

CARE

Computergestützte Ressourceneffizienzrechnung in der mittelständischen Wirtschaft

Ergebnisbericht 2.3:

Betriebliche Umweltinformationssysteme und ihre Funktion für die Ressourceneffizienz-Rechnung

Severin Beucker

Claus Lang

Uwe Rey

Inhaltsverzeichnis

1	<u>Einleitung</u>	2
2	<u>Definition und Charakteristika von Betrieblichen Umweltinformationssystemen</u>	4
2.1	<u>Betriebliche Umweltinformationssysteme</u>	4
2.2	<u>Kategorien von BUIS</u>	6
2.3	<u>Der BUIS- Begriff im Projekt CARE</u>	8
3	<u>Die Nutzung von BUIS für die Ressourceneffizienz-Rechnung</u>	10
3.1	<u>Der Informationsbedarf der RER</u>	10
3.2	<u>Anforderungen an BUIS</u>	11
3.3	<u>Nutzung von stoffstromorientierten BUIS für die RER</u>	14
3.4	<u>Nutzung von LCA-Software für die RER</u>	17
4	<u>Fazit</u>	19
5	<u>Literatur</u>	21

1 Einleitung

Im Bericht 2.2 „ERP-Systeme und ihr Datenangebot für die Ressourceneffizienz-Rechnung“ wurden Enterprise Resource Planning (ERP) - Systeme, ihre Struktur sowie die darin potentiell enthaltenen umweltrelevanten Daten thematisiert. Ebenfalls betrachtet wurden die Möglichkeiten einer Umsetzung der Ressourceneffizienz-Rechnung innerhalb von ERP-Systemen. Dabei wurde deutlich, dass eine Vielzahl von potentiellen Daten und Informationen für die Durchführung und die Integration der Ressourceneffizienz-Rechnung in ERP-Systemen vorhanden ist. Zu den relevanten Daten zählen beispielsweise solche mit Bezug zu Materialeigenschaften, zu Stoff- und Energieflüssen sowie den damit korrespondierenden Kosten. In Bericht 2.2 wurde auch deutlich, dass eine Umsetzung der Ressourceneffizienz-Rechnung im ERP-System stark von der Struktur und der Aktualität der Daten im ERP-System abhängt. Eine Durchführung sowie dauerhafte Integration der RER im ERP-System ist somit von den spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten im jeweiligen Unternehmen abhängig.

Alternativ zur Umsetzung der RER im ERP-System bietet sich eine Durchführung der RER mit Hilfe von Betrieblichen Umweltinformationssystemen (BUIS) an. Dies ist grundsätzlich auf zwei Wegen möglich. Zum einen kann die Auswertung von betrieblichen Daten im Rahmen der RER in einem BUIS geschehen. Die dazu notwendigen Daten können aus unterschiedlichen Quellen stammen, dem ERP-System, aber auch anderen Datenquellen oder aus manuellen Datenerfassungen. BUIS können zudem auch über feste Schnittstellen mit ERP-Systemen verbunden werden. Diese Lösung, erscheint allerdings nur dann sinnvoll, wenn die RER als regelmäßiges Instrument zur Entscheidungsfindung benötigt wird (siehe dazu auch CARE-Bericht 2.1 „Ressourceneffizienz-Rechnung, Stoffstromanalyse und Umsetzung im Unternehmen“).

Im folgenden Kapitel 2 erfolgt zunächst eine Erläuterung des Begriffs des Betrieblichen Umweltinformationssystems (BUIS), den unterschiedlichen Formen von BUIS sowie ihren Anwendungsgebieten. Dabei wird ein Schwerpunkt auf so genannte stoffstromorientierte BUIS gelegt, die für die RER eine zentrale Rolle spielen.

In Kapitel 3 erfolgt dann eine Beschreibung verschiedener konzeptioneller Ansätze einer Umsetzung der RER in BUIS. Zur Illustration der unterschiedlichen Umsetzungsmöglichkeiten werden zwei Vorgehensweise beispielhaft vorgestellt.

Während sich dieser Bericht im Wesentlichen mit der Umsetzung der RER in unterschiedlichen BUIS befasst, wird die Thematik der Anbindung von BUIS an ERP über Schnittstellen in Arbeitspaket 4 behandelt werden.

2 Definition und Charakteristika von Betrieblichen Umweltinformationssystemen

2.1 Betriebliche Umweltinformationssysteme

Der Begriff des Betrieblichen Umweltinformationssystems (BUIS) wird in der Literatur in unterschiedlicher Form verwendet. Die Mehrzahl der Definitionen lassen sich einem informationstechnisch sowie einem organisatorisch geprägter Zugang zuordnen. Im Folgenden werden einige charakteristische Definitionen vorgestellt. In Kap. 2.3 erfolgt schließlich eine weitere Eingrenzung des BUIS- Begriffs auf Systeme die im Rahmen des Vorhaben CARE relevant sind.

Arndt et al. (1997) definieren den Begriff BUIS als „ein Werkzeug zur Verbesserung einer fach- und bereichsübergreifenden Versorgung des betrieblichen Umweltmanagements mit Informationen“ und rücken damit die organisatorische Ausrichtung zur Unterstützung des betrieblichen Umweltmanagements in den Mittelpunkt.

Nach einer Definition von Hilty und Rautenstrauch (1997) wird ein BUIS dagegen als organisatorisch-technisches System zur systematischen Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung umweltrelevanter Informationen in einem Betrieb verstanden. Zwar wird auch durch diese Definition der organisatorische Aspekt der umweltrelevanten Informationen betont, die Definition verweist jedoch auch auf eine eindeutig technische Komponente bei der Verarbeitung der Informationen.

Nach Rautenstrauch (1999) beinhaltet der Begriff Betriebliches Umweltinformationssystem eine Analogie zu dem der betrieblichen Informationssysteme¹. BUIS sind somit thematisch im Überschneidungsbereich von Wirtschafts- und Umweltinformatik angesiedelt und lassen sich der übergeordneten Kategorie der betrieblichen Informationssysteme zuordnen.

Die genannten Definitionen beschränken den Begriff und das Verständnis von BUIS jedoch nicht auf Software. Je nach Interpretation des Begriffe „Werkzeug“ bzw. „organisatorisch-technisches System“ können sowohl informationstechnische Lösungen als auch rein papiergestützte Verfahren der Informationsaufbereitung und Darstellung als BUIS verstanden werden.

¹ Unter einem Informationssystem wird ein organisatorisch–technisches System, exklusive dem Computersystem, zur Erzeugung/ Benützung von Informationen verstanden (Balzert 2000). Oftmals stellt auch ein Softwaresystem in Form eines Enterprise Resource Planing (ERP) System den Kern eines betrieblichen Informationssystems dar.

Eine weitere Möglichkeit der Charakterisierung von BUIS kann über ihre Funktion im Unternehmen erfolgen. In BMU/UBA (2001) wird diese beschrieben als die Aufbereitung von umweltrelevanten Daten im Betrieb, die für den jeweiligen Nutzer Informationen für Entscheidungsprozesse zur Verfügung stellt. Dabei erfolgt die Aufbereitung von Informationen in der Regel durch den Einsatz von Computern und Software. Hier erfolgt somit eine Eingrenzung von BUIS auf Systeme die in Form von Software und Computerunterstützung wirken.

Entscheidungsrelevante Informationen können nach der Definition von BMU/UBA (2001) unterschiedlichster Art sein. Der Zweck, die Art und Weise der Informationsbereitstellung entscheidet somit über Art und Umfang des eingesetzten BUIS. Ein BUIS kann demnach für die Dokumentation interner Zwecke, für Behörden oder die Öffentlichkeit angelegt sein, es kann Aufgaben bei der Planung und Kontrolle von Maßnahmen innerhalb des Umweltmanagements übernehmen oder operative Funktionen z.B. im Gefahrstoffmanagement erfüllen. So vielfältig wie die genannten Aufgaben gestaltet sich auch die Ausgestaltung des angewendeten BUIS. Anwendungen von der manuell erstellten Umweltbilanz über Tabellenkalkulationen bis hin zu spezifischer Software können als BUIS bezeichnet werden (vgl. ebenda).

Um eine Differenzierung und Gruppierung von BUIS zu ermöglichen wurde durch das Fraunhofer IAO ein Klassifikationsschema für BUIS auf Basis eines morphologischen Kastens eingeführt. (siehe Abbildung 2.1 sowie Rey et al. 1998). Dieses wurde in der Folge durch Rautenstrauch weiterentwickelt (siehe Rautenstrauch 1999).

Aufgabenbereich	Aspekt	Abfall	Emissionen	Energie	Gefahrstoff-gut	Anlagen	Stoff/ Stoffstrom
	Konzept	Verwaltung		Wirtschaft		Management	
Adressat	Untern. Führung	Umwelt-beauftragter	Fach-Abteilung	dezentrale Organisation		Externe Stakeholder	
Systemgrenzen	Unternehmen		Prozess	Produkt	Überbetrieblich		
Funktionsbereich	Beschaffung	Daten Verwaltung	Aufbereitung	Darstellung	Organisation		

Abbildung 2.1 Morphologischer Kasten zur Beschreibung von BUIS aus Schnaperelle et al. 1999

Das Klassifizierungsschema ermöglicht unterschiedliche thematisch Zugänge zu am Markt erhältlichen Systemen. Die Einteilung der verschiedenen existierenden System auf Basis des Schemas wird im folgenden Kapitel beschrieben.

2.2 Kategorien von BUIS

Die oben erwähnte Vielfalt möglicher Definitionen von BUIS sowie die damit verbundenen Anwendungsgebiete und technisch-organisatorischen Möglichkeiten einer Umsetzung lassen eine Gruppierung und Differenzierung von BUIS als sinnvoll erscheinen. Für den Bereich der softwaretechnischen BUIS hat das Fraunhofer IAO (vgl. Bullinger, Jürgens 1999) auf Grundlage des oben genannten Klassifizierungsschemas vier einfache Kategorien zur Einteilung von am Markt erhältlichen Systemen gebildet:

- Umwelt- und Umweltschutzdatenbanken
- Umweltorganisation
- Stoffstrommanagement
- Life Cycle Assessment

Diese Kategorien werden im Folgenden näher erläutert.

Umwelt- und Umweltschutzdatenbanken

Dazu zählen Softwaresysteme, die meist in Form einer Datenbank Umweltschutzgesetze oder auch Umweltzustandsdaten als Nachschlagewerk oder Recherchegrundlage zur Verfügung stellen. Neben den Recherchemöglichkeiten bieten einige Systeme auch die Option, eigenständig Daten und Informationen zu erfassen und abzuspeichern.

Aufgabenbereich	Aspekt	Abfall	Emissionen	Energie	Gefahrstoff/-gut	Anlagen	Stoff/ Stoffstrom
	Konzept	Verwaltung		Wirtschaft		Management	
Adressat	Untern. Führung	Umweltbeauftragter	Fach-Abteilung	dezentrale Organisation		Externe Stakeholder	
Systemgrenzen	Unternehmen		Prozess	Produkt	Überbetrieblich		
Funktionsbereich	Beschaffung	Daten Verwaltung	Aufbereitung	Darstellung	Organisation		

Abbildung 2.2 Ausprägungen im morphologischen Kasten für Umwelt- und Umweltschutzdatenbanken

Umweltorganisation

Zu dieser Kategorie zählen Softwaresysteme zur Unterstützung der administrativen Aufgaben des Umweltmanagements. Zu den administrativen Aufgaben des Umweltmanagements zählen beispielsweise die Dokumentation, sowie Nachweis- und Dokumentationspflichten im Rahmen des Abfallsrecht. Unterstützt werden durch die Systeme jedoch auch Aufgaben der Kommunikation, der Dokumentenverwaltung und der Anlagenbuchhaltung.

Aufgabenbereich	Aspekt	Abfall	Emissionen	Energie	Gefahrstoff-gut	Anlagen	Stoff/ Stoffstrom
	Konzept	Verwaltung		Wirtschaft		Management	
Adressat	Untern. Führung	Umwelt-beauftragter	Fach-Abteilung	dezentrale Organisation	Externe Stakeholder		
Systemgrenzen	Unternehmen		Prozess	Produkt	Überbetrieblich		
Funktionsbereich	Beschaffung	Daten Verwaltung	Aufbereitung	Darstellung	Organisation		

Abbildung 2.3 Ausprägungen für BUIS aus dem Bereich Umweltorganisation

Stoffstrommanagement

Zu dem Bereich Stoffstrommanagement² werden Softwaresysteme gezählt, die im Rahmen einer Stoffstromanalyse die Auswertung von Materialflüssen bezogen auf Bilanzräume, z.B. einen Prozess oder eine Organisationseinheit, oder auch in Form einer verursachergerechten Zuordnung zu einem Produkt ermöglichen. Der Begriff Stoff umfasst hier Stoffe und Güter ebenso wie Energie und Emissionen (vgl. Kessler 2000). Während unter dem Begriff der Stoffstromanalyse insbesondere die Offenlegung von umweltbezogenen Innovationspotentialen verstanden wird, so bezieht sich das Stoffstrommanagement auf die Realisierung der Potenziale (Troge 1998 in Kessler 2000).

² Zu den Begriffen Stoffstrommanagement und Stoffstromanalyse siehe auch CARE-Bericht 2.1.

Aufgabenbereich	Aspekt	Abfall	Emissionen	Energie	Gefahrstoff/-gut	Anlagen	Stoff/Stoffstrom
	Konzept	Verwaltung		Wirtschaft		Management	
Adressat	Untern. Führung	Umweltbeauftragter	Fach-Abteilung	dezentrale Organisation		Externe Stakeholder	
Systemgrenzen	Unternehmen		Prozess	Produkt	Überbetrieblich		
Funktionsbereich	Beschaffung	Daten Verwaltung	Aufbereitung	Darstellung	Organisation		

Abbildung 2.4 Ausprägungen im morphologischen Kasten für BUIS aus dem Bereich Stoffstrommanagement

Life Cycle Assessment

Zur Gruppe des Life Cycle Assessment zählen Softwaresysteme, die die Durchführung einer Ökobilanz gemäß DIN EN ISO 14040 bzw. vergleichbaren Verfahren unterstützen. Dies beinhaltet im Wesentlichen die Unterstützung und Bilanzierung von Sachbilanzdaten, die von den Anbietern in unterschiedlicher Spezialisierung angeboten werden.

Aufgabenbereich	Aspekt	Abfall	Emissionen	Energie	Gefahrstoff/-gut	Anlagen	Stoff/Stoffstrom
	Konzept	Verwaltung		Wirtschaft		Management	
Adressat	Untern. Führung	Umweltbeauftragter	Fach-Abteilung	dezentrale Organisation		Externe Stakeholder	
Systemgrenzen	Unternehmen		Prozess	Produkt	Überbetrieblich		
Funktionsbereich	Beschaffung	Daten Verwaltung	Aufbereitung	Darstellung	Organisation		

Abbildung 2.5 Ausprägungen im morphologischen Kasten für BUIS aus dem Bereich LCA

2.3 Der BUIS- Begriff im Projekt CARE

Die unterschiedlichen Definitionen von BUIS sowie die Vielzahl der am Markt erhältlichen softwaretechnischen Lösungen macht eine Konkretisierung des BUIS-Begriffs für das Projekt CARE notwendig. Dies erfolgt vor allem vor dem Hintergrund der Umsetzung der RER in BUIS, die eine Eingrenzung der zu analysierenden BUIS ermöglicht. Im Rahmen des Projekts CARE wird ein BUIS deshalb wie folgt definiert:

„In Analogie zu betrieblichen Informationssystemen ist ein Betriebliches Umweltinformationssystem (BUIS) ein Informationssystem, das für die Erfassung, Dokumentation, Planung und Steuerung betrieblicher Umweltwirkungen genutzt wird und das betriebliche Umweltmanagement in seinen Aufgaben unterstützt.“

Unter Informationssystemen werden hier zudem Systeme unterschiedlicher Komplexität verstanden. Ein BUIS kann demnach sowohl eine Tabellenkalkulation zur Berechnung von Umweltkennzahlen als auch eine spezifische Software zur Analyse von Stoffströmen oder zur Bilanzierung von Umweltwirkungen im Rahmen der Ökobilanzierung sein.

Im Projekt CARE kommen BUIS aus den Einsatzbereichen Stoffstrommanagement und Ökobilanzierung eine besondere Bedeutung zu, da diese am ehesten den in Bericht 2.1 definierten Informationsbedarf der RER erfüllen. Eine detaillierte Analyse und Begründung der Anforderungen die sich aus der RER an BUIS ergeben, erfolgt im folgenden Kapitel.

Neben den genannten spezifischen Softwaresystemen wird im Projekt CARE auch die Umsetzung der RER mit Hilfe von Tabellenkalkulationen (z.B. Excel) sowie in ERP-Systemen betrachtet. Deshalb sind im Projekt CARE auch diese als BUIS zu bezeichnen, wenn sie wie oben erwähnt die Aufgaben des betrieblichen Umweltmanagements, in diesem Fall also auch die RER, unterstützen.

3 Die Nutzung von BUIS für die Ressourceneffizienz-Rechnung

Wie bereits in Kapitel 1 erwähnt gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten der Umsetzung der RER in BUIS. Zum einen kann die RER als ökonomisch-ökologisches Bewertungsverfahren mit einem spezifischen Softwaresystem z.B. einem BUIS für das Stoffstrommanagement umgesetzt werden. Die Ergebnisse können dann wahlweise im BUIS selbst angezeigt oder durch Datenexport bzw. Schnittstellen in einem betrieblichen Informationssystem (z.B. ERP-System) angezeigt werden. Als weitere Möglichkeit kann das BUIS mit seinen Auswertungsmöglichkeiten so in ein betriebliches Informationssystem integriert werden, dass es nach außen nicht sichtbar ist. Eine Auswertung und Anzeige der RER erfolgt dann beispielsweise im betrieblichen Informationssystem selbst.

Beide beschriebenen Varianten können informationstechnisch wiederum unterschiedlich umgesetzt werden. Die für die RER notwendigen Daten zu Materialflüssen, Materialeigenschaften und Kosten können aus unterschiedlichen Quellen, z.B. dem ERP-System oder anderen Datenquellen, aus Stoffdatenbanken oder auch aus manuellen Erfassungen stammen. Auf die Möglichkeiten der Verbindung von BUIS und ERP über Schnittstellen wird in Arbeitspaket 4 eingegangen werden.

In den folgenden Kapiteln liegt der Schwerpunkt auf der Umsetzung der RER in BUIS selbst. Mit der Durchführung einer RER in BUIS werden alle wesentlichen Eigenschaften der Analyse- und Auswertungsmöglichkeiten in BUIS beschrieben. Auf Möglichkeiten der Rückführung und Darstellung von Informationen aus BUIS in andere Systeme wie z.B. ERP-Systeme wird im Rahmen des Arbeitspaketes 4 eingegangen. Die Variante der Integration der RER in betrieblichen Informationssystemen ist für die Frage nach den generellen Möglichkeiten der Umsetzung der RER von wichtiger Bedeutung. Hierauf wird in Bericht 2.2 eingegangen (Rey et al. 2002).

Die Umsetzung der RER mit Hilfe einer Tabellenkalkulation, die nach der Definition von BUIS in Kap. 2.1 eine Variante der RER mit bzw. in BUIS darstellt, wird hier nicht betrachtet. Tabellenkalkulation können für die Stoffstromanalyse bzw. RER insbesondere zur Anwendung kommen, wenn es sich um eine einmalige Betrachtung bzw. um eine Betrachtung geringer Komplexität handelt (vgl. dazu insb. die Ergebnisberichte aus den Umsetzungsvorhaben).

3.1 Der Informationsbedarf der RER

In Bericht 2.1 „Ressourceneffizienz-Rechnung, Stoffstromanalyse und Umsetzung im Unternehmen“ wurde bereits der Informationsbedarf unterschied-

licher Anwendungsformen der RER definiert (siehe ebenda). Der Informationsbedarf für die Durchführung einer RER lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Auf **Unternehmensebene** werden detaillierte Daten zu Stoffen, Materialien, Artikeln und Energien über einen definierten Zeitraum benötigt. Die Daten werden dabei nach Input und Output gegliedert.
- Auf **Prozessebene** werden ebenfalls Daten zu Stoffen, Materialien, Artikeln und Energien über einen definierten Zeitraum benötigt. Allerdings sind spezifische Input- und Outputdaten der Prozesse von größerer Detailtiefe erforderlich. Neben den genannten Daten werden zudem Kosteninformationen für die genannten Größen sowie für Personal und Maschinenzeiten, etc. benötigt. Bei allen Daten sollte es sich um Ist-Daten und nicht um Plan- oder Solldaten handeln. Wenn der Output eines Prozesses Teilprodukte für verschiedene Endprodukte enthält, so muss die Mengenallokation (der Mengenanteil des Teilproduktes) definiert sein.
- Auf **Produktebene** werden die auf der Prozessebene erhobenen Daten verfeinert und in Form einer Massenstellenrechnung eindeutigen Massenträger zugeordnet. Dabei spielt die Massenallokation, d.h. Massenverteilung auf Teilprodukte eine entscheidende Rolle. Des Weiteren müssen Informationen über Vorketten und nachgelagerte Stufen vorhanden sein. Diese sollen in Form von MI-Daten vorliegen.

Auf allen drei Ebenen gilt: Die für die RER benötigte Datenqualität, -quantität und -aktualität hängt entscheidend von betrieblichen Faktoren ab. Das Aufwand/Nutzen-Verhältnis stellt sich je nach Unternehmenstyp, Branche, und weiteren Faktoren anders dar. Die Kriterien, von denen das abhängt werden im weiteren Verlauf des Forschungsprojektes CARE untersucht. In diesem Dokument wird zunächst vom Maximum an Informationsbedarf ausgegangen.

Die unterschiedlichen Ebenen der RER benötigen jedoch alle zeitgenaue und ortsspezifische Daten zu Stoffmengen/Massen, Materialien und Kosten sowie MI-Daten für die Eingangsmaterialien, -stoffe und -energien.

3.2 Anforderungen an BUIS

In Bericht 2.1 wurde bereits ausführlich auf die Funktion der Stoffstromanalyse im Rahmen der RER eingegangen. Da die Methode der Stoffstromanalyse mit zunehmender Komplexität der RER eine wichtige Unterstützung bei der Durchführung der RER darstellt, können an dieser Stelle Anforderungen an BUIS hinsichtlich der Datenerfassung, der Analyse und der Dar-

stellung formuliert werden. Dabei werden insbesondere auch die Möglichkeiten der Kostenbilanzierung und der Verwendung von MI-Werten im Rahmen der RER berücksichtigt.

Aus Sicht von Material- und Stoffbilanzierung lassen sich die drei oben genannten Ebenen der RER gemäss ihrer Komplexität folgendermaßen ordnen:

Unternehmensebene

Hier werden im Rahmen der RER die ins Unternehmen eintretende und das Unternehmen verlassende Stoffe und Materialien in einer Betrieblichen Umweltbilanz dargestellt. Diese Bilanz entspricht im allgemeinen einer Input-/Output-Bilanz. Zur Erstellung einer solchen Bilanz genügt normalerweise eine Tabellenkalkulationssoftware, wie z. B. Microsoft Excel. Dort können die Input- und Output-Stoffe einschließlich Mengen und Kosten in einer Tabelle abgebildet werden. Eine Tabellenkalkulation bietet flexible Auswertemöglichkeiten. Sie ist jedoch vor allem für die händische Datenerfassung gedacht. Wird eine Bilanz mehrmals pro Jahr durchgeführt, so kann es je nach Unternehmensgröße Sinn machen, die dafür benötigten Daten automatisch zu erfassen oder aus vorhandenen Datenquellen in elektronischer Form zu transferieren. Dann ist es sinnvoll, die Bilanz in einer Datenbank abzubilden, welche verschiedene Möglichkeiten zum automatischen Datenimport bietet. Für ein mittelständisches Unternehmen genügt hier in der Regel eine einfache Datenbank (z.B. in einer Microsoft Access-Anwendung).

Prozessebene

Eine Analyse auf Prozessebene beinhaltet eine Stoffstromanalyse und damit die Abbildung von Prozessen mit den zugehörigen Stoff- und Kostenströmen. Die Unterstützungsmöglichkeiten von BUIS und der Aufwand zur Nutzung von BUIS hängen stark von der Komplexität des betrachteten Unternehmens bzw. Unternehmensbereiches ab.

Auf der Prozessebene wird ein Materialflussbild erstellt, das alle oder ein Teil der im Unternehmen ablaufenden Prozesse beinhaltet. Dort sind die Prozesse durch Symbole und ihre Verbindungen untereinander durch Linien/Pfeile dargestellt, um den Massenfluss zu verdeutlichen. Schließlich wird für jeden Prozess eine Prozessvorschrift in Form einer Input-Output-Bilanz und mit Hilfe von mathematischen Funktionen erstellt und festgestellt, woher Input und woher Output genau kommen. Diese Beziehung wird durch die Stoffströme hergestellt. Es müssen Mengen, Energien und auch Kosten (Materialkosten, Maschinen- u. Personalkosten, Entsorgungskosten, etc.) erfasst werden. Die Zusammenhänge einer Prozessvorschrift können zu meist mit mathematischen Zusammenhängen beschrieben werden, die je

nach Auslastung des Prozesses ihre Gültigkeit behalten müssen. Schwieriger wird es, wenn Ist-Daten erfasst werden und mit in die Berechnungen der Stoffstromanalyse aufgenommen werden müssen. Denn durch betriebliche Abläufe ergeben sich öfter Abweichungen vom Soll-Zustand, welche auch nicht in mathematische Formeln gefasst werden können. Eine Software zur Stoffstromanalyse sollte Ist-Daten über Schnittstellen bzw. Dateien einlesen und verwenden können.

Sind die benötigten Daten in der Software eingelesen, so müssen im Rahmen einer Stoffstromanalyse Berechnungen durchgeführt werden. Die Stoff- und Kostenströme werden dabei mit Hilfe der Prozessvorschriften berechnet. Eine Zuordnung der verschiedenen Massen und Kosten auf Teilprodukte oder Produkte findet auf der Produktebene der RER statt. Stoff- und Kostenströme können in Form von Kennzahlen oder grafische Darstellungen (z.B. Sankey-Diagramm) ausgewertet werden.

Die beschriebene Vorgehensweise kann bei geringer Komplexität der im Unternehmen vorgefundenen Produktion bereits mit einfachen Mitteln durchgeführt werden. Wird eine Fließfertigung mit linearen Zusammenhängen in den Produktionsabläufen betrachtet (zum Beispiel ein oder mehrere parallele laufende Fertigungsstraßen ohne Querverbindungen), so kann eine Analyse auf Prozessebene normalerweise mit Hilfe einer Tabellenkalkulation durchgeführt werden. Auch für die Durchführung von Szenario-Analysen ist eine Tabellenkalkulation wie z.B. Microsoft Excel in der Regel ausreichend. Damit können benötigte Daten importiert werden und die nötigen Berechnungen durchgeführt werden. Prozesszusammenhänge sind grafisch darstellbar. Will man allerdings graphische Stoffstromauswertungen erstellen, z. B. in Form von Sankey-Diagrammen, so ist eine Tabellenkalkulation nicht ausreichend.

Bei der Durchführung der RER auf Prozessebene ist es wichtig, dass mit Ist-Daten gearbeitet werden kann. Da zur dauerhaften Implementierung der RER oft Ist-Daten erfasst werden müssen, sollte diese Datenerfassung automatisierbar sein, z. B. über den Anschluss an andere betriebliche Informationssysteme über Schnittstellen.

Zusammenfassend ergeben sich folgende Schlüsselanforderungen an Software zur Durchführung der RER auf Prozessebene:

- Prozesse und die verbindenden Stoffströme müssen graphisch dargestellt werden können.
- Prozessvorschriften müssen mathematisch korrekt abbildbar sein, um als Grundlage für Berechnungen für Prozessanalysen dienen zu können.

- Massen, Energien und Kosten müssen prozessgenau erfassbar sein.
- Ist-Daten müssen flexibel erfassbar sein, z. B. über die Verwendung von Schnittstellen.

Produktebene

Bei der Betrachtung der Produktebene müssen die Material- und Energieverbräuche in den einzelnen Prozessen Produkten zugeordnet werden. Grundlage hierfür stellen Massen- und Kostenallokationen dar, die Verteilungen auf Produkte, Teilprodukte, Abfälle, etc, wiedergeben. Zusätzlich müssen vor- und nachgelagerte Phasen des Produktlebenszyklus in die Analyse einbezogen werden. Dazu gehören Umweltwirkungen die beispielsweise im Rahmen der Ressourcengewinnung, der Erstellung von Vorprodukten, der Entsorgung von Reststoffen, der Nutzung der Produkte und die Entsorgung der Produkte nach ihrer Nutzung entstehen. Im Falle der RER werden die Umweltwirkungen in Form von Materialintensitäten (MI-Faktoren, siehe dazu auch Bericht 2.1) bilanziert.

Zusammenfassend sei festgestellt, dass für die Durchführung der RER auf produktebene folgende zusätzliche Anforderungen erfüllt werden müssen:

- Innerhalb von Prozessen müssen Massen- und Kostenallokationen möglich sein
- MI-Werte müssen erfasst werden und verarbeitet werden können.

Die für die Durchführung der RER in BUIS formulierten Anforderungen zeigen, dass für die RER auf Prozessebene und Produktebene verschiedene Anforderungen erfüllt werden müssen. Im Folgenden wird die Nutzung von BUIS aus den Bereichen Stoffstrommanagement und Ökobilanzierung für die RER prinzipiell beschrieben. Dabei steht im Mittelpunkt der Betrachtung, inwiefern die oben formulierten Anforderungen erfüllt werden können.

3.3 Nutzung von stoffstromorientierten BUIS für die RER

In Kap. 2.2 wurden BUIS aus dem Bereich Stoffstrommanagement mit ihren Ausprägungen beschrieben. Auf dem Markt sind inzwischen eine Reihe von Systemen verfügbar, die entweder eindeutig dem Bereich Stoffstrommanagement zugeordnet werden können oder im Überschneidungsbereich von Stoffstrommanagement und Ökobilanzierung anzusiedeln sind (vgl. dazu auch Jürgens und Lang 2002). Im Folgenden wird beschrieben, wie mit stoffstromorientierten BUIS die RER auf Prozess- und Produktebene unterstützt werden kann.

Prozessebene

Stoffstromorientierte BUIS erlauben die Analyse von Prozessen und der sie verbindenden Stoffströme. Mit ihnen kann man die Analyse von Planungsdaten durchführen. Sie können damit vor Entstehung eines Produktionsablaufes genutzt werden, um Auswirkungen der Produktion im Vorfeld zu simulieren. Des Weiteren können Ist-Daten zu Stoffverbräuchen und Kosten in einem stoffstromorientierten BUIS verwendet werden, um Soll- und Ist-Situation von Produktionsprozessen miteinander zu vergleichen. Dies stellt eine wichtige Funktion von stoffstromorientierten BUIS dar.

BUIS für das Stoffstrommanagement sind aufgrund ihrer Nutzung in der betrieblichen Prozessanalyse für die Analyse von betrieblichen Ist-Daten ausgerüstet. Einige Systeme verfügen beispielsweise über die Möglichkeit Schnittstellen zu anderen Softwaresystemen (z.B. COM/DCOM, ODBC, u.a.) einzurichten. Mit Hilfe solcher Schnittstellen können Daten zu betrieblichen Material- und Kostenflüssen regelmäßig bzw. automatisiert eingelesen und analysiert werden.

Damit erfüllen stoffstromorientierte BUIS die Anforderungen zur Durchführung der RER auf Prozessebene.

Produktebene

Reine stoffstromorientierte BUIS berücksichtigen jedoch nicht vorgelagerte und nachgelagerte Stufen im Sinne einer Lebenszyklusbetrachtung. Diese Stufen können zwar mit Hilfe von Bewertungszahlen pauschalisiert in die Bewertung mit eingehen, eine Darstellung einzelner Prozesse der vorgelagerten und nachgelagerten Stufen ist jedoch nicht möglich.

Von großer Relevanz für die Bewertung von Umweltwirkungen im Rahmen der RER ist die Möglichkeit Daten zu den vor- und nachgelagerten Stufen des Lebenszyklus in den Systemen zu hinterlegen. Diese ist bei einigen der am Markt verfügbaren Softwaresysteme zum Stoffstrommanagement möglich. MI-Daten werden derzeit von keinem der Systeme als Bewertungsdaten zur Verfügung gestellt.

In Kap. 3.1 wurde bereits deutlich, dass für eine Durchführung der RER auf Produktebene die Allokation von Massen und Kosten zu Teilprodukten bzw. Produkten erforderlich ist. Eine Allokation leisten die meisten der verfügbaren BUIS aus dem Bereich Stoffstrommanagement. Die Programme verfügen des Weiteren beispielsweise über die Möglichkeit verschiedener Kostenarten zu definieren und eine Zuordnung auf Kostenträger vorzunehmen. Damit können Materialpreise, Maschinen- und Personalkosten als variable Kosten oder Fixkosten definiert werden und Kostenflüsse angezeigt und

ausgewertet werden, sowie Methoden der Umweltkostenrechnung wie z. B. der Flusskostenrechnung durchgeführt werden (siehe dazu auch Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt INTUS, Jürgens und Lang 2002).

3.4 Nutzung von LCA-Software für die RER

Prozessebene

Während stoffstromorientierte BUIS einen Schwerpunkt auf der Analyse und Bewertung betrieblicher Abläufe haben, so ist LCA-Software stärker an der Darstellung und Analyse von Produktlebenszyklen gemäß DIN EN ISO 14040 orientiert. Hinsichtlich der graphischen Darstellung von Prozessen und Stoffströmen, der Abbildbarkeit von Prozessvorschriften, der prozessgenauen Erfassbarkeit von Massen, Energien und Kosten weist die Software dieser Gruppe zunächst keine deutlichen Unterschiede zu den stoffstromorientierten BUIS auf. Komplexe Stoffstromzusammenhänge können auch mit LCA-Software dargestellt und modelliert werden.

Wichtige für die RER relevante Unterschiede zu stoffstromorientierten BUIS bestehen jedoch hinsichtlich der Nutzung und Auswertung von betrieblichen Ist-Daten. Die am Markt verfügbare Software besitzt zwar die Möglichkeit Daten zu einzelnen Prozessen in Form von Prozessvorschriften einzulesen (z.B. im xls-Format, vgl. hierzu GaBi (1998)), dies unterstützt jedoch in erster Hinsicht die Verarbeitung statischer Solldaten. Die Auswertung von dynamischen Ist-Daten über Schnittstellen ist nicht möglich. Damit bestehen deutliche Schwächen zur dauerhafte Anwendung von LCA-Software für die RER auf Prozessebene.

Produktebene

Massenallokationen sind in LCA-Software durchführbar. Eine wesentlich Stärke der LCA-Software liegt in der Betrachtung der Analyse vor- und nachgelagerte Stufen des Produktlebenszyklus mit ihren Ressourcenverbräuchen und Umweltwirkungen (z.B. Rohstoffgewinnung, Produktnutzung, Reststoff- und Produktentsorgung). Daten zu vor- und nachgelagerten Stufen des Lebenszyklus können aus Datenbanken in Form von Prozessspezifikationen für typische Produktionsprozesse abgerufen werden und damit Prozessnetze aufgebaut werden. Mit Hilfe selbst erhobener Daten können Prozesse definiert werden. Daraus können dann wiederum Stoffstromnetze zusammengestellt werden und Stoffstromanalysen durchgeführt werden. Von unterschiedlichen Softwareanbietern wird die jeweilige Software mit spezifischen Datenbanken über vor- und nachgelagerte Lebenszyklusstufen angeboten. Dabei sind je nach Branchenfokus des Anbieters Basisdaten für ein Vielzahl von Branchen erhältlich. Aufgrund ihrer Ausle-

gung zur Erstellung von Ökobilanzen sind Programme aus dem Bereich der LCA-Software auch dafür geeignet, MI-Daten in Form von Life Cycle Inventories aufzunehmen und in Berechnungen zu integrieren.

LCA-Software bietet zumeist auch die Möglichkeit, Kostenbetrachtungen durchzuführen. Dazu können z. B. Materialpreise, Maschinen- und Personalkostensätze mit erfasst werden und Kostenallokationen vorgenommen werden. Damit kann eine grobe Plankalkulation durchgeführt werden. Stoffstromorientierte BUIS haben jedoch weitreichendere Funktionalitäten, die sich stärker an in der Praxis vorhandenen Kostenrechnungssystemen orientieren. So können Kosten in Kontenrahmen verwaltet werden, Kostenallokationen flexibel definiert werden und in variable und fixe Kosten getrennt werden.

4 Fazit

Die vorangegangenen Kapitel haben deutlich gemacht, dass die informationstechnische Unterstützung und Umsetzung der RER mit Hilfe spezifischer Software, sogenannten Betrieblichen Umweltinformationssystemen (BUIS) erfolgen kann. Für eine bessere Übersichtlichkeit wurden die BUIS in vier Kategorien unterteilt. Für die Umsetzung und Unterstützung der RER sind hier insbesondere Systeme aus dem Bereich Stoffstrommanagement bzw. Ökobilanzierung/ LCA nutzbar. Begrifflich und methodisch wird auch die Unterstützung und Umsetzung der RER mit Tabellenkalkulationen unter den Abschnitt BUIS gefasst (siehe Kap. 2.2 bzw. 2.3).

Basierend auf dem Informationsbedarf der RER wurden in Kapitel 3 Anforderungen an BUIS formuliert und daraus Kriterien für die Auswahl von BUIS für die unterschiedlichen Ebenen der RER abgeleitet.

Als wesentliches Kriterium für die Unterstützung und Durchführung der RER auf Prozessebene wurde dabei die prozessbezogene Erfassung von Kosten, Massen und Energien identifiziert. Wird die RER auf Produktebene angewendet kommt als wesentliches Kriterium die Bilanzierung von Umweltwirkungen in Form von MI-Werten hinzu.

Hinsichtlich der Nutzung von BUIS für diese beiden Varianten bieten sich, wie oben erwähnt, sowohl Systeme aus dem Bereich Stoffstrommanagement als auch aus dem Bereich Ökobilanzierung/ LCA Möglichkeiten an. Unterschiede im Einsatz der BUIS ergeben sich aus den Schwerpunkten, die mit der RER im jeweiligen Unternehmen gesetzt werden sollen. So besitzen Systeme aus dem Bereich des Stoffstrommanagement beispielweise einen Vorteil bei der Bilanzierung und Analyse von Kosten. Es können beispielsweise komplette Kostenpläne mit entsprechenden Kostenrechnungssystemen hinterlegt werden. Systeme aus dem Bereich des Stoffstrommanagement sind somit stärker an der Darstellung und Bilanzierung von betrieblichen Zusammenhängen orientiert.

Liegt der Schwerpunkt dagegen auf der Betrachtung eines gesamten Produkt-Lebenszyklus, so besitzen Systeme aus dem Bereich Ökobilanzierung (sogenannte LCA-Software) Vorteile. Mit ihnen können verhältnismäßig leicht Allokationen getroffen und Daten zu Umweltwirkungen (z.B. auch MI-Daten) bilanziert werden. Systeme aus dem Bereich der Ökobilanzierung sind somit stärker an der Darstellung überbetrieblicher Zusammenhänge orientiert.

Einen entscheidenden Einfluss auf die Nutzung von BUIS für die RER haben schließlich die im Unternehmen verfügbaren Daten und Informationssysteme-

me. Soll eine RER regelmäßig und auf Basis betrieblicher Ist-Daten (z.B. Kosten und Stoffstromdaten) erfolgen, so bietet die Umsetzung mit BUIS aus dem Bereich des Stoffstrommanagements Vorteile, da diese Systeme z.T. über recht umfangreiche Möglichkeiten für Schnittstellen und Datenimporte verfügen und sich sehr flexibel sind im Bereich der Datenerfassung.. Finden die Analysen und Bewertungen im Rahmen der RER nur selten oder einmalig statt, so kann der Einsatz einer Tabellenkalkulation sinnvoll sein (vgl. hierzu die Erfahrungen aus den Umsetzungsprojekten). Für die Durchführung der RER auf Unternehmensebene ist eine Tabellenkalkulation grundsätzlich ausreichend.

Die Frage nach dem Aufwand-Nutzen-Verhältnis für eine Umsetzung der RER in und mit BUIS lässt sich nicht pauschal beantworten, da sie beispielsweise stark von dem Anwendungsgrad und der Komplexität im jeweiligen Unternehmen abhängen. Eine wesentliche Rolle bei der Einführung und Unterstützung der RER durch IT-Systeme liegt auch in organisatorischen Verankerung im Unternehmen. Fragestellungen zum Aufwand-Nutzen-Verhältnis werden deshalb zu einem späteren Zeitpunkt nach Auswertungen der Erfahrungen in den Umsetzungsprojekten aufgegriffen.

5 Literatur

- Arndt, H.-K.; Günther O.; Matscheroth, T. (1997): Betrieblicher Umweltdatenkatalog –Eine Metainformationskomponente für betriebliche Umweltinformationssysteme, in: Metainformationen und Datenintegration in betrieblichen Umweltinformationssystemen (BUIS), Metropolis Verlag Marburg, 1997
- Balzert, H. (2000): Lehrbuch der Software-Technik. Software Entwicklung. 2. Auflage, Heidelberg Berlin Spektrum Akademischer Verlag, 2000
- BMU/ UBA (2001): Handbuch Umweltcontrolling. 2. Auflage, München Verlag Vahlen, 2001
- Bullinger, H.-J.; Jürgens, G. (1999): Betriebliche Umweltinformationssysteme in der Praxis. Tagungsband zum Management Produktion und Umwelt, Fraunhofer IRB, 1999
- Enquete (1994): Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ (Hrsg.): Die Industriegesellschaft gestalten - Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn: Economica Verlag, 1994
- GaBi (1998): Das Softwaresystem zur Ganzheitlichen Bilanzierung. Handbuch GaBi 3
- Hilty, L. M., Rautenstrauch, C. (1997): Konzepte Betrieblicher Umweltinformationssysteme : für Produktion und Recycling. In: Wirtschaftsinformatik 39 (4), S. 385-393
- Jürgens, G., Lang, C. (2002): Anforderungen an Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) zur Unterstützung der Flusskostenrechnung, Bericht des Forschungsprojekts INTUS, 2002.
- Kessler, P. (2000): Berechnung von Stoffströmen auf Basis vorhandener Produktionsdaten in einem Automobilzuliefererbetrieb. Diplomarbeit im Studiengang Technischer Umweltschutz, Technische Universität Berlin. Institut für Technischen Umweltschutz, 2000
- Kraus, M., Tuma, A., Heimig, I. Hasis, H.-D., Scheer, A.-W.: Computergestütztes Stoffstrommanagement-System zur Realisierung produktionsintegrierter Umweltschutzstrategien. In: Hasis, H.-D., Hilty, L. M., Hunscheid, J., Kürzl, H., Rautenstrauch, C. (Hrsg.): Umweltinformationssysteme in der Produktion, Marburg, S. 97-107.
- Möller, A. (2000): Grundlagen stoffstrombasierter Betrieblicher Umweltinformationssysteme; Bochum, 2000
- Orbach, T., Liedtke, C., Duppel, H. (1998): Umweltkostenrechnung – Stand und Entwicklungsperspektiven. In: Lutz, U., Döttinger, K., Roth, K.: Springer Loseblattsystem Betriebliches Umweltmanagement: Grundlagen, Methoden, Praxisbeispiele, 8. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York 1998.
- Rautenstrauch, C. (1999): Betriebliche Umweltinformationssysteme : Grundlagen, Konzepte und Systeme; Berlin, Heidelberg, New York u.a., 1999
- Rey, U.; Jürgens, G.; Weller, A. (1998): Betriebliche Umweltinformationssysteme – Anforderungen und Einsatz. Studie Fraunhofer-IAO, Fraunhofer IRB Stuttgart, 1998

- Rey, U., Lang, C. und Beucker, S. (2002): ERP-Systeme und ihr Datenangebot für die Ressourceneffizienz-Rechnung, Bericht des Forschungsprojekts CARE, 2002.
- Schnapperelle, D.; Rey, U. (1999): Transferplattform zur Darstellung IT-gestützter Werkzeuge im betrieblichen Umweltschutz. In: Dade, C.; Schulz, B.: Management von Umweltinformationen in vernetzten Umgebungen, Metropolis Verlag Marburg, 1999