltbelastungen in Form von Abfall, Abwasser und Emissionen.³³ Allerdings trifft dies nur für diejenigen Umweltbelastungen zu, die bereits in den Materialflusskosten internalisiert sind. Es existieren aber auch Kosten, die aufgrund der negativen Umweltwirkung der unternehmerischen Tätigkeit für die Allgemeinheit entstehen. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, eine mehrdimensionale monetäre sowie ökologische Bewertung mit Hilfe der standardisierten Methoden der Materialflusskostenrechnung (DIN EN ISO 14051) sowie der Ökobilanzierung (DIN EN ISO 14040/44) vorzunehmen. Dabei werden für die bilanzierten Material-, Energie-, System- und Abfallflüsse neben den Kosten auch die zugehörigen Umweltwirkungen, z B. in Form von Treibhausgaspotentialen, dargestellt. Ein Vergleich der monetären und ökologischen Ineffizienzen dient letztlich dazu, den Entscheidungsprozess umfassender zu informieren. Das nachfolgende Fallbeispiel zeigt zur Veranschaulichung der Prinzipien der Materialflusskostenrechnung eine vereinfachte Berechnung der Materialflüsse und zugehörigen Materialflusskosten sowie Umweltwirkungen für ein Holzprodukt.

5 Fallbeispiel

Für die Produktion eines holzbasierten Produkts zeigt das nachfolgende Fallbeispiel die Ergebnisse einer kombinierten Anwendung der Materialflusskostenrechnung nach DIN EN ISO 14051 sowie der Ökobilanzierung am Beispiel von Treibhausgaspotentialen nach DIN EN ISO 14040/44. Die funktionelle Einheit ist bezogen auf das fertige Produkt 1 m² Oberflächenabdeckung. Die Fallstudie repräsentiert einen europäischen Produktionsbetrieb, sie umfasst Unternehmensdaten aus dem Jahr 2010 sowie Hintergrunddaten der Fachdatenbanken Ecoinvent. Nicht berücksichtigt sind vor- und nachgelagerte Lebenszyklusstufen sowie Lagerbestandsveränderungen. In Abbildung 4 ist der Produktionsprozess dargestellt. Das Rundholz wird dabei über mehrere Produktionsschritte zu einem holzbasierten Produkt verarbeitet. Dabei fallen typischerweise die Nebenprodukte Hackschnitzel, Restholz und Rinde an. Die Hackschnitzel werden zur Wärmegewinnung für die Prozesse „Holztrocknung und -zuschnitt“ sowie „Qualitätsprüfung und Verpackung“ verwendet, während das Restholz und die Rinde verkauft werden.

³³ Vgl. Ebenda.

Abb. 4: Materialflussdiagramm



Quelle: Eigene Darstellung.

Tab. 2: Material-, Treibhausgas- und Kostenbilanz

Art	Fluss	Menge	Treibhausgaspotential		Kosten		
M	Rundholz	0,002440	m³	0,013503	kg CO2e	0,637007	€
M	Diesel, Raffinerie	0,002444	kg	0,009869	kg CO2e	0,002729	€
E	Strom, Mittelspannung, Produktion RER, Netz	2,046954	MJ	0,473487	kg CO2e	0,048390	€
E	Wärme, Erdgas, industrielle Verbrennung, > 100 kW	0,011229	MJ	0,000464	kg CO2e	0,002550	€
E	Wärme, Hartholz-Hackschnitzel (Industrie), Verbrennung 1000 kW	9,534710	MJ	1,190939	kg CO2e	0,026429	€
S	Flüssiggas	0,002502	kg	0,002054	kg CO2e	0,002083	€
M	Schmieröl	0,000084	kg	0,000084	kg CO2e	0,000250	€
M	Maschinensägeeinsatz (Sägeblätter, Benzin, Öle, Schmierstoffe)	-	-	0,001260	kg CO2e	0,000547	€
M	Stahl	0,003697	kg	0,008403	kg CO2e	0,008520	€
	Gesamt Einsatzstoffe	-	-	1,700062	kg CO2e	0,728506	€
A	Aschebeseitigung	0,011960	kg	0,000000	kg CO2e	0,000676	€
A	Stahlschrott	0,002302	kg	0,000178	kg CO2e	0,000000	€
	Gesamt Materialverlust	0,014263	kg	0,000178	kg CO2e	0,000676	€
				1,700240	kg CO2e	0,729183	€
Abkürzungen: Material (M), Energie (E), System (S), Abfallmanagement (A), Kohlendioxidäquivalent (kg CO2e)							

Quelle: Eigene Darstellung.

In Tabelle 2 sind die bilanzierten Materialien und zugehörigen Treibhausgaspotentiale sowie Kosten, bezogen auf die funktionelle Einheit 1 m², aufgeführt. Die Fallstudie umfasst Materialien, die in einer vorab durchgeführten Ökobilanzierung als besonders

relevant identifiziert wurden; dazu gehören das Rundholz, die eingesetzten Energieträger, Schmieröle, Stahl, Maschinensägen sowie der resultierende Abfall.

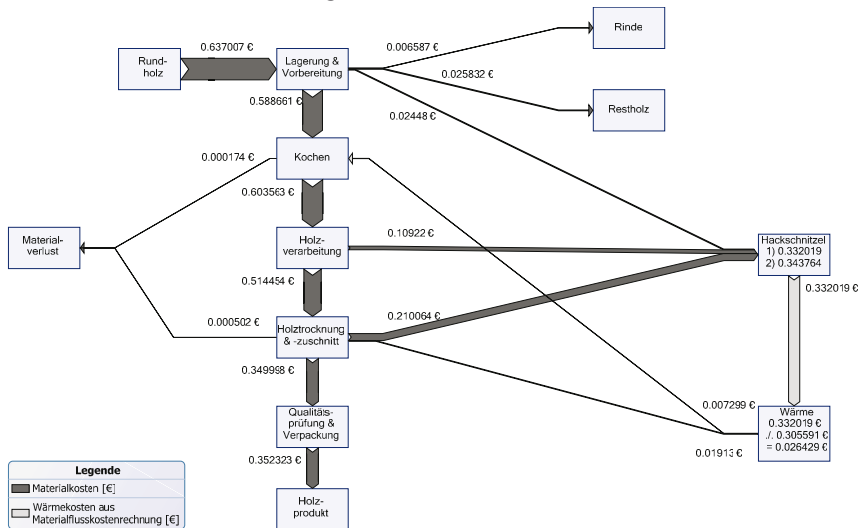
Die Ergebnisse der Materialflussskostenrechnung nach DIN EN ISO 14051 sind in Abbildung 5 dargestellt. Für jeden Prozessschritt werden die ermittelten Material-, Energie-, System- und Abfallmanagementkosten den Outputs der Mengenstelle zugewiesen. Die Allokation der Kosten erfolgt gewichtsbezogen auf Produkt und Nebenprodukt, d. h. der Produktionsprozess wird wie ein Kuppelprozess behandelt. Da die Hackschnitzel im gleichen Prozess für die Wärmeproduktion verwendet werden, liegt ein interner Materialkreislauf mit Materialrückfluss vor. Dabei werden die Kosten der Wärme ermittelt, indem die Differenz aus den Materialflussskosten als interne Verrechnungskosten und dem eingesparten Rohstoffpreis gebildet wird.³⁴

Dieses Prinzip soll am Beispiel der Rundholzlagerung und -vorbereitung illustriert werden. Von den 0,0024 m³ des hier eingesetzten Rundholzes fließen auf dieser Stufe 0,0022 m³ (91,2 %) in das Zwischenprodukt, 0,000093 m³ (3,8 %) in die Hackschnitzel, 0,000025 m³ (1 %) in die Rinde und 0,000098 m³ (4 %) in das Restholz. Die Zurechnung der auf dieser Stufe anfallenden Kosten für das Zwischenprodukt in Höhe von 0,5887 € und die Nebenprodukte (0,0245 € für die Hackschnitzel, 0,0066 € für die Rinde, 0,0258 € für das Restholz) erfolgt anschließend aus dem ermittelten gewichtsbezogenen Verhältnis. Die Abfallmanagementkosten gehen zu 100 % in den Materialverlust ein.

Am Ende der ersten Iteration der Materialflussskostenrechnung für alle Prozesse werden die Kosten der Wärme aus Hackschnitzeln ermittelt, indem die Differenz aus den Materialflussskosten als interne Verrechnungskosten und dem eingesparten Rohstoffpreis gebildet wird.³⁵ Die gesamten Materialflussskosten inkl. der Verrechnung der Wärmekosten der Hackschnitzel werden in der zweiten Iteration ermittelt und betragen für das Holzprodukt 0,3523 €, für die Nebenprodukte 0,3762 €, während sich der Materialverlust auf 0,0007 € beläuft.

³⁴ Vgl. Viere/Möller/Schmidt 2010, S. 203 ff.

³⁵ Vgl. Viere/Möller/Schmidt 2010, S. 203 ff.

Abb. 5: Materialflusskostenrechnung nach DIN EN ISO 14051

Quelle: Eigene Darstellung.

Die konventionelle Kostenrechnung führt zu anderen Ergebnissen (siehe Tabelle 3). Zum einen werden hier die Prozesskosten nicht getrennt nach Energie-, System- und Abfallmanagementkosten unterschieden. Zum anderen werden Materialflüsse, die als Abfall anfallen, nicht gesondert ausgewiesen. Dabei werden die Kosten für das Produkt und die Kuppelprodukte nach geeigneten Kriterien wie technischen Merkmalen, Kostentragfähigkeit, Restwertrechnung oder Durchschnittskosten zugewiesen. Beispielsweise werden unter Verwendung der Restwertrechnung die Kosten für das Hauptprodukt ermittelt, indem von den Kosten des Kuppelprozesses die Verwertungserlöse der Nebenprodukte abgezogen und ggf. anfallende Aufbereitungskosten zuge-rechnet werden. Nach dieser Berechnung reduzieren sich die ursprünglichen Gesamtkosten in Höhe von 0,7292 € nach Abzug der Erlöse für die Kuppelprodukte in Höhe von 0,0010 € auf insgesamt 0,7282 €. Damit lassen sich Ineffizienzen nach dieser traditionellen Herangehensweise nicht illustrieren.³⁶

Im Gegensatz zur konventionellen Kostenrechnung zeigen die Ergebnisse der Materialflusskostenrechnung nach DIN EN ISO 14051, dass sich die Kosten zu 48,3 % auf das Holzprodukt und zu 51,6 % auf die Nebenprodukte aufteilen, wobei die Erlöse

³⁶ Vgl. Coenenberg/Fischer/Günther 2012, S. 155.

aus den Nebenprodukten weniger als 1 % der tatsächlichen Kosten darstellen. Die Bilanz in Tabelle 2 zeigt daneben, dass die Rundholzkosten mehr als 80 % (0,6370 € / 0,7292 €) der gesamten Materialflusskosten ausmachen.

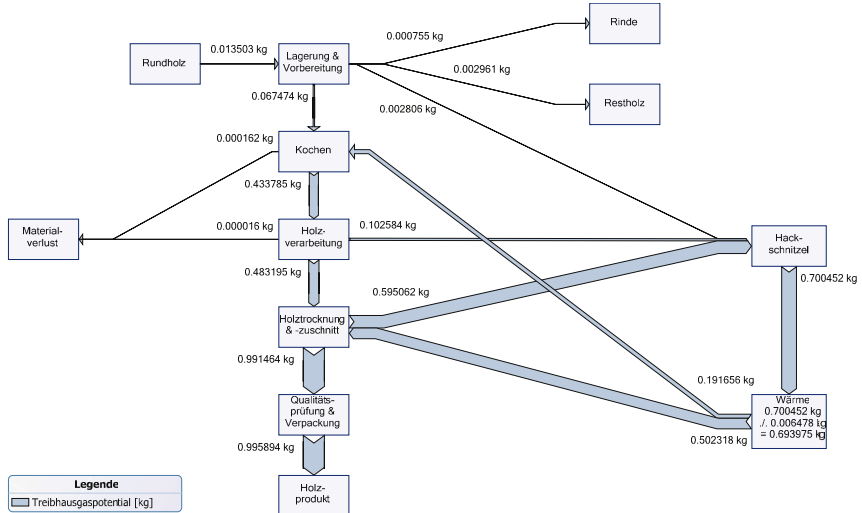
Tab. 3: Vergleich der Materialflusskostenrechnung und der konventionellen Kostenrechnung

	Materialflusskostenrechnung				Konventionelle Kostenrechnung			
	Mengen		Kosten		Mengen		Kosten	
Holzprodukt	0.001147	m³	0.351456	€	0.001147	m³	0.728183	€
Nebenprodukte	0.001293	m³	0.376183	€	0.001293	m³	-0.00010	€
Materialverluste	0.014263	kg	0.000676	€	-	-	-	-
Gesamtkosten	-	-	0.729183	€	-	-	-	-

Quelle: Eigene Darstellung.

Analog zur Materialflusskostenrechnung werden im Folgenden die Ergebnisse der Ökobilanzierung am Beispiel der Treibhausgaspotentiale dargestellt (siehe Tabelle 2). Diese lassen sich analog zu den Materialfluskosten im Flussdiagramm darstellen, d. h. auch hier erfolgt die Allokation gewichtsbezogen auf Produkt und Nebenprodukt (siehe Abbildung 6). Der interne Materialkreislauf findet Berücksichtigung, indem die Differenz der Treibhausgaspotentiale der Wärme aus dem Flussdiagramm verrechnet wird mit den eingesparten Treibhausgasen neu beschaffter Hackschnitzel. Im Endergebnis betragen die Treibhausgaspotentiale für das Holzprodukt 0,995894 kg CO₂e, für die Nebenprodukte 0,704168 kg CO₂e, während sich der Materialverlust auf 0,000178 kg CO₂e beläuft. Im Gegensatz zur Materialfluskostenrechnung trägt damit das Holzprodukt mit 58,6 % am stärksten zum Treibhausgaspotential bei, während den Nebenprodukten 41,4 % zuzuschreiben sind. Die Bilanz in Tabelle 2 zeigt daneben, dass die stromverbrauchsbedingten Emissionen 27,9 % der gesamten Treibhausgasemissionen ausmachen.

Vergleicht man die Flussdiagramme der Materialfluskosten und der Treibhausgaspotentiale, so zeigt sich, dass Umweltwirkungen sowohl für das Holzprodukt als auch für die Kuppelprodukte anfallen. Dies illustriert anschaulich, dass die Materialfluskosten- und Treibhausgasbilanzen resultierende Kosten aus Ineffizienzen und Wiederaufbereitung aufzeigen können.

Abb. 6: Ökobilanzierung am Beispiel des Treibhausgaspotentials nach DIN EN ISO 14040/44

Quelle: Eigene Darstellung.

6 Fazit

Weltweit rückt das Thema der Ressourceneffizienz verstärkt in den Fokus von Politik und Unternehmen. Mit der Veröffentlichung der Norm DIN EN ISO 14051 wird dieser Methode die Aufmerksamkeit zuteil, die Sicht auf Materialverluste und Ineffizienzen zu schärfen. Diese Norm erhöht die Sichtbarkeit des ökologieorientierten Controllings und leistet einen Beitrag zur Aufdeckung von Ineffizienzen. Standardisierte Grundsätze erhöhen die Glaubwürdigkeit eines Ansatzes und bieten den Akteuren eine gute Möglichkeit, dieses Instrument für die Verbesserung der eigenen Material- und Energieeffizienz einzusetzen. Als wesentlicher Nutzen der Materialflusskostenrechnung ist die Analyse des Produktionssystems hinsichtlich der Material- und Energieströme hervorzuheben. Damit trägt die Norm auch dazu bei, Hürden in der Umsetzung zu beseitigen und die Methode zu etablieren.

In einer Fallstudie wurden Materialflüsse für zugehörige Materialflusskosten und Umweltwirkungen dargestellt, um die Notwendigkeit eines mehrdimensionalen Ansatzes auf Basis der Materialflusskostenrechnung und Ökobilanzierung aufzuzeigen, der nicht nur die bereits internalisierten Kosten, sondern auch nicht internalisierte Umweltwirkungen umfasst. Auf Basis dieser Methode des ökologieorientierten

Controllings lassen sich ökonomisch-ökologische Optimierungspotentiale identifizieren und Entscheidungen vorbereiten³⁷.

Im Folgenden werden für in der Fallstudie als signifikant identifizierte Materialien Alternativen aufgezeigt. Diese können zeitlich differenziert werden in kurz-, mittel- und langfristige Optimierungsmöglichkeiten. Kurzfristige Potentiale liegen beispielsweise im Ersatz von Diesel und Flüssiggas durch umweltfreundlichere Betriebsstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, in der Verlängerung der Nutzung der eingesetzten Stahlprodukte sowie der Erhöhung der Stahl-Recyclingquote. Mittelfristig ist eine Optimierung der Fertigungstechnologien bei der Trocknung hinsichtlich der Reduktion der Abwärme und ggf. der Schaffung eines Wärmekreislaufes eine interessante Alternative zur Reduktion der wärmebedingten Kosten und Treibhausgaspotentiale. Langfristig ist der Einsatz einer kombinierten Kraft-Wärme-Kopplung für Strom- und Wärmeerzeugung denkbar. Im Sinne einer Mehrfachverwertung zur Erhöhung der Ressourceneffizienz (sog. Kaskadennutzung) bietet sich dann auch an, die als Nebenprodukt anfallenden Hackschnitzel stofflich beispielsweise in der Spanplattenproduktion weiter zu verwerten, bevor sie am Ende des Lebenszyklus einer energetischen Verwertung zugeführt werden. Darüber hinaus könnte das als Alternativbrennstoff vorgehaltene Erdgas durch synthetisches Biogas ersetzt werden.

Diese durch den kombinierten Einsatz der Materialflusskostenrechnung (nach DIN EN ISO 14051) und der Ökobilanzierung (nach DIN EN ISO 14040/44) identifizierten Anpassungsmaßnahmen sind Beispiele zur Optimierung der Materialflüsse und Technologien zur Reduzierung von Kosten und Umweltwirkungen. Als Instrumente des ökologieorientierten Controllings können sie dabei einen Beitrag zur Standardisierung, Legitimation und Steuerung der Methoden und somit zur Verbesserung der Ressourceneffizienz über Unternehmensgrenzen hinaus leisten. Allerdings ist es ein langer Weg bis zur Etablierung neuer Methoden. Hilfreich sind hier weitere methodische Konkretisierungen und Fallbeispiele, beispielsweise zur Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus sowie von nicht internalisierten Kosten.

³⁷ Wicke, L./Haasis, H.-D./Schafhausen 1992, S. 156 ff.

Quellenverzeichnis

- Baum, H.-G./Albrecht, T./Raffler, D. (2007): Umwelt- und Ressourcenschutz als Unternehmensziel. Steigerung des Unternehmenswerts durch Ressourcenmanagement. Wiesbaden.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2003): Guide to Corporate Environmental Cost Management. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2895.pdf>, Zugriff am: 08.08.2012.
- Busch, T./Beucker, S./Müller, A. (2006): Computer Aided Resource Efficiency Accounting. In: Wagner, B./Enzler, S. (Hrsg.) (2006): Material Flow Management – Improving Cost Efficiency and Environmental Performance. Heidelberg. S. 21-55.
- Coenenberg, A. G./Fischer, T. M./Günther, T. (2012): Kostenrechnung und Kostenanalyse. Stuttgart.
- Cooper, H. (1998): Synthesizing research: A guide for literature reviews. Thousand Oaks.
- DIN EN ISO 14051 (2011): Umweltmanagement – Materialflusskostenrechnung – Allgemeine Rahmenbedingungen.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2012a): Erfolg durch Normung. <http://www.din.de/cmd?level=tpl-bereich&menuid=47388&cmsareaid=47388&languageid=de>, Zugriff am 06.08.2012.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2012b): Nutzen der Normung. <http://www.din.de/cmd?menuid=47388&menubrid=47471&level=tpl-unterrubrik&contextid=din&cmsrubid=47468&cmssubrid=47471&cmsareaid=47388&menubrid=47468&languageid=de&print=true>, Zugriff am 06.08.2012.
- EuroMPM (2012): ISO 14000 (Environmental Management). <http://eurompm.wikispaces.com/U3004>, Zugriff am 07.08.2012.
- Europäische Kommission (2011): A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy. http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_en.pdf, Zugriff am 07.08.2012.
- Günther, E. (1994): Ökologieorientiertes Controlling: Konzeption eines Systems zur ökologieorientierten Steuerung und empirische Validierung. München.
- Günther, E./Günther, T. (2003): Zur adäquaten Berücksichtigung von immateriellen und ökologischen Ressourcen im Rechnungswesen. In: Controlling, 15. Jg., 2003, Heft 3/4, S. 191-199.
- Günther, E./Prox, M. (2012): ISO 14051 - die Norm zur Materialflusskostenrechnung. In: DIN-Mitteilungen. Zeitschrift für deutsche, europäische und internationale Normung, 91. Jg., 2012, Heft 5, S. 21-25.
- Günther, E./Schröder, S. (2011): Glaubwürdigkeit und Sichtbarkeit des ökologieorientierten Controlling durch Normung. 73. Wissenschaftlichen Jahrestagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft, Kaiserslautern, 16.-18. 06. 2011.
- Günther, E./Wagner B. (1993): Ökologieorientierung des Controllings (Öko-Controlling). Theoretische Ansätze und praktisches Vorgehen. In: Die Betriebswirtschaft, 53. Jg., 1993, Heft 2, S. 143–166.
- Günther, E./Stechemesser, K. (2011): Instrumente des Green Controllings: ein Blick zurück, ein Blick nach vorn. In: Controlling - Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmensführung. Special Grünes Controlling. 23. Jg., Heft 8/9, 2011, S. 417-423.
- Hahn, R. (2011): Internationale Standardfindung und Global Governance: Zur Legitimität des Entstehungsprozesses der Leitlinie ISO 26000. In: Die Betriebswirtschaft 2011, Jg. 71, Nr. 2, S. 121-137.

- International Organization for Standardization (2009): Environmental Management – The ISO 14000 Family of International Standards. http://www.iso.org/iso/theiso14000family_2009.pdf, Zugriff am 06.08.2012.
- Jasch, C. (2009): Environmental and material flow cost accounting: principles and procedures. Heidelberg.
- Ministry of Economy, Trade and Industry (Hrsg.) (2002): Environmental Management Accounting (EMA) Workbook. http://www.meti.go.jp/policy/eco_business/pdf/workbook.pdf, Zugriff am 07.08.2012.
- Müller, M./Seuring, S. (2007): Legitimität durch Umwelt- und Sozialstandards gegenüber Stakeholdern – eine vergleichende Analyse, Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht, Nr. 3, S. 257-285.
- Nakajima, M. (2004): On the Differences between Material Flow Cost Accounting and Traditional Cost Accounting: In Reply to the Questions and Misunderstandings on Material Flow Cost Accounting. In: Kansai University review of business and commerce, 2004, Nr. 6, S. 1-20.
- Nakajima, M. (2006): The New Management Accounting Field Established by Material Flow Cost Accounting (MFCA). In: Kansai University review of business and commerce, 2006, Nr. 8, S. 1-22.
- Nakajima, M. (2008): The New Development of Material Flow Cost Accounting (MFCA): MFCA analysis in Power Company and Comparison between MFCA and TPM (Total Productive Maintenance). In: Kansai University review of business and commerce, 2008, Nr. 10, S. 57-86.
- Nakajima, M. (2010): Environmental Management Accounting for Sustainable Manufacturing: Establishing Management System of Material Flow Cost Accounting (MFCA). In: Kansai University review of business and commerce, 2010, Nr. 12, S. 41-58.
- Schmidt, M. (2012): Visualisierung von Energie- und Stoffströmen. In: von Hauff, M./Isenmann, R./Müller-Christ, G. (Hrsg.) (2012): Industrial Ecology Management. Gabler Verlag. S. 257-272.
- Silbermann, S. (2008): Die ökologische Bewertung betrieblicher Umweltleistung - Ein risikoorientierter Ansatz für kleine und mittlere Unternehmen im produzierenden Gewerbe. Dissertation. Dresden.
- Viere, T./Möller, A./Prox, M. (2009): Materialflusskostenrechnung – ein Ansatz für die Identifizierung und Bewertung von Verbesserungen in der Ökobilanzierung. In: Feifel, S. et al. (Hrsg.) (2009): Ökobilanzierung 2009 – Ansätze und Weiterentwicklungen zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit. Karlsruhe. S. 45-54.
- Viere, T./Möller, A./Schmidt, M. (2010): Methodische Behandlung interner Materialkreisläufe in der Materialflusskostenrechnung. In: Umweltwirtschaftsforum, 2010, Nr. 18, S. 203-208.
- Wagner, B./Enzler, S. (2006): Developments in Material Flow Management: Outlook and Perspectives. In: Wagner, B./Enzler, S. (Hrsg.) (2006): Material Flow Management – Improving Cost Efficiency and Environmental Performance. Heidelberg. S. 197-201.
- Whittington, R. (1977): Social Accounting and the Tragedy of the Commons. In: Management Accounting, April 1977, S. 32-34.
- Wicke, L./Haasis, H.-D./Schafhausen (1992): Betriebliche Umweltökonomie. Eine praxisorientierte Einführung. München.

Ressourceneffizientes Wirtschaften
Management der Materialflüsse als Herausforderung
für Politik und Unternehmen
Prammer, H.K. (Hrsg.)
2014, XI, 130 S. 40 Abb., Softcover
ISBN: 978-3-658-04608-8