



Forschungsprojekt  
**INTUS**

**Operationalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling  
durch den effektiven Einsatz von Betrieblichen Umweltinformati-  
onsystemen**

## **Anwendung von betrieblichen Informations- systemen im Umweltcontrolling**

Potenziale und Praxisbeispiele

Arbeitsbericht des IAT Universität Stuttgart

Daniel Heubach  
Claus Lang  
Thomas Loew

unter Mitarbeit von  
Severin Beucker  
Dr. Gunnar Jürgens

Stuttgart, Berlin, November 2003



Institut für  
ökologische Wirt-  
schaftsforschung  
gGmbH



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
1.1	Forschungsvorhaben INTUS .....	3
1.2	Ziel des Arbeitspapiers .....	3
<b>2</b>	<b>Controlling betrieblicher Materialflüsse</b> .....	<b>5</b>
2.1	Umweltcontrolling .....	5
2.2	Instrumente des Umweltcontrolling .....	5
2.3	Betriebliche Informationssysteme im Umweltcontrolling .....	7
<b>3</b>	<b>Die Anwendung von BUIS für das Umweltcontrolling</b> .....	<b>9</b>
3.1	Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) .....	9
3.2	Anwendung von BUIS im Unternehmen .....	11
3.3	Fazit zu stoffstromorientierten BUIS als Analyseinstrument ....	14
3.4	Kopplung von BUIS mit ERP-Systemen .....	15
3.5	Fazit zur Kopplung von BUIS mit ERP-Systemen .....	20
<b>4</b>	<b>Integrierte Lösungen innerhalb konventioneller Betrieblicher Informationssysteme/ ERP Systeme</b> .....	<b>23</b>
4.1	Enterprise Resource Planning-Systeme (ERP-Systeme) .....	23
4.2	Einsatz von ERP-Systemen im Unternehmen .....	24
4.3	Fazit zu ERP-integrierten Lösungen .....	28
<b>5</b>	<b>Umweltcontrolling-Intranet und Office-Softwaresysteme</b> .....	<b>30</b>
5.1	Anwendung von Intranet und Office-Softwaresysteme .....	30
5.2	Konzept einer Intranetlösung für das Umweltcontrolling .....	31
5.3	Fazit zum Einsatz eines Umweltcontrolling-Intranets .....	38
<b>6</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung</b> .....	<b>41</b>
6.1	Instrumentensicht .....	41
6.2	Anforderungen eines Umweltinformationsmanagements .....	43
6.3	Benutzersicht .....	47
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen</b> .....	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>51</b>
<b>9</b>	<b>Anhang: Übersicht Arbeitsberichte Forschungsprojekt INTUS</b> .....	<b>55</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht ERP-integrierter Lösungen in den Forschungsprojekt INTUS-Betriebsvorhaben.....	25
Tabelle 2:	Die verschiedenen Rollen und ihre grafische Darstellung....	37
Tabelle 3:	Vergleich des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses durch Softwareunterstützung der Instrumentenanwendung.....	43
Tabelle 4:	Erfüllung von Anforderungen eines Umweltinformationsmanagements .....	46

## Schaubilderverzeichnis

Abbildung 1:	Erzeugung eines Stoffstrommodells auf Basis von SAP-Daten mit der Software Audit .....	17
Abbildung 2:	Datenquellen und Informationsbereitstellung für Umweltkennzahlen in SAP R/3.....	26
Abbildung 4:	Konzept des Umweltcontrolling-Intranet.....	32
Abbildung 5:	Überblick über die Architektur des Umweltcontrolling-Intranet.....	33
Abbildung 6:	Erfassung der Gefahrstoffverbräuche mit dem Gefahrstoff-Tool „HazMatCat“ .....	35
Abbildung 7:	Ablage von Gefahrstoffdaten im XML-Datenformat.....	36

# 1 Einleitung

## 1.1 Forschungsvorhaben INTUS

Das Forschungsprojekt INTUS – Operationalisierung von Instrumenten des Umweltcontrollings durch den effektiven Einsatz von Betrieblichen Umweltinformationssystemen – hat zum Ziel, ausgewählte Instrumente des betrieblichen Umweltcontrolling weiterzuentwickeln und Ihre Anwendbarkeit in der Praxis deutlich zu erhöhen. Im Mittelpunkt stehen dabei die Instrumente Betriebliche Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und die Flusskostenrechnung und deren Unterstützung in der Anwendung durch Informationssysteme. Das Projekt wird gemeinsam von dem IAT der Universität Stuttgart, dem Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) und dem Fraunhofer IAO gemeinsam mit den beteiligten Unternehmen durchgeführt.

Die theoretischen Arbeiten werden durch vier Betriebsvorhaben ergänzt, in denen die betrachteten Instrumente erprobt und implementiert werden so dass sie dauerhaft dem Umweltmanagement zur Verfügung stehen. Die Betriebsvorhaben fanden statt bei den Firmen

- Alfred Göhring GMBH & Co. KG
- Continental Teves AG & Co. OHG
- Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH
- SCHOTT Glas.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden mehrere Arbeitsberichte erstellt in denen Grundlagen geklärt und durchgeführte Analysen dokumentiert sind. Eine Übersicht ist im Anhang enthalten. Die Publikationen werden von den Websites der Institute zum Download angeboten ([www.bum.iao.fhg.de](http://www.bum.iao.fhg.de) und [www.ioew.de](http://www.ioew.de)).

## 1.2 Ziel des Arbeitspapiers

Das vorliegende Arbeitspapier analysiert die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten betrieblicher Informationssysteme vor dem Hintergrund des Einsatzes der Umweltcontrollinginstrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung im Umweltmanagement.

Hierfür werden zunächst einerseits diese Umweltcontrollinginstrumente kurz vorgestellt und andererseits die Begriffe Betriebliches Umweltinformationssystem (BUIS) und Enterprise Resource Planning System (ERP) definiert. Darauf aufbauend werden die informationstechnischen Lösungsansätze zur Bereitstellung der Instrumente untersucht.

Betrachtet werden hier

- die Verwendung von stoffstromorientierten BUIS,
- die Entwicklung bzw. Verwendung von ERP-Systemen, sowie
- die Entwicklung einer Intranetlösung.

Für die Beurteilung der Lösungsansätze werden die Erfahrungen aus den Betriebsvorhaben herangezogen und verallgemeinert.

## 2 Controlling betrieblicher Materialflüsse

### 2.1 Umweltcontrolling

Das Umweltcontrolling hat im betrieblichen Umweltschutz eine Querschnittsaufgabe. Für einen dauerhaften Nutzen müssen die Umweltmaßnahmen nach ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten gezielt analysiert, geplant, gesteuert und kontrolliert werden. Informationen müssen von verschiedenen Fachbereichen zusammen geführt und als Entscheidungsgrundlage anderen Unternehmensbereichen bereitgestellt werden.

Diese Aufgabengebiete führen zu neuen vielfältigen Schnittstellen für umweltschutzbezogene Informationswege, die einer Systematisierung und Integration in die Aufbau- und Ablauforganisation bedürfen (siehe auch Müller-Christ 2001). Eine wesentliche koordinierende Funktion des Controlling ist, neben der Unternehmensplanung sowie der Steuerung und Kontrolle im Sinne der Maßnahmenumsetzung und Strategieerreichung, die Informationsversorgung und Instrumentenauswahl (Wöhe, 2002).

Vorraussetzung für die Erfüllung der oben genannten Aufgaben ist die Bereitstellung von Informationen über die Umweltleistung und -auswirkung der Unternehmung in einem Informationssystem. Umweltinformationen werden aus den verschiedenen Unternehmensbereichen und -funktionen zusammengefasst, aggregiert und den Entscheidungsträgern aussagekräftig und nutzerspezifisch bereitgestellt. Damit unterstützt das Umweltcontrolling das Umweltmanagement bei der Aufgabenwahrnehmung und allgemein die Fachbereiche und das Management bei der Integration umweltrelevanter Fragestellungen in die Entscheidungen im Unternehmen.

### 2.2 Instrumente des Umweltcontrolling

Die Untersuchungen im Forschungsprojekt INTUS fokussieren auf die Instrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung. Ihnen ist gemein, dass sie, wenngleich in unterschiedlichem Umfang folgende allgemeine Aufgaben des Umweltmanagements unterstützen:

- Identifikation der relevanten Umweltaspekte,
- Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen (insbesondere, aber nicht nur von Ökoeffizienzpotenzialen),
- Unterstützung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP), sowie

- Bereitstellung von Informationen für die Umweltkommunikation, insbesondere die Berichterstattung an Behörden und die freiwillige Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichterstattung.

Alle hier genannten Aufgaben erfordern zu unterschiedlichem Grad eine Transparenz zur Zusammensetzung, zum Umfang, zur Umweltrelevanz und zur Kostenrelevanz der betrieblichen Material- und Energieflüsse. Diese Transparenz wird durch die drei betrachteten Instrumente in verschiedenem Umfang bereit gestellt. (vgl. Loew et al. 2002, Loew 2003).

### **Betriebliche Umweltbilanz**

Betriebliche Umweltbilanzen beruhen auf der Bilanzierung der in das Unternehmen ein- und ausgehenden Stoff- und Energieströme für einen bestimmten Bezugszeitraum und eine definierte Bilanzgrenze. Die Bilanz erlaubt eine Aussage über die Umweltrelevanz der mit der betrieblichen Leistungserbringung im Zusammenhang stehenden Stoffströme. Inputströme wie Rohstoffe, Energie oder Wasser werden den Outputströmen wie marktfähige Produkte, Abfall, Abluft oder Abwasser gegenübergestellt. Die Bilanz kann neben Umwelt- auch Kostenaspekte beinhalten.

### **Umweltkennzahlen**

Umweltkennzahlen stellen eine absolute oder relative umweltbezogene Messgröße wie Menge, Konzentration, Kosten oder Kenngröße dar, die das Unternehmen bei der Planung, Steuerung und Kontrolle unterstützt. Umweltkennzahlen bieten durch Soll-Ist-Abgleiche die Möglichkeit, Ziele zu überprüfen und Umweltmaßnahmen zu bewerten, oder schleichende Veränderungen im Prozessablauf zu identifizieren. Sie können sich auf unterschiedliche Aspekte des betrieblichen Umweltschutzes wie Produkte oder Prozesse, Emissionen oder Stoffflüsse beziehen (siehe auch Kottmann et al. 1999, und Schulz et al. 2001).

### **Flusskostenrechnung**

Die Flusskostenrechnung ist ein stoff- und energieflussorientierter Kostenrechnungsansatz. Dieser Ansatz weist den betrieblichen Stoffströmen die Kosten zu, die durch den Einsatz, die Transformation und die Entsorgung von Materialien entstehen. Die Materialflüsse dienen dabei als Kostensammler. Die Summe dieser Flusskosten ist weitgehend deckungsgleich mit den Herstellungskosten, der Einsatz dieses Kostenrechnungsansatzes zielt jedoch auf die methodische und informatorische Unterstützung oder Erweiterung der herkömmlichen Kosten- und Investitionsrechnung. Mit der Verbindung von Flussmengen und -kosten können die Prozesse gleichzeitig nach ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten analysiert und Umweltschutzpotentiale identifiziert werden (siehe Strobel 2001).

## **Vergleich und Auswahl der Instrumente**

Die betrachteten Instrumente zeigen deutliche Überschneidungen hinsichtlich ihres Nutzens, verursachen bei ihrer Anwendung zum Teil aber sehr unterschiedlichen Aufwand. Der im Rahmen des Forschungsprojekts INTUS vorgenommene Vergleich der Instrumente (Loew et al 2002, Loew 2003) kommt zunächst zu dem Schluss, dass zwischen einer einmaligen Anwendung der Instrumente für Analysezwecke und einer dauerhaften Implementierung zum Zweck der kontinuierlichen Informationsbereitstellung unterschieden werden muss. Die kontinuierliche Informationsbereitstellung ist erforderlich um ein hohes Niveau im betrieblichen Umweltschutz langfristig sicher zu stellen. Hierfür kommen, so das Ergebnis des vorgenommenen Vergleichs für die meisten Unternehmen zwei Instrumentenkombinationen in Frage:

- Umweltkennzahlen und Umweltbilanz
- Flusskostenrechnung ergänzt durch Umweltkennzahlen und Umweltbilanz

## **2.3 Betriebliche Informationssysteme im Umweltcontrolling**

Neben der Instrumentenauswahl spielt die Integration der Instrumente des Umweltcontrolling – sowohl in die Organisation, als auch in die betriebliche IT – eine wesentliche Rolle, um ihre Verwendung in betrieblichen Abläufen sicherzustellen. Für die Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente, kommen unterschiedliche Informationssysteme in Betracht.

Zum einen können Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) zum Einsatz kommen, deren Funktionsschwerpunkt auf der Modellierung und Berechnung von Stoffströmen liegt, so genannte stoffstromorientierte BUIS. Sie unterstützen als Softwaresystem für Experten den betrieblichen Umweltschutz bei der Erfassung, Verarbeitung und Ausgabe von Umweltinformationen. In Kapitel 3 wird der Einsatz von BUIS im Zusammenhang mit den Instrumenten des Umweltcontrolling und Erfahrungen im Forschungsprojekt INTUS beschrieben.

Andererseits können ERP-Systeme dahingehend erweitert und angepasst werden, sodass die Instrumentenanwendung in das System integriert wird. ERP-Systeme kommen in Unternehmen traditionell zum Einsatz mit der Aufgabe, die Abläufe eines Unternehmens ganz oder teilweise abzubilden und damit die unternehmerische Tätigkeiten, die Warenbewegungen und Warenformungen in den Produktionsprozessen, zu unterstützen. Sie sind auf die Erzeugnisstruktur ausgerichtet mit der zugehörigen Fertigung, Logistik und Vertrieb sowie den Finanzen, Personal u. a. In Kapitel 4 werden ERP-integrierte Lösungen für die dauerhafte Anwendung von Instrumenten des Umweltcontrolling beschrieben.



Neben der Konzentration auf eines dieser Informationssysteme als informationstechnische Lösung einer Instrumentenanwendung ist auch eine Kopplung der beiden Informationssysteme, BUIS und ERP-System, möglich. Ansätze und Lösungskonzepte hierfür werden in diesem Arbeitspapier ebenfalls in Kapitel 3.4 vorgestellt.

Weiter können, je nach Ausgangslage im Unternehmen, auch Intranet-Lösungen das Umweltcontrolling bei der Informationsbeschaffung, -aufbereitung und -bereitstellung unterstützen und so den effizienten Einsatz des jeweiligen Instruments dauerhaft ermöglichen. In Kapitel 5 wird hierfür ein Konzept vorgestellt, welches prototypisch im Rahmen des Forschungsprojekts INTUS umgesetzt wurde.

### 3 Die Anwendung von BUIS für das Umweltcontrolling

#### 3.1 Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS)

Für die heterogenen Aufgaben des Umweltmanagements wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Softwarelösungen entwickelt, die die Umweltbeauftragten u.a. bei der Recherche von juristischen Informationen, Erstellung von Dokumenten oder der Analyse von Materialflüssen unterstützen. Diese Softwareprodukte werden in der Regel übergreifend als Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) bezeichnet.

In der wissenschaftlichen Betrachtung wurde der Begriff allerdings bislang umfassender definiert. Gemäß der ursprünglichen Definition von Haasis et al (1995) wird ein betriebliches Umweltinformationssystem verstanden als ein „organisatorisch-technisches System zur systematischen Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung umweltrelevanter Informationen in einem Betrieb. Es dient in erster Linie der Erfassung betrieblicher Umweltbelastungen und der Planung und Steuerung von Umweltschutzmaßnahmen“. Gemäß dieser Definition handelt es sich bei einem BUIS nicht zwingend um eine Software: sowohl informationstechnische Lösungen als auch rein papiergestützte Verfahren der Informationsaufbereitung und Darstellung können als BUIS verstanden werden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts INTUS wurde von einer engeren Definition entwickelt, in welcher der Begriff BUIS auf Softwaresysteme eingeschränkt wird: „Unter BUIS werden Softwaresysteme verstanden, die für die Erfassung, Dokumentation, Planung und Steuerung von Umweltauswirkungen aus betrieblichen Tätigkeiten genutzt werden und somit das betriebliche Umweltmanagement in seinen Aufgaben unterstützen“ (Jürgens et al. 2001).

Auch bei einer Einschränkung des Fokus auf Softwaresysteme können BUIS sehr unterschiedlich ausgestaltet sein. Das Spektrum reicht von einfachen Tabellenkalkulationen die für die Zwecke des betrieblichen Umweltschutzes angepasst wurden, bis hin komplexen Softwareprodukten zur Anlagenverwaltung oder zum Stoffstrommanagement. BUIS können mit anderen betrieblichen Informationssystemen verbunden sein, da in diesen umweltrelevante Informationen (wie zum Beispiel Ressourcenverbräuche) bereits vorliegen können. Mitunter können sie auch vollständig in vorhandene Softwaresysteme integriert sein (vgl. Lang und Jürgens 2003/1 und Rautenstrauch 1999). Damit sind auch die unter Kapitel 4.2 betrachteten ERP-integrierten Module zur Bereitstellung der Instrumente und vergleichbarer Umweltinformationen als BUIS anzusehen.

BUIS lassen sich in vier Anwendungsbereiche gliedern (vgl. Bullinger u. Jürgens 1999):

## **Umwelt- und Umweltrechtsdatenbanken**

Umwelt- und Umweltrechtsdatenbanken enthalten Umweltgesetze oder Umweltzustandsdaten in Form eines Nachschlagewerks und stellen Recherchemöglichkeiten zur Verfügung.

## **BUIS zur organisatorischen Unterstützung des Umweltmanagement**

BUIS zur organisatorischen Unterstützung des Umweltmanagement bieten Funktionalitäten zur Dokumentation des Umweltmanagementsystems oder zum Erfüllen von Nachweis- und Dokumentationspflichten im Rahmen des Abfallsrechts, z. B. zum Erstellen von Abfallbilanzen. Des Weiteren können mit ihnen Aufgaben der Kommunikation, der Dokumentenverwaltung und der Verwaltung und Überwachung technischer Anlagen bewältigt werden.

## **BUIS für das Stoffstrommanagement**

BUIS für das Stoffstrommanagement sind Softwaresysteme, die eine Erfassung und Auswertung von Stoff- und Energieflüssen bezogen auf Bilanzräume, z. B. einen Prozess oder eine Organisationseinheit oder auch in Form einer verursachergerechten Zuordnung zu einem Produkt ermöglichen (vgl. Schmidt u. Keil 2001 und Möller 2000). Sie können dazu dienen, bestehende Produktionsprozesse nach Umweltgesichtspunkten zu optimieren, und eine noch geplante Produktion auf ihre Umweltauswirkungen hin zu untersuchen. Sie erlauben eine Visualisierung von Stoff-, Energie- und Kostenflüssen über so genannte Sankey-Diagramme. Mit Hilfe von BUIS für das Stoffstrommanagement können auch Verfahren der Umweltkostenrechnung (wie z. B. die Reststoffkostenrechnung oder die Flusskostenrechnung) durchgeführt werden<sup>1</sup>.

Da diese Softwaresysteme mit Hilfe von mathematischen Algorithmen fehlende Datenpunkte zur vollständigen zahlenmäßigen und grafischen Darstellung der Materialflüsse errechnen, werden sie als stoffstromorientierte oder bisweilen auch als materialflussmodellierende BUIS bezeichnet.

## **BUIS zur Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment)**

BUIS zur Ökobilanzierung können im Rahmen einer ökologischen Produktentwicklung eingesetzt werden. Sie stellen Softwaresysteme dar, die eine Durchführung von Ökobilanzen (z. B. gemäß DIN EN ISO 14040) unterstützen. Dies beinhaltet im Wesentlichen die Bilanzierung von Sachbilanzdaten

<sup>1</sup> für eine Übersicht über solche Verfahren siehe BMU/UBA 1997 oder BMU/UBA 2001

und deren Bewertung anhand von Wirkungskategorien. Mit BUIS zur Ökobilanzierung können Produkte über ihren gesamten Lebenszyklus aber auch Unternehmen und einzelne Prozesse bilanziert werden.

Die BUIS zur Ökobilanzierung bieten unterschiedliche Funktionalitäten zur flexiblen Modellierung und Spezifizierung von Prozesssystemen, die bis zur Sankey-Darstellung von Materialflussnetzwerken und frei definierbaren Algorithmen zur Input-Output-Bilanzierung eines einzelnen Prozesses reichen, sodass der Übergang zwischen BUIS im Stoffstrommanagement und in der Ökobilanzierung fließend ist.

Von den vier hier betrachteten BUIS-Typen haben für die wirkliche Bereitstellung von Umweltinformationen über die betrieblichen Materialflüsse die stoffstromorientierten BUIS die größte Bedeutung.

### **3.2 Anwendung von BUIS im Unternehmen**

Eine Umfrage unter EMAS-registrierten Unternehmen im Rahmen des Forschungsprojektes INTUS zeigt, dass die fehlende Aktualität umweltrelevanter Daten in Betrieblichen Umweltinformationssystemen ein wesentliches Hemmnis für deren Einsatz darstellt (vgl. Bullinger et al. 2002). Hier hat sich eine eigene informationstechnisch getrennte „BUIS-Welt“ etabliert. Hinzu kommt oft eine fehlende Kostenstellenstruktur im Umweltschutzbereich, die eine verursachungsgerechte Zuweisung von Umweltauswirkungen auf kostenrechnerische Einheiten erlauben würde. Ursachen für die Probleme bei der Informationsübertragung, speziell aus der Kostenrechnung, sind nach Meinung der befragten Unternehmen ein zu hoher personeller Einsatz für die Datenbereitstellung und Aktualisierung. Der bisherige Einsatz der Instrumente bleibt meistens eine einmalige Anwendung in einem BUIS, verbunden mit hohem Aufwand.

Im Umweltfachbereich können verschiedene BUIS zum Einsatz kommen, sie sind jedoch oftmals nicht an die IT-Landschaft integriert. Die Art der Auswertung orientiert sich an vorliegenden Standards bzw. den gesetzlichen Anforderungen.

In der unternehmerischen Praxis werden BUIS häufig von den Umweltschutzabteilungen eingesetzt (Beucker et al. 2002). Aufgrund der Art der zu leistenden Aufgaben haben sie einen unmittelbaren Bezug zu bestimmten abgegrenzten Bereichen und administrativen Aufgaben wie Abfallmanagement, Gefahrstoffmanagement, Immissionsschutzmanagement, u. a. In der Produktentwicklung werden ebenfalls BUIS eingesetzt (Heubach et al. 2003), meistens – wie im Umweltschutzbereich – als Stand-alone Informationssysteme in einmaligen Analysen oder Nebenrechnungen. Damit ist aber zum einen die Dateneingabe mit einem erhöhten Aufwand verbunden, zu-

sätzlich müssen wichtige Daten wie Materialstammdaten redundant eingepflegt werden.

Um die stoffstromorientierten BUIS auf ihre Leistungsfähigkeit und ihre Eignung für die Unterstützung der Aufgaben des Umweltmanagements zu untersuchen, wurden in allen vier Umsetzungsprojekten des Forschungsprojektes INTUS Analysen mit diesen BUIS durchgeführt.

- Bei Continental TEVES wurde eine Analyse der Flusskosten in der Bremschlauch-Produktion durchgeführt.
- Bei Ensinger Mineral-Heilquellen wurde eine Stoffstromanalyse mit anschließender Flusskostenrechnung der Mineralwasserproduktion und -logistik durchgeführt.
- Bei Göhring wurde eine Stoffstromanalyse für ein Kinderbett und eine Anrichte durchgeführt.
- Bei der Firma SCHOTT Glas wurde eine Flusskostenanalyse für die Scherbenwirtschaft durchgeführt.

Die Vorgehensweisen in den Betriebsvorhaben richteten sich nach den speziellen betrieblichen Gegebenheiten. Exemplarisch für die vorgenommenen Analysen in den Betriebsvorhaben wird die Vorgehensweise bei Schott vorgestellt.

### **Praxisbeispiel: Flusskostenrechnung in der Scherbenwirtschaft**

Ziel der Analyse der Scherbenwirtschaft bei Schott Glas war der betriebswirtschaftliche und ökologische Vergleich einer Substitution der Gemenge und Eigenscherben – also der Rohstoffe – durch den Einsatz von extern bezogenen Recyclingglas, so genannten Fremdscherben. Hierzu wurden alle Scherbenströme der Scherbenlogistik für das Geschäftsjahr 2001 erfasst und in einem Stoffstrommodell dargestellt. Anschließend wurden die Materialkosten sowie die Bereitschafts- und Leistungskosten<sup>2</sup> aufgrund der Wertschöpfung der Scherbenlogistik erfasst und den Scherbenströmen zugeordnet. Hier bestehen enge Überschneidungen mit der grundlegenden Idee der Flusskostenrechnung (Heubach et al. 2002).

Für die Durchführung der Flusskostenanalyse wurde das BUIS Umberto eingesetzt. Eine frühere Analyse der Scherbenwirtschaft scheiterte bereits an

<sup>2</sup> Die Unterscheidung von Leistungs- und Bereitschaftskosten wird von den Ansätzen der Logistikkostenrechnung vorgesehen (Weber 1995)

der Modellierung der Scherbenströme. Die Mengenströme konnten aufgrund der Komplexität der abzubildenden zum Teil rekursiven Stoffströme nicht effizient dargestellt und analysiert werden. Mit dem BUIS Umberto konnten die bisherigen Hemmnisse einer detaillierten Kostenanalyse in der Scherbenwirtschaft bei SCHOTT Glas überwunden werden.

Die durchgeführte Flusskostenrechnung führte schließlich zu der gewünschten Materialfluss- und Kostentransparenz. Materialkosten unterschiedlicher Scherbensorten und -mischungen konnten berechnet werden und den Gemeinkosten vor dem Hintergrund einer Rohstoffsubstitution gegenübergestellt werden. Gleichzeitig diente das Materialflussmodell dem Verständnis für die Funktionszusammenhänge in der Scherbenwirtschaft und als gemeinsame Kommunikationsplattform.

### **Weitere Anwendungsfälle stoffstromorientierter BUIS als Analyseinstrument**

Die Anwendung von stoffstromorientierten BUIS ist auch Gegenstand von einigen anderen Forschungsprojekten. Auch Sie zeigen den Praxisbezug des Einsatzes solcher Software-Tools, allerdings ist ihr Ausgangsfragestellung teilweise verschieden von der im Forschungsprojekt INTUS. In einigen Forschungsprojekten wurde ein stoffstromorientiertes BUIS zur Erstellung eines generischen Prozessmodells einer Branche genutzt. Auf diese Weise kann Wissen zum Optimieren von Stoff- und Energieströme an andere Unternehmen weiter gegeben werden.

So wurden im Forschungsprojekt INPROCESS Stoff- und Energiestromanalysen in mehreren Gießereibetrieben mit dem BUIS Audit durchgeführt, um Potenziale aufzudecken und um ein generisches Prozessmodells für Gießereien zu entwickeln (Kuchenbuch et al. 2003). Dieses generische Modell kann von anderen Gießereien genutzt werden, um Prozessoptimierungen durchzuführen.

Am Deutsch-Französischen Institut für Umweltforschung (DFIU) wurde ein Leitfaden entwickelt, der Betrieben der Autolackierung konkrete Hilfestellung gibt, die Anforderungen der VOC-Richtlinie<sup>3</sup> zu erfüllen. Grundlage der für den Leitfaden notwendigen Betriebsanalyse war das von dem Institut entwickelte Programm IMPROVE – Individual computer aided mass and energy flow model for vehicles refinishing sector. IMPROVE basiert auf der stoffstromorientierten BUIS Umberto und bildet die typischen Arbeitsprozesse in Autolackierereien ab. Dies erlaubt eine systematische Analyse der Auswir-

<sup>3</sup> 31. BImSchV „Verordnung zur Begrenzung der Emission flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung von Lösemittel in bestimmten Anlagen“ (kurz: Lösemittelverordnung) vom August 2001

kungen neuer Ansätze zu einer Optimierung des Lackierprozesses. (Geldermann und Zipperlen 2002).

### 3.3 Fazit zu stoffstromorientierten BUIS als Analyseinstrument

Wie oben dargestellt wurden stoffstromorientierte BUIS in allen vier Betriebsvorhaben des Forschungsprojektes INTUS zur Erprobung angewendet. Unabhängig von den unterschiedlichen Ausgangsstellungen und Randbedingungen – beispielsweise Fertigungsstrukturen oder Erreichungsgrad des betrieblichen Umweltschutzes – konnten daraus folgende übergreifende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Stoffstromorientierte BUIS eignen sich gut für einmalige Analysen und auch regelmäßige Auswertungen von Stoff- und Energieströmen, v. a. wenn die benötigten Auswertungen ein hohes Detail – bspw. auf Ebene eines Prozess – haben sollen. Sie eignen sich gut für Szenarienbildung und „what if“-Analysen und dienen einer methodischen, systematischen Vorgehensweise zur Durchführung einer Stoffstromanalyse und Flusskostenberechnung. Bestimmte Funktionalitäten wie die Definition von Kostenarten und -treibern oder Allokationen unterstützen die Methodik der Flusskostenrechnung. Generell können stoffstromorientierte BUIS gut genutzt werden, um Stoffstrommodellierungen durchzuführen und damit Instrumente des Umweltcontrolling zu unterstützen.
- Die Berechnung der Mengenbilanz des Stoffstromnetzes bietet eine Konsistenzprüfung auf der Ebene der Prozessinput- und -outputströme, womit die die Richtigkeit und Konsistenz der verwendeten Daten überprüft wird. Die Ansicht der Stoffstromanalysen in einem Sankey-Diagramm eignete sich sehr gut als visualisierte Darstellung der Analyseergebnisse und als Kommunikationsplattform. Dies führte bei den beteiligten Unternehmenspraktikern zu einem neuen Verständnis über die betrieblichen Stoffströme und deren Zusammenhänge.
- Rückläufe von Materialien (Reloops) konnten mit Hilfe von stoffstromorientierte BUIS in Stoffrekursionen berechnet und ausgewertet werden. Dies ist mit Tabellenkalkulationssoftware nur mit erheblichem Aufwand möglich.
- Die Datenerfassung für die Analysen stellte einen erheblichen Aufwand dar. In der Regel mussten Daten aus unterschiedlichen IT-Systemen erfasst werden sowie diese dann auf Konsistenz geprüft werden. Der Aufwand der Datenerfassung kann durch eine ERP-BUIS-Kopplung verrin-

gert werden. Dies ist jedoch (wie weiter unten aufgeführt wird) mit einem hohen Implementierungsaufwand verbunden und lohnt sich oft erst bei regelmäßiger Anwendung des BUIS. Praxiserfahrungen zeigen, dass die zu erwartenden Potenziale nur unter speziellen Voraussetzungen (abhängig von Branche, Produktionsstruktur, Unternehmensgröße etc.) in Relation zum benötigten Aufwand stehen.

- Bei einer linearen Produktion konnten die berechneten Kennzahlen einfacher mit einer handelsüblichen Tabellenkalkulationssoftware erstellt werden. Allerdings wurden in den vorliegenden Fällen nur einmalige Analysen durchgeführt. Für die Modellierung verschiedener Szenarien ist die Anwendung eines stoffstromorientierten BUIS in der Regel auch für lineare Produktionsabläufe sinnvoll.

Die Anwendung stoffstromorientierter BUIS erfordert Erfahrung in der Anwendung und in der methodisch sicheren Modellierung, damit stellen sie ein Expertentool dar, das nur bei regelmäßiger Anwendung effizient eingesetzt werden kann. Sie kommen damit für interne Stabstellen oder externe Berater in betracht.<sup>4</sup>

### 3.4 Kopplung von BUIS mit ERP-Systemen

Es gibt einige Beispiele (im Vergleich zur Analyseanwendung eher weniger zahlreich), in denen stoffstromorientierte BUIS in Unternehmen fest mit dem bestehenden ERP System verknüpft wurden, um kontinuierlich Informationen bereit zustellen. Bekannt sind folgende Anwendungsfälle:

- Brauerei Hasserröder: Unter Verwendung des BUIS Umberto wurde bei der Brauerei ein system entwickelt um automatisch Informationen für die Umweltberichterstattung bereit zu stellen. Der Prototyp wurde von der Universität Magdeburg entwickelt. (Marx Gómez et al. 2003)
- Großdruckerei Mohnmedia. Bei Mohnmedia wird das BUIS Umberto eingesetzt und liefert kontinuierlich Informationen für das Umweltmanagement (Skrzypek u. Wohlgemuth 2000).
- Fotopapierhersteller Felix Schoeller: Der Hersteller von Fotopapier hat das BUIS Audit mit den BDE seiner Produktionsanlagen verknüpft und nutzt die Software als PPS und als Datenbasis für Analysen. (Lied 1999).

<sup>4</sup> Siehe auch Jürgens et al. 2001



- Chemieunternehmen Firma Alcan: Bei dem Unternehmen wurde eine Schnittstelle zwischen der Ökobilanzierungssoftware Gabi4 und dem SAP Business Warehouse erstellt, um laufend umweltrelevante Daten aus SAP in Gabi4 importieren zu können (Gabriel et al. 2003).

Die Anwendungsfälle zeigen, dass eine kontinuierliche Bereitstellung aktueller Informationen über die Entwicklung der Einsatzmengen, Verbräuche, Materialverluste etc. mit Hilfe der stoffstromorientierten BUIS erfordert, dass Daten aus anderen betrieblichen Informationssystemen in das BUIS eingelesen werden (vgl. auch Schmidt 2000). Enterprise Resource Planning-Systeme (ERP-Systeme) sind hier von großer Bedeutung, da sie sowohl Bewegungsdaten, bspw. über Mengenverbräuche, und Kosteninformationen, wie auch Strukturdaten wie die Kostenstellenstruktur im Unternehmen beinhalten.

Zum gegenwärtigen Entwicklungsstand bestehen folgende Möglichkeiten, BUIS und ERP-Systeme zu verbinden:

- Die Nutzung vorhandener Schnittstellenfunktionalitäten
- Die Implementierung spezifischer Schnittstellen
- Der Einsatz von standardisierten BUIS-ERP-Schnittstellen
- Datenaustausch mit Hilfe von Web Services

Die oben aufgeführten unterschiedlichen Möglichkeiten werden im Folgenden jeweils kurz vorgestellt.

### **Nutzung vorhandener Schnittstellenfunktionalitäten**

Eine Möglichkeit des Datentransfers ist die Verwendung der vorhandenen vordefinierten Export- und Importformate auf Seite der BUIS und ERP-Systeme. Dieses Vorgehen ist jedoch mit vielen Problemen in der Ausführung verbunden: Die Daten müssen mit gewissem Aufwand händisch aufbereitet und ergänzt werden, um sie für stoffstromorientierte BUIS handhabbar zu machen. Eine einheitliche Schnittstellenspezifikation existiert hier nicht, zudem ist das Vorgehen nicht systematisch im Sinne der Prozesssicherheit.

### **Spezifische Schnittstelle**

Eine andere Möglichkeit bietet die Implementierung von spezifischen Schnittstellen. So können Stücklisten direkt aus SAP R/3 herausgelesen und als Stoffstrommodell visualisiert werden (siehe Abbildung 1). Allerdings ist eine solche Kopplung eines BUIS mit einem ERP-System mit Programmieraufwand verbunden, der in der Regel vom Hersteller des BUIS, Hersteller

oder Berater des ERP-Systems oder anderen Experten vorgenommen werden muss. Am IAT der Universität Stuttgart wurde pilothaft eine Verbindung des stoffstromorientierten BUIS Audit mit dem SAP R/3-System des Fraunhofer IAO hergestellt. Dazu waren teilweise erhebliche Eingriffe in das ERP-System nötig. Auch kann eine solch individuell erstellte Schnittstellenfunktionalität bei einem Releasewechsel (also einem Wechsel auf eine neue Software-Version) u. U. nicht weiterverwendet werden. Um eine dauerhaft lauffähige Anwendung herzustellen ist eine laufende Betreuung durch das implementierende Softwarehaus nötig.

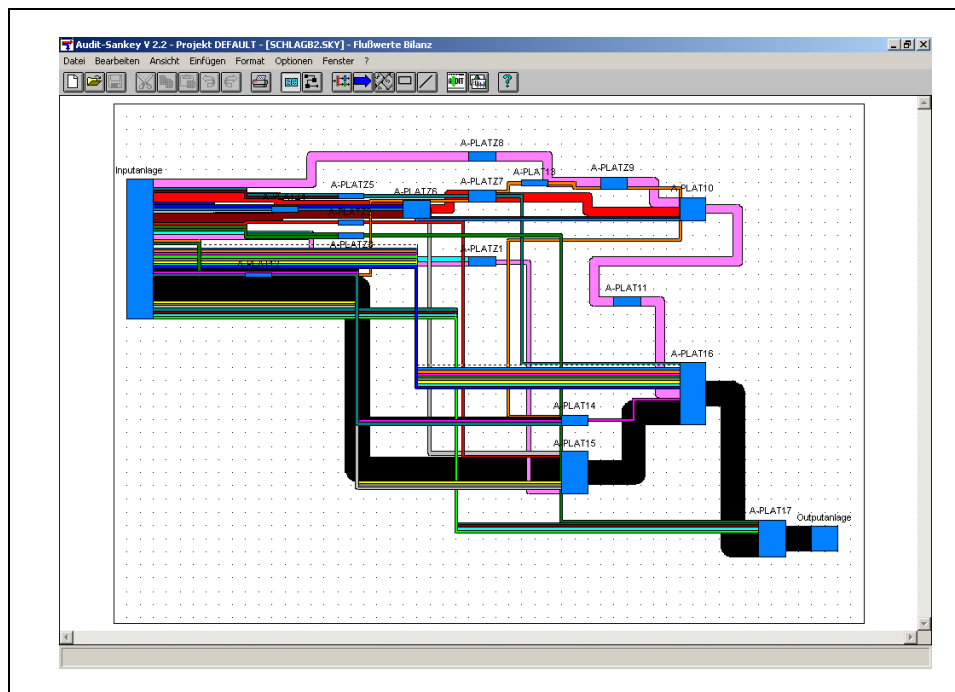


Abbildung 1: Erzeugung eines Stoffstrommodells auf Basis von SAP-Daten mit der Software Audit

### Standardisierte Schnittstellen

Ein weiterer Integrationsansatz für die BUIS in die betriebliche IT-Landschaft besteht darin, relevante Daten aus ERP-Systemen in einem spezifischen, standardisierten Datenformat zu exportieren, um dann von einem stoffstromorientierten BUIS direkt eingelesen und weiterverwendet zu werden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts CARE<sup>5</sup> wurde durch das IAT, Universität Stuttgart, Fraunhofer IAO, Institut für Umweltinformatik (ifu) Hamburg GmbH, infor business solutions AG, sowie TechniData AG eine Schnittstellenspezifikation für den Transfer von Stoffstromdaten erarbeitet: Die in ERP-Systemen vorhandenen Daten aus der Produktionsplanung und –steuerung (z. B. Stücklisten, Arbeitspläne und Fertigungsaufträge) können über eine XML-Schnittstelle<sup>6</sup> einem BUIS in einheitlicher Form zur Verfügung gestellt werden.

Diese so genannte PASSUS-Schnittstelle wird in einer Publicly Available Specification (PAS), der PAS 1025 „Austausch umweltrelevanter Daten zwischen ERP-Systemen und betrieblichen Umweltinformationssystemen“, durch das Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN) veröffentlicht.

Es ist geplant, dass die so beschriebene Schnittstelle von den beteiligten Software-Häusern in ihre Software mit integriert wird.

## **Web Services**

Eine neue Möglichkeit des Zugriffs auf Daten in einem ERP-System bietet die so genannte Web Services-Technologie. Allgemein versteht man unter Web Services die Bereitstellung von verteilten Anwendungen über eine Architektur, die auf bestimmten standardisierten Übertragungsprotokollen und Diensten beruht<sup>7</sup>. Web Services verfolgen eine service-orientierte Architektur (SOA), d.h. die Funktionalität einer Software wird als eine Sammlung von Diensten zur Verfügung gestellt. Die dem Web Service zugrundeliegenden Technologien sind unabhängig von der Plattform und der Programmiersprache.

Vor dem Hintergrund einer Kopplung von BUIS und ERP-Systemen können mit Hilfe von Web Services bestimmte Funktionen im ERP-System aufgerufen werden, die die entsprechenden Daten bereitstellen und aus dem ERP-System exportieren. Voraussetzung dafür ist eine Web Service Plattform, die in vielen ERP-Systemen enthalten ist. So bietet bspw. SAP für das R/3-System 4.7 Enterprise einen SAP Web Application Server an.

<sup>5</sup> Nähere Informationen dazu gibt es im Internet unter <http://care.oekoeffizienz.de>.

<sup>6</sup> XML – eXtended Mark-up Language (Auszeichnungssprache)

<sup>7</sup> Hierzu zählen SOAP (XML-basiertes Protokoll, mit dem Daten „verpackt“ und über ein Transportprotokoll, z.B. HTTP oder SMTP, verschickt werden können), WSDL (Beschreibungssprache für Web Services - Ein WSDL Dokument beschreibt die Methoden eines Web Services mit seinen Eingabeparametern und Rückgabetypen in einer XML-basierten Notation) und UDDI (Verzeichnisdienst, der Unternehmen und ihre Daten und die von ihnen angebotenen Web Services verzeichnet)

Im Rahmen des Forschungsprojektes INTUS wurde am BUISLab des Fraunhofer IAO und des IAT, Universität Stuttgart, prototypisch ein BUIS-Tool auf Basis von Java und unter Zuhilfenahme der Web Service Technologie entwickelt, um rückgemeldete Fertigungsaufträge im SAP R/3 System auswerten zu können<sup>8</sup> (zur Bedeutung von rückgemeldeten Fertigungsaufträge siehe Rey et al. 2002). Hierzu werden Funktionsbausteine eines SAP R/3-Systems als Web Services via Hypertext Transfer Protocol (http) aufgerufen, um die entsprechenden Informationen aus dem SAP R/3-System auszulesen. Mit Hilfe des Microsoft Component Object Model (COM-Technologie) werden Excel und das stoffstromorientierte BUIS Umberto angesprochen und Daten ausgetauscht.

Die Fertigungsaufträge werden unter folgenden Gesichtspunkten ausgewertet:

- die Konsistenz und Eignung der Mengeninformatoren wird für Stoffstromanalysen überprüft,
- die Daten werden um weiteren Informationen – hier Abfallmengen, die in einer Excel-Tabelle gepflegt werden – ergänzt, und
- anschließend wird das Prozessbild mit den Stoffströmen in einem stoffstromorientierten BUIS erstellt.

Dabei werden mit dem rückgemeldeten Fertigungsauftrag und seiner Fertigungsauftragsnummer die Erzeugnisstruktur und damit verknüpft die Materialien und Arbeitspläne sowie die mit den Arbeitsvorgängen verknüpften Arbeitsplätze ausgelesen.

Dabei ergaben sich folgende Erkenntnisse:

- Die Algorithmen zur reinen Auswertung der Fertigungsaufträge sind relativ einfach programmierbar.
- Der Zugriff auf SAP-interne Daten mit Hilfe von Web Services war nach dem Auffinden und der Freigabe der entsprechenden Funktionalitäten durch den SAP-Administrator relativ einfach durchzuführen. Es mussten keine Programmierarbeiten im SAP R/3-System durchgeführt werden. Die genutzten Funktionalitäten des SAP R/3-Systems (es wurde mit der Version R/3 4.7 Enterprise gearbeitet) stehen bei jedem R/3-System der gleichen oder höheren Version nach heutigem Kenntnisstand standardmäßig zur Verfügung.

<sup>8</sup> die wesentlichen Programmierarbeiten hierzu wurden im Rahmen der Bachelor-Arbeit von Hagen Ingvor Lange, Fachhochschule für Technik u. Wirtschaft Berlin, durchgeführt, vgl. Lange 2003.

- Mit der Web Services-Technologie können standardisierte und offen verfügbare Schnittstellen plattformunabhängig genutzt werden. Da damit zu rechnen ist, dass Web Services in Zukunft von den meisten ERP-Anbietern in ihrer Software angeboten werden, stellen sie einen Quasi-Standard dar, mit dem eine BUIS-ERP-Anbindung relativ einfach durchgeführt werden kann. Allerdings müssen noch herstellerspezifische Datenstrukturen genutzt werden, solange die Hersteller noch kein gemeinsames Datenformat nutzen. Erste Arbeiten dazu wurden im Projekt CARE durchgeführt (s. oben zu Standardisierte Schnittstellen).

### 3.5 Fazit zur Kopplung von BUIS mit ERP-Systemen

Grundsätzlich zeigen die Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt INTUS und seinen Umsetzungsvorhaben, dass wesentliche Hemmnisse bezüglich einer kontinuierlichen Anwendung von Umweltcontrolling-Instrumenten durch deren Integration in die betriebliche IT-Landschaft abgebaut werden können.

Hier wurde die Möglichkeit untersucht, stoffstromorientierte BUIS mit ERP-Systemen zu verbinden. Damit kann eine detaillierte Sicht auf Prozessebene mit einer kontinuierlichen Bilanzierung von Stoff- und Energieströmen verbunden werden. Die wenigen bekannten Fälle einer Kopplung wurden, zum Teil im Rahmen von Forschungsvorhaben für spezifische konkrete Fragestellungen in Unternehmen entwickelt. Sie zeigten, dass prinzipiell die Möglichkeit besteht einen weitgehend automatisierten Datentransfer von den ERP-Systemen zu den BUIS einzurichten. Die Pilotunternehmen im Forschungsprojekt INTUS haben zwar die Analyseergebnisse auf Basis der BUIS geschätzt, allerdings bestand kein Interesse für eine dauerhafte Bereitstellung über eine Verknüpfung mit ERP oder über BDE. Hierfür waren folgende Gründe ausschlaggebend:

- Die Anwendung der stoffstromorientierten BUIS erfordert erhebliches Wissen über das jeweilige Programm. In den Unternehmen hätte ein Mitarbeiter entsprechend qualifiziert werden müssen.
- Die von den BUIS bereitgestellte Daten sind zwar für einmalige Analysen hilfreich, werden aber als dauerhafte Steuerungsinformation nicht benötigt. Hier reichen relevante Kennzahlen in der Regel aus.
- Der Aufwand für eine Erstellung einer BUIS-ERP Kopplung ist derzeit noch deutlich höher als die Implementierung eines Kennzahlensystems oder umweltorientierter Verbrauchsmengenabfragen im ERP-System.

Damit kommt nach heutigem Entwicklungsstand und den ersten Erfahrungen im Forschungsprojekt INTUS eine feste Kopplung von stoffstromorientierten BUIS zur Bereitstellung von Informationen, insbesondere von Kenn-

zahlen für das Umweltmanagement eher in besondere Fällen zur Anwendung.

Allerdings schließt das eine zukünftige Entwicklung hin zu stärkeren Verwendung von stoffstromorientierten BUIS nicht grundsätzlich aus. Der Blick auf die dynamische Entwicklung der Leistungsfähigkeit von Software im Allgemeinen oder bei ERP Systemen im Speziellen, macht deutlich, dass die derzeit bestehenden Anwendungshemmnisse möglicherweise überwunden werden können. So zeigen die oben aufgeführten Lösungsbeispiele, dass ein Kopplung grundsätzlich möglich ist.

Mit der Entwicklung der PAS 1025<sup>9</sup> im Rahmen des Forschungsprojekts CARE wurde die Vorstufe einer Norm vorgestellt, die die Kopplung zwischen ERP-System und BUIS durch eine Schnittstellenspezifikation für den Transfer von Stoffstromdaten in der Zukunft standardisieren kann.

In den ersten BUIS und ERP-Systemen wird die PAS implementiert. Somit wird ein standardisierter Datenaustausch für Unternehmen aus technischer Sicht möglich sein. Allerdings fehlen aus der praktischen Anwendung der PAS noch grundlegende Erkenntnisse über das Aufwand-Nutzen-Verhältnis sowie mögliche sinnvolle Anwendungsszenarien, die den Einsatz rechtfertigen. Hier sind weitere Praxisbeispiele notwendig, um Erfahrungswerte zu sammeln und das Vorgehen zu operationalisieren. Dann wird sich zeigen, ob eine solche Schnittstelle zu einem effizienteren und schnelleren Datenaustausch führt, zum dauerhaften Einsatz kommt und Akzeptanz in produzierenden Unternehmen findet.

Zur Nutzung einer Schnittstelle ist nicht nur ein gemeinsames Datenformat notwendig, sondern auch die Einrichtung einer technischen Kommunikation zwischen den Systemen. Hierfür hat sich die Technologie der Web Services als gut nutzbar erwiesen. Dies zeigt das im Rahmen des Forschungsprojekts INTUS prototypisch auf der Basis von Java und Web Service-Technologie entwickelte BUIS-Tool zur Kopplung von ERP-System und stoffstromorientierten BUIS. Jedoch fehlen auch hier Erfahrungswerte über den notwendigen Aufwand und konkreten Nutzen, vor allem aber konnten Web Service Anwendungen bisher noch nicht in einem Anwendungskontext bewertet werden.

Grundsätzlich hat sich gezeigt, dass die technischen Mittel zur Kopplung verschiedener Softwaresysteme aus dem BUIS-Bereich mit betrieblicher Standardsoftware wie ERP-Systemen ausgereift sind und für den Einsatz im Umweltcontrolling sinnvoll eingesetzt werden können. Eine breite Anwen-

<sup>9</sup> Publicly Available Specification (siehe <http://www.din.de/dienstleistungen/dienstleistungen/pas/>)

dung ist bisher nicht bekannt, so dass hier weiterer Erkenntnisbedarf besteht, um auch die BUIS-ERP-Kopplung gegenüber den anderen Alternativen und Anwendungsszenarien bewerten zu können.

Hier können bereits interessante Forschungsfragen formuliert werden: Was sind die notwendigen Voraussetzungen, sowohl technischer als auch organisatorischer Art, die eine Kopplung rechtfertigen und sinnvoll erscheinen lassen? Gibt es einen erweiterten Anwendungshintergrund, der über die Erstellung einer 1-3 jährigen Umweltbilanz oder eines Umweltkennzahlensystem hinaus geht, und damit die Verwendung des ERP-Systems als Datenlieferant und des BUIS mit den Modellierungsfunktionalitäten notwendig macht. Weiterer Bedarf besteht bei einer weiter gehenderen Standardisierung der relevanten Daten (über eine PAS hinaus) und der Formulierung einer gemeinsamen Datenstruktur für den Rücktransfer von BUIS-Auswertungen in ERP-Systeme.

## 4 Integrierte Lösungen innerhalb konventioneller Betrieblicher Informationssysteme/ ERP Systeme

### 4.1 Enterprise Resource Planning-Systeme (ERP-Systeme)

Unternehmen setzen bereits seit Jahrzehnten zunehmend leistungsfähigere EDV-Systeme für die kaufmännische Verwaltung und die Produktionswirtschaft ein. Diese Betrieblichen Informationssysteme (BIS) haben zur Aufgabe, die verschiedenen materiellen und organisatorischen Abläufe eines Unternehmens ganz oder teilweise abzubilden. Sie ermöglichen so das reibungslose Funktionieren und Zusammenspiel von Einkauf, Fertigung, Vertrieb und Verwaltung. Ein bekannter Vertreter der betrieblichen Informationssysteme ist das Enterprise Resource Planning-Systeme (ERP-System).

Unter ERP-System versteht man eine vollständig integrierte Software-Lösung für Fertigung, Logistik, Finanzen, Personal, Vertrieb u. a. Es bietet Funktionalitäten für verschiedene Bereiche eines Unternehmens und besteht aus einer Reihe modularer Komponenten. Sie erfüllen im Kern die klassischen Aufgaben der Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsabläufen zur Optimierung von Geschäftsprozessen unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsaspekten. Das ERP-System wird mit unterschiedlicher Aufgabenstellung von Management und Controlling, aber auch von den operativen Einheiten zur Datenverarbeitung und -auswertung genutzt.

ERP-Systeme weisen gewöhnlich einen hohen Grad an Integration auf. Ihre Funktionalitäten sind auf eine Optimierung der komplexen Produktionsabläufe eines Unternehmens unter Beachtung aller Geschäftsprozesse ausgerichtet. Sie enthalten bereits viele umweltrelevante Soll- und Ist-Daten. Dabei handelt es sich beispielsweise um Stücklisten, Artikelstamm, Bestellungen (Soll) und Lieferschein (Ist), Arbeitsplan (Soll) oder Fertigungsauftrag (Ist). Beim Einsatz spezieller Module werden auch eine Abfallbilanz oder das Gefahrstoffkataster verwaltet. Zusätzlich bietet ein ERP-System über Rollen- und Berichtskonzepte die Möglichkeit, anwenderspezifische Reports zu generieren und den Zugriff auf Daten zu verwalten.

ERP-Systeme weisen jedoch hinsichtlich der Unterstützung stoffstrombezogener Analysen durch das Umweltcontrolling noch Defizite in Bezug auf Datenstrukturen und Funktionalitäten auf (siehe auch Rey et al., 2002). So sind beispielsweise benötigte Daten nicht abgebildet wie der Reststoffanfall in den Brutto-Stücklisten oder Entsorgungskosten in den Kostenarten. Ein ERP-System kann jedoch über die Implementierung von BUIS-Funktionalitäten genutzt werden, um Umweltcontrolling-Instrumente anzuwenden.



## 4.2 Einsatz von ERP-Systemen im Unternehmen

Das ERP-System kann das Umweltcontrolling in zweierlei Hinsicht unterstützen: Zum einen ist es Datenlieferant für umweltrelevante Informationen, wie oben bereits aufgeführt wurde. Zum anderen kann das bestehende ERP-System um zusätzliche, an den Anforderungen des Umweltcontrolling orientierte BUIS-Funktionalitäten erweitert werden, um so – vergleichbar mit einem Produktionsplanungsprogramm – die Geschäftsprozesse des Umweltcontrolling während der Analyse und umweltgerechten Maßnahmenplanung in der Produktion zu unterstützen.

In diesem Zusammenhang wurden im Forschungsprojekt INTUS folgende Ansätze entwickelt und erprobt mit dem Ziel, durch den integrierten Einsatz von ERP-Systemen Entscheidungen im Unternehmen zu unterstützen:

- **Erweiterung der Datenbasis**  
Die Datenbasis im ERP-System (bspw. die Materialstammdaten), wird um weitere neue Informationen ergänzt oder erweitert. So können die Materialstammdaten im ERP-System um einen numerischen „Ökotschlüssel“ erweitert werden, um die im ERP-System erfassten Materialeingänge (Input) auch nach Umweltgesichtspunkten auszuwerten und in einer betrieblichen Input- und Outputbilanz in einem Ökokontenrahmen entsprechend darzustellen.
- **Erweiterung der Funktionalitäten**  
Funktionalitäten im ERP-System werden genutzt und ergänzt. So können im ERP-System Funktionalitäten erzeugt werden, um umweltrelevante Daten über Mengenverbräuche, Kosten etc. auszulesen und zusammenzustellen, und beispielsweise als Umweltkennzahlen kostenstellenbezogen darzustellen.

Diese beiden Ansätze wurden bei Umsetzungspartnern des Forschungsprojekts INTUS umgesetzt, um die jeweils gewünschten Informationen zu den betrieblichen Materialflüssen kontinuierlich für das Umweltmanagement und die konventionellen betrieblichen Funktionsbereiche bereit zu stellen. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die in den ERP-Systemen integrierten Instrumente.

**Tabelle 1: Übersicht ERP-integrierter Lösungen in den Forschungsprojekt INTUS-Betriebsvorhaben**

	<b>ERP-System</b>	<b>Integriertes Instrument</b>	<b>Umsetzung</b>
<b>Schott Glas</b>	SAP R/3	Umweltkennzahlen	Kostenstellenbezogene monatliche Kennzahlen für die externe Kommunikation und zur internen Überwachung und Steuerung
<b>Continental Temic</b>	SAP R/3	Umweltbetriebsbilanz	Inputseitigen Umweltbilanz in einem Ökokontenrahmen mit Berücksichtigung umweltrelevanter Aspekte
<b>Ensinger</b>	Eigenentwicklung	Umweltkennzahlen	Erfassung der Wasserverbräuche in einem neuen Mineralwasser-Modul sowie Excel-Tool zur Entscheidungsunterstützung in Produktion u. Logistik
<b>Göhring</b>	Navision Financials	Umweltbetriebsbilanz	Inputseitige Betriebsbilanz in einem Ökokontenrahmen

### **Praxisbeispiel:**

#### **ERP-integrierte umweltbezogene Verbrauchsmengenerfassung**

Bei Continental Temic am Standort Nürnberg wurde nach einer informationstechnischen Lösung gesucht, die im SAP R/3-System vorhandenen Bewegungsdaten möglichst einfach für das Umweltmanagement nutzbar zu machen. Im Mittelpunkt standen Fragen der Mengenerfassung sowie der Zuordnung und Auswertung nach umweltrelevanten Aspekten. Die Lösung lag in der Implementierung eines so genannten Ökoschlüssels in das SAP R/3-System, welcher eine Kategorisierung der Materialstammdaten nach Umwelteigenschaften erlaubt, sowie in der Definition von nutzerspezifischen Abfragen von Materialbuchungen über den ABAP List Viewer.

Der bei Conti Temic eingeführte ÖkoSchlüssel wird innerhalb der Klassifikation der Materialstammdaten und im SAP R/3-Modul EH&S (Environment, Health and Safety) abgelegt und verwaltet. Anhand der Ergänzung in den Materialstammdaten werden die Materialien im Wesentlichen nach ihrer physikalischen Zusammensetzung (z.B. Stahl und Eisenwerkstoffe, Dickschichtpasten, Reinigungsmittel etc.) gegliedert. Für Abfragen zu Umwelteigenschaften und Gefährdungspotenziale der eingesetzten Materialien wird auf die in SAP EH&S gespeicherten Informationen zugegriffen.

Die vorgenommenen Anpassungen des ERP-Systems SAP R/3 bei der Firma Continental Teves unterstützen das Umweltmanagement bei der Erstellung von Standardinformationen wie Mengenverbräuche von Gefahrstoffen oder der betrieblichen Umweltbilanz. Außerdem ermöglichen die neuen Abfragen gezielte Analysen einzelner Mengenentwicklungen beispielsweise bezüglich lösemittelhaltiger Klebstoffe oder Edelmetalllegierungen. Damit lassen sich der Ökoschlüssel und die darauf basierenden Abfragen nicht nur

für das Umweltmanagement, sondern auch für strategische Fragen in der Produktentwicklung nutzen. Nach der in Planung befindlichen Einführung des Schlüssels an allen Konzernstandorten sind die Abfragen und Analysen unternehmensweit möglich und können dann zentral verwaltet und analysiert werden.

### Praxisbeispiel: ERP-integriertes Umweltkennzahlensystem

Ziel der Arbeiten bei SCHOTT Glas war die Konzipierung eines Umwelt- und Arbeitssicherheitskennzahlensystem und dessen informationstechnische Implementierung in das SAP R/3-System bei SCHOTT Glas. Das Kennzahlensystem umfasst Kennzahlen zur Arbeitssicherheit, Emission, Energie- und Medienverbrauch mit Abwasser, Abfall, Recycling sowie Betriebskosten und Investitionen mit Kostenstellen- und Monatsbezug.

Mit der Integration des Kennzahlensystems in das SAP R/3-System werden einerseits vorhandene Daten in SAP R/3 genutzt, gleichzeitig wird das SAP-System selbst um „Umwelt-Funktionalitäten“ erweitert. Damit wird die Erfüllung und Überwachung des betrieblichen Umweltschutzes bei SCHOTT Glas gewährleistet und das Integrierte Managementsystem Sicherheit und Umweltschutz (IMSU) bei seinen Aufgaben unterstützt.

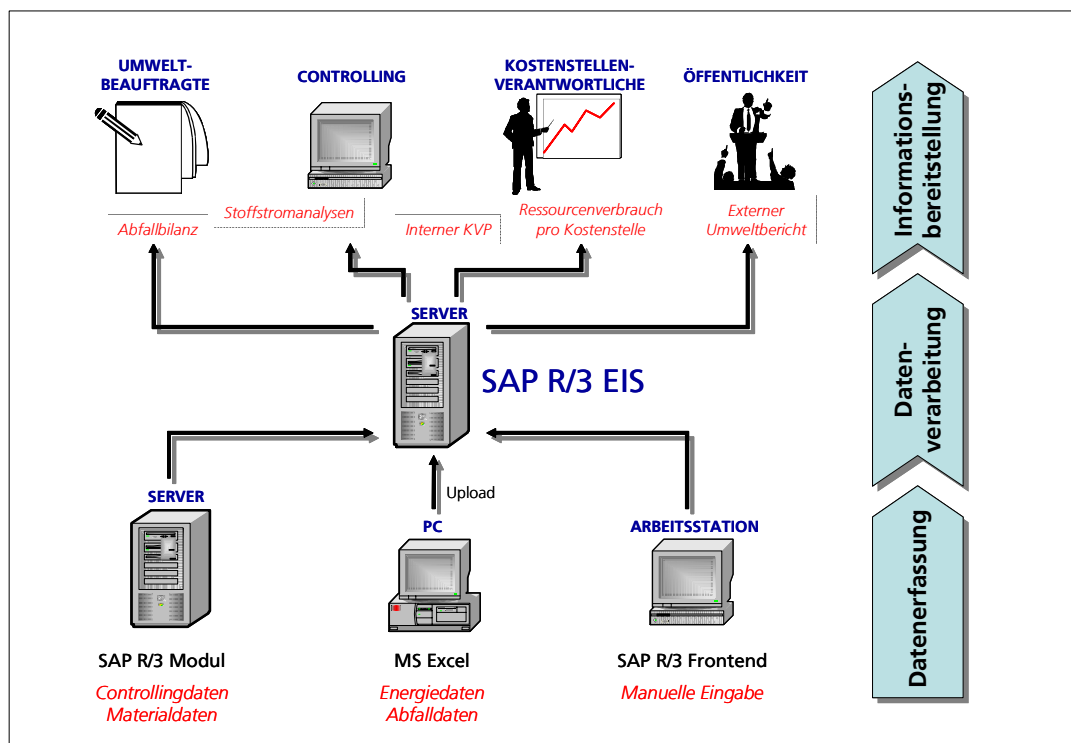


Abbildung 2: Datenquellen und Informationsbereitstellung für Umweltkennzahlen in SAP R/3

Der Ansatz der Integration besteht aus der Datenerfassung aus unterschiedlichen IT-Systemen, und aus der Datenhaltung mit notwendigen Berechnungen sowie der Ansicht der Kennzahlen im SAP R/3-System. Hierfür wurde eine Datenstruktur im SAP R/3-Modul EIS (Executive Information System) definiert, welche eine flexible Datenhaltung ermöglicht und erweiterbar ist. Es können sowohl Ist- als auch Solldaten abgelegt werden. Die vorhandene Kostenstellenstruktur bei SCHOTT Glas wird verwendet, um Kennzahlen verursacherbezogenen Kostenstellen zuordnen zu können. Für eine Kennzahl können sowohl mengen- als auch Kostenwerte mit Bezug zu einem Monat angezeigt werden.

Die Daten werden, neben den im SAP R/3-System bereits vorhandenen Daten, aus den unterschiedlichen IT-Vorsystemen mittels Schnittstellen eingelesen – im Wesentlichen sind das Daten aus Officesystemen, dem SAP R/3-Modul HR (Human Resource) sowie manueller Dateneingabe – und in der Datenbank abgelegt. Spezifische Algorithmen berechnen absolute und relative, auf die Produktion bezogene Kennzahlen, und aggregieren über einen Zeitbezug oder über Organisationseinheiten bei SCHOTT Glas.

In einem eigenen Rollenkonzept, welches auf dem SAP-Berechtigungskonzept basiert, werden die Kennzahlen nach verschiedenen Zielgruppen gegliedert und im SAP R/3-System bedarfsgerechte tabellarisch und grafisch angezeigt.

### **Exkurs: ERP-basierte Flusskostenrechnung vom imu-Augsburg**

Die wesentlichen wissenschaftlichen Arbeiten zur Integration der Flusskostenrechnung in ERP-Systeme wurden am imu augsburg in verschiedenen Projekten geleistet (siehe dazu z. B. Strobel 2003 und die Website des Projekts eco-effizienz unter <http://www.eco-effizienz.de>). Die ERP-basierte Flusskostenrechnung basiert auf der Verbesserung der Datenbasis im ERP-System sowie ihrer Analyse im Rahmen einer Flusskostenrechnung. Für einfachere Problemstellung kann diese im ERP-System, bei komplexeren Sachverhalten extern in einer gesonderten Datenbank durchgeführt werden.

So ergeben sich oft Optimierungspotenziale durch die Verbesserung der Stammdaten- und Bewegungsdatenqualität (Stammdaten für alle Artikel, Materialbewegungen, Daten für Materialbestände, Netto-Stücklisten für alle Zwischen- und Endprodukte). Es werden Buchungsfehler ermittelt und ein Materialflussmodell erzeugt, dass der Buchungsstruktur zugeordnet werden kann. So werden Verlustpositionen identifiziert, aus denen schließlich Handlungsschwerpunkte für Optimierungsmaßnahmen abgeleitet werden können.

Die ERP-basierte Flusskostenrechnung stellt ein recht aufwändiges Verfahren dar, dessen Implementierung einen relativ hohen Aufwand darstellt im Vergleich zu den in dem Forschungsprojekt INTUS entwickelten Lösungen

für die ERP-integrierte Bereitstellung der Instrumente Umweltkennzahlen und betriebliche Umweltbilanz.

### 4.3 Fazit zu ERP-integrierten Lösungen

Das ERP-System unterstützt das Umweltcontrolling als Datenlieferant für umweltrelevante Informationen. Ferner kann das bestehende ERP-System um weitere, an den Anforderungen des Umweltcontrolling orientierten BUIS-Funktionalitäten erweitert werden. Zur Nutzung für die Instrumente Umweltkennzahl und Umweltbetriebsbilanz müssen die ERP-Systeme jedoch für Umweltbelange hinsichtlich Informationsgehalt als auch Informationsbereitstellung angepasst oder vorhandene Funktionalitäten erweitert werden.

Die Materialstammdaten im ERP-System können um einen numerischen „Ökoschlüssel“ erweitert werden, um die im ERP-System erfassten Materialbewegungen (Input) auch nach Umweltgesichtspunkten in einem Ökokontenrahmen auszuwerten und in einer betrieblichen Input- und Outputbilanz entsprechend darzustellen. Die ERP-Integration der Umweltbilanz ist dabei in besonderem Maße von der Datenqualität und dem Umfang der Materialflussdaten abhängig, wie sie im ERP-System gepflegt werden. Zusätzlich können im ERP-System neue Funktionalitäten implementiert werden, um bspw. Umweltkennzahlen kostenstellenbezogen darzustellen.

Die folgenden Aspekte zeigen die möglichen Nutzeneffekte einer ERP-integrierten Bereitstellung der Umweltcontrolling-Instrumente:

- Es wurden Funktionalitäten von ERP-Systemen genutzt, die heutzutage in den meisten Systemen verfügbar sind. Die informationstechnische Implementierung eines Umweltkennzahlensystems oder einer betrieblichen Umweltbilanz sind also grundsätzlich mit den meisten ERP-Systemen umsetzbar, ohne aufwändige Programmierarbeiten durchzuführen. Für die Implementierung eines Umweltkennzahlensystems mit dazugehörigen Auswertungsmöglichkeiten eignen sich besonders vorhandene Kennzahlenfunktionalitäten oder Module aus dem Bereich Business Intelligence oder Business Warehouse.
- Ein wesentlicher Vorteil dieses Vorgehens ist die Definition oder Verwendung bestehender Rollenkonzepte, die den Zugriff und die nutzerspezifische Ansicht der Informationen erlaubt und damit die Akzeptanz des Systems bei Anwendern erhöht.
- Die gewonnene Vertrautheit im Umgang und der Anwendung mit dem ERP-System kann zu einer größeren Akzeptanz und Nutzbarkeit der Um-

weltcontrolling-Funktionalitäten durch die Mitarbeiter im Unternehmen führen.

- Die Auswertungen stehen bei Bedarf für unterschiedlichste Geschäftsprozesse und Unternehmensbereiche in einem System zur Verfügung und erleichtern damit wesentlich den direkten Informationszugang. Die Client-Server-Architektur des ERP-Systems erlaubt die zentrale Datenverwaltung – angesiedelt bspw. im Umweltcontrolling – und eine dezentrale, anwenderspezifische Sicht auf die Informationen.
- Mit der ERP-integrierten Anwendung kann eine redundante Datenhaltung, bspw. für die Kostenstellenstruktur oder die Materialbuchungen, vermieden werden. Von Vorteil ist in diesem Zusammenhang, wenn das ERP-System im Unternehmen bereits für Teilaufgaben des operativen Umweltmanagement eingesetzt wird. Damit können bereits Umweltinformationen bspw. über Abfälle oder Gefahrstoffe im System gepflegt sein.
- Abhängig von der Auswahl des Instruments und der Datenqualität im ERP-System kann mitunter auf spezifische Schnittstellen zu anderen Softwaresystemen verzichtet werden.
- Routinetätigkeiten für das ERP-System wie Wartung und Pflege können für die neuen Funktionalitäten mit übernommen werden.

Der einmalige Aufwand für eine Anpassung des ERP-Systems ist vertretbar und bewirkt zukünftig eine aufwandsarme, kontinuierliche Anwendung der Instrumente. Nicht zu unterschätzen ist der benötigte Aufwand für die Strukturierung umweltrelevanter Daten aus den verschiedenen Softwaresystemen in ein einheitliches fachliches und technisches Format sowie die Anpassung von DV-Vorsystemen, um den Datentransfer in das ERP-System zu ermöglichen. Der Aufwand hierfür ist oftmals vergleichbar mit den für die Funktionalitätserweiterung benötigten Personalressourcen im ERP-System.

Eine ERP-integrierte Umweltbetriebsbilanz oder ein Umweltkennzahlensystem können den Aufwand zur Erstellung interner und externer Berichte reduzieren. Um Umweltcontrolling-Funktionalitäten erweiterte ERP-Systeme sollen vor allem dann eingesetzt werden, wenn regelmäßig Auswertungen mit Umweltcontrolling-Instrumenten durchgeführt werden müssen und wenn der Detaillierungsgrad der benötigten Informationen sich auf das Unternehmen, einzelne Werke oder einzelne Kostenstellen bezieht. Die heutzutage verfügbaren Funktionalitäten von ERP-System reichen in der Regel aus, um ein Umweltkennzahlensystem oder eine betriebliche Umweltbilanz informationstechnisch mit relativ geringem Aufwand zu implementieren. Allerdings muss zum Teil erhebliche Arbeit zur Strukturierung der Daten geleistet werden.

## 5 Umweltcontrolling-Intranet und Office-Softwaresysteme

Kleinere und mittlere Unternehmen verfügen normalerweise über kein ERP-System, wie es in großen Unternehmen zum Einsatz kommt und auch das Umweltcontrolling in seinen Aufgaben unterstützen kann. Sie nutzen aber oftmals eine Netzwerk-basierte IT-Struktur unter Nutzung eines Intranets, um Informationen und Dateien bereitzustellen (Spath u. Wilhelm 2003). Weiter ist auch der Einsatz von Microsoft Office-Tools weit verbreitete Praxis – sowohl in der Produktion, wo Datenformate aus Office Anwendungen das Bild prägen, als auch beim Einsatz von Software für das Umweltcontrolling.<sup>10</sup>

In diesem Kapitel wird der Einsatz der Intranet-Technologie im betrieblichen Umweltschutz anhand eines im Forschungsprojekt INTUS entwickelten und prototypisch implementierten Konzepts für ein Umweltcontrolling-Intranet aufgezeigt.

### 5.1 Anwendung von Intranet und Office-Softwaresysteme

Ein Intranet ist ein privates Datennetz, in dem die Technologien des öffentlichen Internets zum Einsatz kommen (vgl. Kyas 1997). Es beruht auf dem Transportprotokoll TCP/IP, auf dessen Basis unterschiedliche Anwendungsprogramme für den Email-Versand, Dateitransfer oder das Ansehen von Internetseiten u.a. realisiert sind. Intranets nutzen diese Transportfunktionalitäten und Darstellungsformate des Internets zur Datenkommunikation innerhalb des Unternehmens. Intranetserver können u.a. benutzt werden für das Dokumentenmanagement, Groupware-Anwendungen, sowie für Zugriffe auf Datenbanken und andere unternehmensspezifische Anwendungen.

Die meisten wichtigen Softwareproduzenten haben Schnittstellen zum Übertragen von Daten in Intranetdatenformate geschaffen. Dadurch ist eine wichtige Voraussetzung zur Integration verschiedener Softwareanwendungen im Unternehmen geschaffen worden, und Kommunikationsbarrieren können mit Hilfe von Intranets abgebaut werden (vgl. Kyas 1997). Intranets sind gemäß des Client/Server-Prinzips aufgebaut: Die Informationsquellen stehen auf einem Webserver zur Verfügung und können unternehmensweit durch WWW-Clients, so genannte Browser, abgerufen werden.

Zur informationstechnischen Unterstützung des Umweltmanagements wird im Unternehmen häufig auf einfache Lösungen unter der Verwendung von

<sup>10</sup> Dies zeigte auch die Umfrage: „Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) im Umweltcontrolling – Umfrage zur Nutzung von Instrumenten des Umweltcontrollings und deren informationstechnischen Unterstützung“ (Beucker et al 2002), die als Zwischenbericht aus dem Forschungsprojekt INTUS veröffentlicht wurde (siehe im Internet unter <http://www.bum.iao.fhg.de/intus/>), sowie eine Unternehmensbefragung von Spath und Wilhelm 2003

Office-Anwendungen zurückgegriffen (Beucker et al. 2002), eingesetzt als Insellösung auf einem lokalen Arbeitsplatzrechner. Microsoft Office-Produkte wie Excel oder Access werden oftmals für den speziellen Anwendungsfall durch Makros und Visual Basic for Application (VBA) angepasst und erweitert. Sie kommen üblicherweise zur Datenverarbeitung und Analyse, beispielsweise im Abfallmanagement, bei der Verwaltung eines Gefahrstoffkatalogs oder der Kennzahlbildung und -auswertung zum Einsatz.

Mit der Anwendung solcher Office-Produkte als Einzelplatzlösung sind die dort aufbereiteten Informationen nur für die Benutzer selbst direkt zugänglich. Zur Verbreitung im Unternehmen müssen sie erst aufbereitet und weitergegeben werden, was zu einem erheblichen Mehraufwand führen kann. Aber auch die Datenerfassung geschieht händisch und ist mit großem Aufwand verbunden, gepaart mit einer gewissen Fehleranfälligkeit. Dabei werden erfahrungsgemäß Umweltinformationen in Unternehmensorganisationen zum größten Teil von Fachleuten, so genannten Umweltexperten generiert und ausgewertet, mit Unterstützung von Expertensystemen (Beucker et al. 2002). Eine Weitergabe der generierten Informationen an Entscheidungsträger ist i. d. R. nur darüber möglich, dass in regelmäßigen Abständen Berichte erstellt und präsentiert werden.

## **5.2 Konzept einer Intranetlösung für das Umweltcontrolling**

Im Rahmen des Forschungsprojekts INTUS wurde ein Konzept für ein Umweltcontrolling-Intranet<sup>11</sup> entwickelt und prototypisch umgesetzt, welches die informationstechnische Infrastruktur eines Intranets zu nutzen und zum Ziel hat, Umweltinformationen aus verschiedenen Anwendungen zusammen zu führen und für verschiedene Zielgruppen in KMU einfach verfügbar zu machen. Dabei wird in eine Sach-, Bewertungs- und eine Darstellungsebene getrennt. Abbildung 3 zeigt die wesentlichen Aspekte der Umweltcontrolling-Intranet Lösung.

<sup>11</sup> siehe dazu <http://www.bum.iao.fhg.de/intus/intranet/>



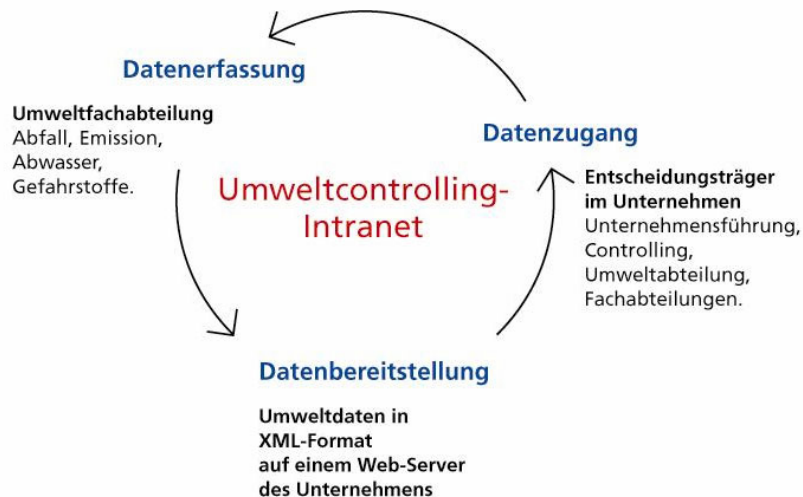


Abbildung 4: Konzept des Umweltcontrolling-Intranet

Die Gliederung der Informationen anhand einer Sach-, Bewertungs- und einer Darstellungsebene führt im Umweltcontrolling-Intranet zur Definition und Gestaltung unterschiedlicher Layer:

- **Expertenlayer**  
Integration von Umweltinformationen von Umweltexperten in eine allgemein verfügbare Informationsschicht, die flexible Erweiterung von Daten wird dabei berücksichtigt,

- **XML-Layer**  
Einbettung in das Umfeld der betrieblichen Anwendungssysteme durch Ablage und Bereitstellung aktueller Umweltinformationen im Intranet.

Die Ablage der den Informationen zugrunde liegenden Daten in XML-Format erlaubt eine Trennung der Information in Inhalt, Struktur und Layout (Spath und Wilhelm 2003).

- **Portal-Layer**  
Individueller Zugang für Entscheidungsträger im Unternehmen in Fach- und Instrumentensichten durch ein integriertes Rollenkonzept

In Abbildung 5 wird die Architektur der Umweltcontrolling-Intranet Lösung mit den drei Layer dargestellt. Die einzelnen Layer werden im Folgenden genauer erläutert.

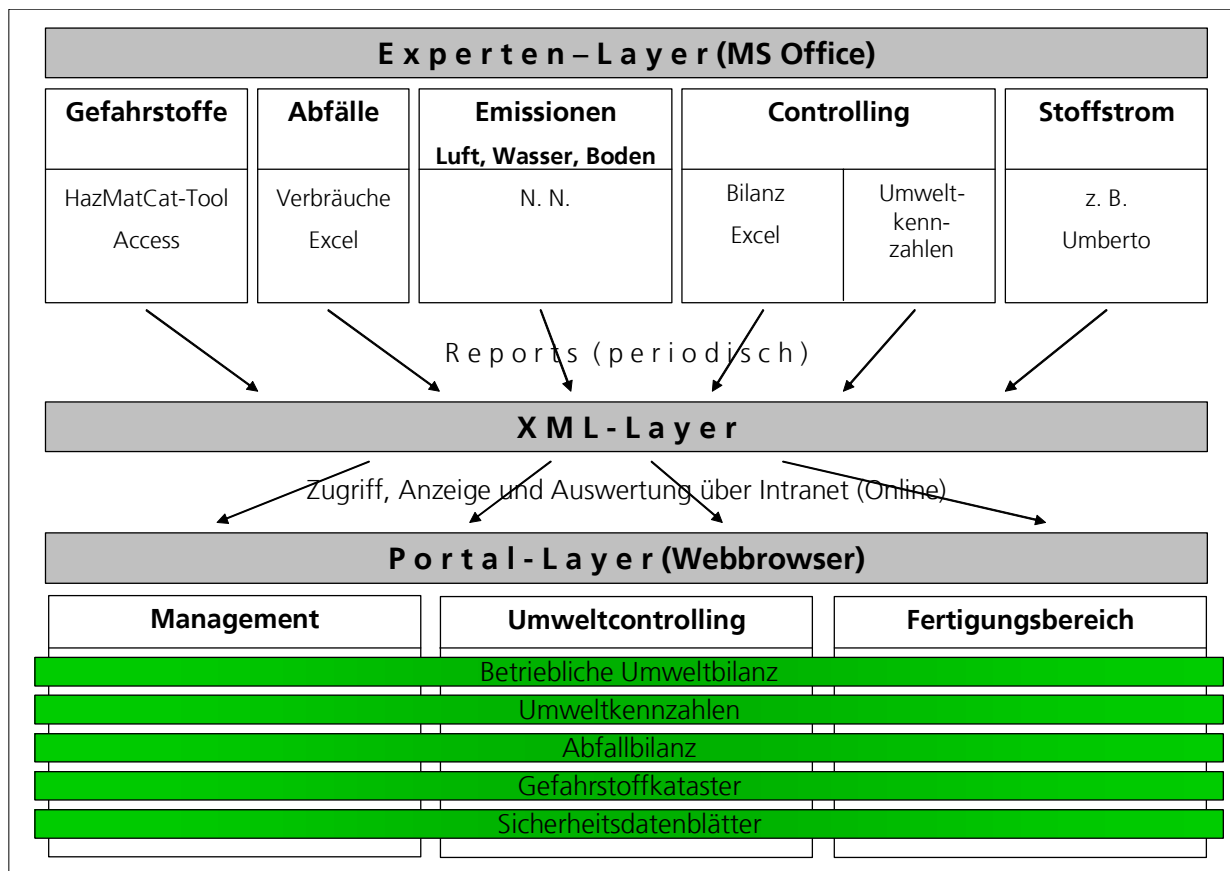


Abbildung 5: Überblick über die Architektur des Umweltcontrolling-Intranet

Die Intranet-Lösung stellt eine technisch einfache Lösung dar und greift auf anerkannte und weit verbreitete Microsoft Office-Anwendungen und Web-Browser-Technologie zurück. Über einen Browser wie Internet Explorer oder Netscape, der jedem Mitarbeiter zur Verfügung steht, können die Informationen eingesehen werden. Der methodische Ansatz dieser Intranet-Anwendung zur Datenberechnung und -bereitstellung beruht auf der Trennung von Daten im XML-Format und deren Berechnung einerseits und Darstellung als Information durch so genannte StyleSheets andererseits. Mit diesem Vorgehen können Daten als XML-Dateien für unterschiedliche Zwecke und Adressaten differenziert berechnet und angezeigt werden.

Dieses Konzept wurde prototypisch auf einem Demonstrationsrechner im BUISLab<sup>®12</sup> des Fraunhofer IAO und des IAT, Universität Stuttgart, imple-

<sup>12</sup> BUISLab<sup>®</sup> – Demonstrationszentrum für Betriebliche Umweltinformationssysteme in Produktion und

mentiert. Es dient zur Beurteilung der Machbarkeit und der Leistungsfähigkeit von Intranetlösungen für das Umweltmanagement und soll so die Diskussion und weitere Entwicklungsschritte anregen.

### 5.2.1 Experten-Layer: Integration von Umweltinformationen

Im Rahmen des entwickelten Konzepts für ein Umweltcontrolling-Intranet wurden Officeanwendungen an die Anforderungen als Expertensystem für die wichtigsten Einsatzbereiche prototypisch angepasst, in das Umweltcontrolling-Intranet integriert und erprobt:

#### **Gefahrstofftool**

Mit dem Tool Gefahrstofftool „HazMatCat“ können Gefahrstoffdaten und Gefahrstoffflüsse verwaltet und ausgewertet werden, Gefahrstoff- und VOC-Bilanzen erstellt und Sicherheitsdatenblätter verwaltet werden. Dieses Tool wurde mit der Programmiersprache Visual Basic for Applications in einer Microsoft Access-Umgebung entwickelt und verwaltet seine Daten mit Hilfe einer frei verfügbaren Microsoft SQL-Datenbank. Abbildung 6 zeigt die Ansicht auf die erfassten Gefahrstoffverbräuche.

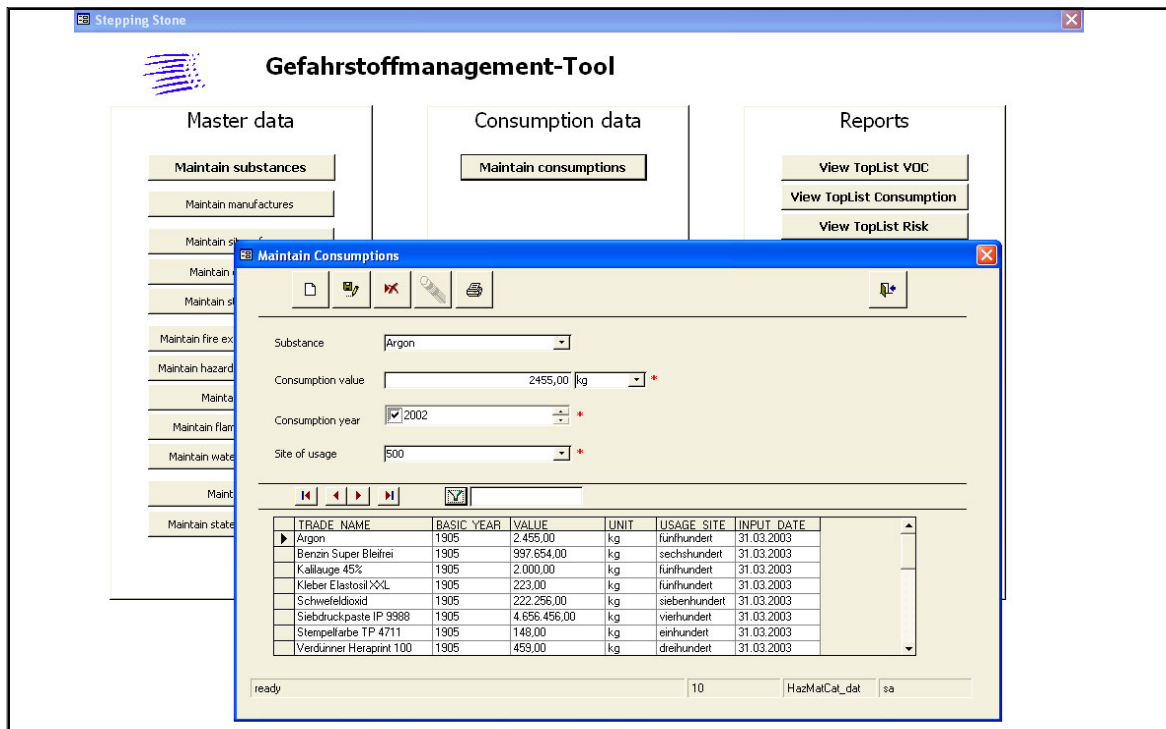


Abbildung 6: Erfassung der Gefahrstoffverbräuche mit dem Gefahrstoff-Tool „HazMatCat“

### Abfalltool

Ein einfaches Abfall-Tool zur Verwaltung von Abfällen im Unternehmen wurde als Microsoft-Excel-Datei mit Hilfe von Visual Basic for Applications entwickelt. Es greift auf allgemein verfügbare Excel-Funktionalitäten zurück.

### Betriebsbilanzierungstool

Auf derselben Grundlage wie das Abfalltool wurde ein Betriebsbilanz-Tool entwickelt zur Ablage einer betrieblichen Umweltbetriebsbilanz in einer standardisierten Form mit Hilfe eines Ökokontenrahmens. Dies dient dem Controlling zur einfachen Ablage von Input und Output an Stoff- und Energieströmen bilanziert für einen Werksstandort.

Für jedes der drei definierten Expertensysteme wurde eine generische XML-Schnittstelle entwickelt, die eine Integration der wichtigsten Daten aus dem Bereich der Umweltexperten in einen so genannten XML-Layer ermöglicht.

## 5.2.2 XML-Layer: Datenablage und Datenbereitstellung von Umweltinformationen

Im XML-Layer werden alle Umweltinformationen bereitgehalten, die im Intranet angezeigt werden sollen. Quelle für die XML-Daten sind einzelne Expertensysteme. Jedes XML-File enthält umweltrelevante Daten in einem der Anwendungsbereiche (siehe eine beispielhafte Darstellung in Abbildung 7). Die Datenhaltung in XML ermöglicht dabei eine hohe Flexibilität bei der Integration der Daten im Intranet, da XML-Daten von allen gängigen Internet Browsern (wie z. B. dem Microsoft Internet Explorer) lesbar sind.

```
<?xml version="1.0" ?>
- <SafetyDataSheets>
+ <CostCenters>
+ <Manufacturers>
+ <WGKS>
+ <VBFs>
+ <UsageSites>
+ <Units>
+ <StorageCodes>
- <RSätze>
  <RSatz id="1">R1</RSatz>
  <RSatz id="2">R2</RSatz>
</RSätze>
- <States>
  <State id="1">flüssig</State>
  <State id="2">gasförmig</State>
  <State id="4">pastös</State>
  <State id="5">gefroren</State>
</States>
+ <HazardDesignations>
+ <FireExtAgents>
- <Substances>
  - <Substance id="1">
    <UsageSiteRef>1</UsageSiteRef>
    <UnitRef>2</UnitRef>
    <CostCenterRef>299</CostCenterRef>
    <StorageCodeRef>50</StorageCodeRef>
    <StateRef>1</StateRef>
    <VBFRef>2</VBFRef>
    <WGKRef>2</WGKRef>
    <ManufacturerRef>31</ManufacturerRef>
  - <SubstanceHazardDesignationRefs>
    <SubstanceHazardDesignationRef>13</SubstanceHazardDesignationRef>
  </SubstanceHazardDesignationRefs>
  <Tradename>WD-40 Aerosol</Tradename>
  <Solvent>0.7</Solvent>
  <VOC>Wahr</VOC>
  <SafetyDataSheetDate>01.01.1989</SafetyDataSheetDate>
  <ReleaseDate>01.01.1989</ReleaseDate>
  <CheckDate>01.01.2001</CheckDate>
  <Wirkpotential>4</Wirkpotential>
  <Freisetzungspotential>2</Freisetzungspotential>
  <PotRelRisiko>8</PotRelRisiko>
  <RelGesundRisiko>32</RelGesundRisiko>
  <MaterialMasterFileID>123456789</MaterialMasterFileID>
  <Consumption Year="2001" Unit="kg">99999</Consumption>
  <Note />
</Substance>
```

Abbildung 7: Ablage von Gefahrstoffdaten im XML-Datenformat

Durch die Trennung der Daten und ihrer Anzeige können auf Basis der gleichen XML-Datei unterschiedliche Sichten generiert werden. Darüber hinaus können auf der Grundlage der XML-Daten eigenständige Auswertungen aus dem Intranet in anderen Software-Anwendungen ausgeführt werden, da XML ein gängiges Datenformat darstellt. Für klein- und mittelständische Unternehmen stellt diese Lösung der Datenablage eine einfach umzusetzende Lösung dar. Wird jedoch der Datenumfang größer, so sollte auf eine Datenbank als Implementierung für den XML-Layer zurückgegriffen werden. Damit können dann auch Daten automatisch archiviert und gesichert werden.

Im Rahmen von INTUS wurde eine Struktur für die Datenhaltung folgender Daten entwickelt:

- Gefahrstoffdaten,
- Abfalldaten
- Daten der betrieblichen Umweltbilanz

### 5.2.3 Portal-Layer: Individueller Zugang für Umweltinformationen

Über so genannte Portale im Umweltcontrolling-Intranet erhalten Entscheidungsträger aus der Unternehmensorganisation einen individuellen Zugang zu den für sie relevanten Umweltinformationen. Die einzelnen Portale sind thematisch an Aufgaben und Instrumenten und den sich daraus ergebenden Informationsbedürfnissen des Umweltcontrolling ausgerichtet. Für diese unterschiedlichen Sichten innerhalb des Umweltcontrolling-Intranets ist ein Rollenkonzept hinterlegt, welches die Ansicht der Entscheidungsträger im Unternehmen festlegt.

Der Einfachheit halber wird in dem Umweltcontrolling-Intranet die folgenden drei Rollen unterschieden: Unternehmensführung, Umweltcontrolling und Fertigungsbereich (siehe Tabelle 2).

**Tabelle 2: Die verschiedenen Rollen und ihre grafische Darstellung**

Rolle	Art der Information
<b>Management</b>	Aggregierte Informationen, hoher Visualisierungsgrad
<b>Umweltcontrolling</b>	Auswahl von Auswertungsfunktionen, Vergleich von Informationen, Zeitreihenauswertungen
<b>Fertigungsbereich</b>	Bereichsbezogene Umweltinformationen, zeitnah

#### **Unternehmensführung**

Für die Unternehmensführung werden aktuelle Umweltinformationen auf einer hohen Aggregationsstufe präsentiert. Der Betrachtungsraum ist ein Standort oder eine Organisationseinheit in seiner Gesamtheit. Die Informationen werden mit einem hohen Grad an Visualisierung angezeigt, damit Zusammenhänge und entscheidungsrelevante Fakten schnell und effektiv erfasst werden können.

## **Umweltcontrolling**

Dem Entscheidungsträger aus dem Umweltcontrolling wird ein flexibler und umfassender Überblick über Ursachen-Wirkungszusammenhänge im Unternehmen angezeigt. Dazu werden Informationen selektiv für einzelne Verursacher und auch für zusammenhängende Organisationsbereiche dargestellt. Die Datenansicht ist in ihrem Zeitbezug variabel, um auch Zeitreihenvergleiche zu ermöglichen.

In klein- und mittelständischen Unternehmen wird diese Rolle zumeist vom Umweltbeauftragten oder vom Umwelt- und Qualitätsmanagementbeauftragten wahrgenommen.

## **Fertigungsbereich/Kostenstellen**

Auf Entscheidungsebene eines Fertigungsbereichs werden detaillierte Informationen über Prozesse oder in kleinen Organisationseinheiten dargestellt. Der Zeitbezug der Daten ist eher kurzfristig.

### **5.3 Fazit zum Einsatz eines Umweltcontrolling-Intranets**

Mit Hilfe des entwickelten Konzepts für ein Umweltcontrolling-Intranet können Umweltinformationen aus verschiedenen administrativen Anwendungsgebieten des betrieblichen Umweltschutzes, die in Form verschiedener Daten von den zuständigen Personen (Umweltexperten) im Unternehmen verwaltet werden, unterschiedlichen Nutzern innerhalb des Unternehmens zugänglich gemacht werden. Die Umweltcontrolling-Intranet Lösung greift damit sowohl die Frage der Datenbereitstellung als auch der Datenverarbeitung im Sinne der Bereitstellung von Auswertungs- und Berechnungsfunktionalitäten auf.

Das Konzept des Umweltcontrolling-Intranets wurde prototypisch für die Anwender aus den Bereichen Management, Umweltcontrolling und Fertigungsbereich im BUISLab<sup>®</sup> des Fraunhofer IAO umgesetzt. Für die Seite der Datenbereitstellung wurden einzelne Tools zum Gefahrenstoffmanagement, Abfallmanagement und zu betrieblichen Umweltbilanzen entwickelt und an die Intranetlösung angebunden. Die Lösung eignet sich gut für eine unternehmensweite Integration von ausgewählten Umweltinformationen und bietet folgende Vorteile für ein Umweltcontrolling:

- Integrierte Ablage und Verwaltung von Umweltinformationen zusammen mit betriebswirtschaftlichen Informationen. Dabei bietet die Verwendung von XML alle Möglichkeiten einer flexiblen und standardisierten Datenbereitstellung bzw. -verwendung auch für andere Zwecke.

- Zum Einsatz kommen einfache informationstechnische Mittel wie das Intranet und Microsoft Office-Produkte, die auch in den meisten kleineren Unternehmen vorliegen und deren Bedienung meistens bereits vertraut ist. Die Basis-Technologie ist weithin bekannt und die Intranet-Lösung kann ständig selbst weiterentwickelt und angepasst werden.
- Effiziente und zielgruppenorientierte Kommunikation und unternehmensweite Verbreitung von Umweltinformationen durch Netzwerktechnologie.
- Anwenderspezifische Aufbereitung von Umweltinformationen – z.B. durch an den Benutzer angepasste Kennzahlen oder durch Visualisierung. Dabei werden Daten entsprechend der implementierten Berechnungsalgorithmen zusammengestellt.

Der Vorteil der hier vorgestellten Umweltcontrolling-Intranet Lösung liegt im Vergleich zu einer ERP-integrierten Lösung in dem geringeren Implementierungsaufwand. Das Datenmanagement kann individuell an die bestehenden Erfordernisse angepasst werden unter Verwendung von Intranet und Microsoft Office-Produkte, die auch in den meisten kleineren Unternehmen vorliegen und eine schnelle und kostengünstige technische Realisierung ermöglichen. Allerdings müssen auch hier, wie bspw. bei der Integration von Umweltkennzahlen in ein ERP-System, die Daten in den IT-Vorsystemen entsprechend angepasst oder erweitert werden – mit einem einmaligen Aufwand, der eine zukünftige, aufwandsarme und sichere Datenbereitstellung garantiert.

Eine Umweltcontrolling-Intranet Lösung bietet hinsichtlich der dezentralen, anwenderspezifischen Datenbereitstellung, und der Berechnungsalgorithmen für die Umweltkennzahlen eine ähnliche Funktionalität wie ein ERP-System. Allerdings bedarf es eines oder mehrerer Vorsysteme, die die Datenbasis liefern und die Daten in dem XML-Format bereitstellen – das Intranet selbst stellt nur das Medium dar, um die Informationen verteilen zu können.

Eine solche Intranet-Lösung ist unter den folgenden Gesichtspunkten eine mögliche Alternative für das Unternehmen – unter der Maßgabe, dass der Einsatz der Umweltcontrolling Instrumente durch ein Informationssystem unterstützt werden soll:

- Es ist kein ERP-System vorhanden – was für viele KMU zutrifft. Damit kann die Intranet Lösung die Datenberechnung und -bereitstellung übernehmen.
- Es ist ein ERP-System vorhanden, allerdings werden die für die Belange des Umweltcontrolling relevanten Daten (bspw. Energieverbräuche, Einsatz von Gefahrstoffen, Abfall- und Recyclingmengen) nicht oder kaum im ERP-System geführt, jedoch in anderen IT-Systemen, so dass auf ei-



ne verhältnismäßig aufwändige ERP-Integration zugunsten einer Intranet Lösung verzichtet wird.

- Das Intranet nimmt bereits eine zentrale Rolle in der Kommunikation und Information im Unternehmen ein und enthält bspw. bereits ein integriertes Content Management System oder Dokumentenmanagementsystem. Zudem wird das ERP-System hauptsächlich im Bereich der Produktion eingesetzt und seine Anwender beschränken sich hauptsächlich auf das Controlling und die Produktionsplanung.

Mit einem Umweltcontrolling-Intranet können also dezentral vorliegende Daten zu Stoff- und Energieverbräuche in einer einheitlichen Oberfläche über einen Internetbrowser nutzerspezifisch angezeigt werden. Es stellt eine einfache Verbreitungsmöglichkeit von Umweltinformationen dar und kann in ein vorhandenes Firmenintranet integriert werden. Es eignet sich vor allem für kleinere Firmen oder Firmen, bei denen die Integration von Umweltinformationen ins ERP-System zu aufwändig oder nicht durchführbar ist.

## 6 Zusammenfassende Bewertung

In diesem Kapitel werden die verschiedenen Möglichkeiten der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling anhand ausgewählter Anforderungen bewertet. Gleichzeitig wird das Aufwand-Nutzen-Verhältnis für den Einsatz der verschiedenen Informationssysteme für die Unterstützung der Umweltcontrolling-Instrumente beschrieben.

In dem Arbeitspapier „Die Einführung von Instrumenten des betrieblichen Umweltcontrolling mit Unterstützung von betrieblichen Informationssystemen“ (Lang et al. 2004) wird detailliert das Vorgehen bei der Einführung IT-integrierter Umweltcontrolling-Instrumente beschrieben.

Die Untersuchungen und Bewertungen im Forschungsprojekt INTUS zeigen, dass prinzipiell – aus technischer Sicht – viele verschiedene Informationssysteme die Instrumente des Umweltcontrolling in der Anwendung unterstützen können. Allerdings zeigen die Umsetzungserfahrungen auch, dass sich das Aufwand-Nutzenverhältnis der Implementierung einer IT-Lösung – also der Aufwand für notwendige Anpassungen oder Erweiterung der Software und der daraus erzielte dauerhafte Nutzen – unterschiedlich verhält. Jedoch kann aus den Erfahrungen im Forschungsprojektes INTUS eine generelle Aussage über die Eignung des Informationssystems getroffen werden (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4) unter Berücksichtigung der sowohl im Softwaresystem bereitgestellten Funktionalitäten, als auch unter dem Aspekt als Datenlieferant.

### 6.1 Instrumentensicht

Zur informationstechnischen Unterstützung einer betrieblichen Umweltbilanz lässt sich feststellen, dass für eine einmalige Durchführung v. a. eine Tabellenkalkulationssoftware geeignet ist. Für eine wiederholende Erstellung einer betrieblichen Umweltbilanz (z. B. im Quartalsrhythmus) sind v. a. ERP-Systeme geeignet und bei geringerer Komplexität der Bilanz – insbesondere in KMU – auch ein Umweltcontrolling-Intranet. Stoffstromorientierte BUIS sind für dieses einfache Umweltcontrolling-Instrument auch gut geeignet, aber mitunter funktionell überdimensioniert, da sie primär für komplexere Anwendungen ausgelegt sind.

Bei der einmaligen Erstellung von Umweltkennzahlen sind besonders Tabellenkalkulationssoftware und stoffstromorientierte BUIS als die am besten geeignete informationstechnische Unterstützung zu nennen. Für die kontinuierliche Berechnung von Umweltkennzahlen eignen sich am besten ERP-Systeme und bei geringerer Komplexität des Umweltkennzahlensystems (v.a. in KMU) ein Umweltcontrolling-Intranet. Aber auch Tabellenkalkulationssoftware und stoffstromorientierte BUIS sind mit vertretbarem Aufwand einsetzbar. Durch eine automatisierte Datenversorgung des BUIS durch eine

Kopplung mit einem ERP-System kann die Eignung des BUIS zur kontinuierlichen Umweltkennzahlenberechnung noch verbessert werden.

Zur informationstechnischen Unterstützung einer Flusskostenanalyse eignen sich insbesondere Tabellenkalkulationssoftware und stoffstromorientierte BUIS. Eine kontinuierliche Flusskostenrechnung kann bei geringer Komplexität mit Tabellenkalkulationssoftware gut durchgeführt werden, ansonsten auch mit stoffstromorientierten BUIS. Durch eine automatisierte Datenversorgung eines BUIS durch eine Kopplung mit einem ERP-System kann die Eignung des BUIS hierfür verbessert werden. Durch Anpassung des ERP-System kann auch eine so genannte ERP-integrierte Flusskostenrechnung durchgeführt werden. Arbeiten hierzu wurden vom imu Augsburg u. a. vor allem im Projekt eco-effizienz durchgeführt. Die Anpassung des ERP-Systems kann sich mitunter relativ aufwändig gestalten. Es besteht auch die Möglichkeit durch externe Auswertung von Materialstammdaten und Bewegungsdaten (zu Buchungsaufträge, Fertigungsaufträge etc.) eine Flusskostenrechnung durchzuführen, wozu aber in vielen Fällen ein besonderes Auswertungstool benötigt wird (siehe dazu Strobel 2003 und im Internet <http://www.eco-effizienz.de>).

Tabelle 3 vergleicht das Aufwand-Nutzen-Verhältnis der einzelnen Informationssysteme Tabellenkalkulation, stoffstromorientiertes BUIS, ERP-System oder Umweltcontrolling-Intranet. Es wird dabei der gegenwärtige Wissensstand der Forschung, wie er sich aus dem Forschungsprojekt INTUS ableitet, hinsichtlich einer einmaligen oder kontinuierlichen Anwendung der Umweltbilanzierung, von Umweltkennzahlen oder der Flusskostenrechnung bewertet. Die Informationssysteme werden unter der Prämisse betrachtet, dass ihre Funktionalität genutzt wird und nicht ihr Einsatz als Datenlieferant.

**Tabelle 3: Vergleich des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses durch Softwareunterstützung der Instrumentenanwendung – unter der Annahme, dass die aufgeführten Softwaresysteme mit ihrer Funktionalität und nicht nur als Datenlieferant genutzt werden**

	Tabellenkalkulationssoftware	BUIS <sup>(*)</sup>	ERP-System	Umweltcontrolling-Intranet
<b>Betriebliche Umweltbilanz</b>				
einmalige Bilanzierung	●	◐ <sup>1)</sup>	○	○
Wiederholende Bilanzierung	◐	◐ <sup>1)</sup>	●	● <sup>2)</sup>
<b>Umweltkennzahlen</b>				
einmalige Umweltkennzahlenberechnung	●	◐	○	○
Kontinuierliche Umweltkennzahlenberechnung	◐	◐ <sup>1)</sup>	●	● <sup>2)</sup>
<b>Flusskostenrechnung</b>				
Einmalige Flusskostenanalyse	●	●	○	○
Kontinuierliche Flusskostenberechnung	◐ <sup>2)</sup>	◐ <sup>1)</sup>	◐ <sup>3)</sup>	○
Legende: ● = sehr gut geeignet, ◐ = gut geeignet, ◑ = weniger geeignet, ○ = nicht geeignet  (* ) Stoffstromorientiertes BUIS 1) mit Kopplung von ERP-System und BUIS verbesserbar 2) bei geringerer Komplexität des Umweltkennzahlensystems, v.a. in KMU 3) vgl. hierzu die Arbeiten von imu Augsburg u.a., siehe <a href="http://www.eco-effizienz.de">http://www.eco-effizienz.de</a>				

## 6.2 Anforderungen eines Umweltinformationsmanagements

Die Umsetzungserfahrungen der informationstechnischen Instrumentenimplementierung zeigt, dass bezüglich der Datenbeschaffung, der Datenverarbeitung und der Datenausgabe unterschiedliche Aussagen für die Informati-

onssysteme getroffen werden können und diese eine Entscheidung wesentlich beeinflussen (siehe Tabelle 4).<sup>13</sup>

## **Datenbeschaffung**

Für die Datenbeschaffung ist relevant, ob und wie Vorsysteme eingebunden werden müssen, wie die Art und Performanz der Datenhaltung ist, und ob Daten redundant gehalten werden müssen.

An alle betrachteten Informationssysteme können Vorsysteme dauerhaft angebunden werden. ERP-Systeme und das Umweltcontrolling-Intranet bieten gegenüber der Tabellenkalkulation und dem BUIS eine etwas flexiblere Anpassung, was Dateninhalt und -format anbelangt. Auch in der Frage der Datenhaltung mit Datensicherung und Zugriff auf eine Datenhistorie, bspw. für Zeitanalysen, bieten das ERP-System und das Umweltcontrolling-Intranet aufgrund der Datenbank relativ gute Möglichkeiten. Für die Tabellenkalkulation und das BUIS gestaltet sich der Zugriff auf alte Daten schwierig, ist aber prinzipiell möglich und setzt die Ablage in unterschiedlichen Dateien voraus.

Besonders die Tabellenkalkulation, aber auch das BUIS und das Umweltcontrolling-Intranet, können mit einfachen informationstechnischen Mitteln, also ohne spezifisches IT-Know-how, angepasst werden. Dagegen bedarf die Instrumentenintegration in das ERP-System gewisser unternehmensspezifischer Kenntnisse über die Vorgänge und die Datenhaltung im ERP-System. In den Umsetzungsprojekten wurden die Programmierarbeiten im ERP-System aus diesem Grund auch von den Unternehmen jeweils selbst übernommen. Sowohl das Umweltcontrolling-Intranet, als auch das ERP-System bieten aus Sicht einer integrierten, strukturierten und einfachen Ablage und Verwaltung von Daten sehr gute Funktionalitäten, aber auch das BUIS unterstützt den Anwender bei der Ablage und Strukturierung von Daten – bspw. in einem Materialstammbaum. Für die Tabellenkalkulation ist standardmäßig kein Gerüst vorgesehen, um Daten effizient und sicher zu verwalten – hier ist die Strukturierung durch den Anwender maßgeblich.

Schließlich ist aus Sicht der Datenbeschaffung die Frage der Datenredundanz von Bedeutung, besonders für Stammdaten: Muss der Kostenstellen-schlüssel redundant in unterschiedlichen IT-Systemen vorgehalten werden? In welchen Informationssystemen werden der Materialstamm und bspw. der Bezug von Material zur Basiseinheit geführt? ERP-System und Umweltcontrolling-Intranet können hier flexibel und effizient auf solche Stammdaten zurückgreifen bzw. die Daten sind in dem System bereits enthalten. Auch das

<sup>13</sup> Mit der Datenbeschaffung, Datenverarbeitung und Datenausgabe werden die Aufgaben eines Softwaresystems nach dem EVA-Prinzip bewertet (Balzert 2001). „E“ steht für Erfassen, „V“ steht für Verarbeiten und „A“ steht für Ausgabe der Daten.

BUIS ermöglicht einen relativ einfachen Zugriff auf solche Daten, verbessert wird dies noch durch eine Kopplung von BUIS und ERP-System. In einer Tabellenkalkulation müssen solche Daten jedoch oftmals in einer Parallelstruktur neben dem ERP-System gehalten werden. Ein Update und der Datenaustausch erscheint dabei weniger performant.

### **Datenverarbeitung**

Aus Sicht der Datenverarbeitung sind die Möglichkeiten zur Modellierung, Bilanzierung oder Berechnung von Stoffströmen oder Flusskosten sowie deren Flexibilität ausschlaggebend.

Die Modellierung von Stoffströmen, als das grafische Erstellen von Stoffstromnetzen, ermöglicht nur das BUIS. Die Bilanzierung von Stoffströmen und die Berechnung von Kennzahlen ermöglichen alle hier bewerteten Informationssysteme, wohingegen die Integration von Flusskostenaspekten – Kostenarten, Kostentreiber oder Kostenallokation – wesentlich von dem ERP-System und dem BUIS unterstützt wird. Dabei enthält das ERP-System bereits einen Großteil der Daten, was das Vorgehen vereinfacht.

Neben der Modellierung ist die Möglichkeit der Szenarienbildung ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal des BUIS. Auf der Basis des Modells können unterschiedliche Szenarien leicht definiert und ausgewertet werden. Weiter bieten Tabellenkalkulation, ERP-System und das Umweltcontrolling-Intranet eine weitgehend einfach durchführbare und flexible Anpassung von Berechnungsalgorithmen oder Datenaufbereitung. Für das BUIS ist diese einfach durchführbare flexible Anpassung im Rahmen seiner Berechnungsalgorithmen – eingeschränkt – auch möglich.

### **Datenausgaben**

Weiter ist aus Sicht der Datenausgabe die Visualisierung sowie die dezentrale, nutzerspezifische Bereitstellung entscheidungsrelevant.

Das Umweltcontrolling-Intranet und das ERP-System bieten beide die Möglichkeit, die Daten den Anwendern – mit Hilfe des Browser oder des User-Interface – dezentral bereit zu stellen. BUIS und Tabellenkalkulation bieten diese Funktionalität von sich aus nicht. Weiter bieten die meisten ERP-Systeme mit ihrem Rollenkonzept und dem User-Interface, aber auch eingeschränkt das Umweltcontrolling-Intranet und die Tabellenkalkulation die Möglichkeit der nutzerspezifischen Anzeige der Daten. Die Visualisierung von Kennzahlen, bspw. in Schaubildern, erlauben hingegen alle hier aufgeführten Informationssysteme, jedoch erfüllt allein das BUIS die geforderte Visualisierung von Stoffströmen voll, alle anderen Informationssysteme bieten hier eingeschränkte Funktionalität.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Informationssysteme im Hinblick auf die Erfüllung der gestellten Anforderungen.

**Tabelle 4: Erfüllung von Anforderungen eines Umweltinformationsmanagements**

	Tabellenkalkulationssoftware	BUIS <sup>(*)</sup>	ERP-System	Umweltcontrolling-Intranet
<b>Datenbeschaffung</b>				
Dauerhafte Anbindung von VORSYSTEMEN mit Schnittstellen möglich	◐	◐	●	●
Datenhaltung in Datenbank mit Datensicherung (Historie) möglich	◐	◐	●	◐
Umsetzung mit einfachen informationstechnischen Mittel möglich	●	◐	◐	◐
Integrierte Ablage und Verwaltung von Daten möglich	◐	◐	●	●
Datenredundanz wird vermieden	○	◐ <sup>1)</sup>	●	●
<b>Datenverarbeitung</b>				
Modellieren von Stoffströmen möglich	○	●	○	○
Bilanzieren von Stoffströmen möglich	●	●	●	●
Berechnen von Kennzahlen möglich	●	●	●	●
Integration der Flusskostenmethode möglich	◐	◐ <sup>1)</sup>	●	◐
Unterstützung der Szenarienbildung	○	●	○	○
Flexible Anpassung einfach durchführbar	◐	◐	◐	◐
<b>Datenausgabe</b>				
Dezentrale Bereitstellung von Auswertungen möglich	○	○	●	●
Nutzerspezifische Anzeige möglich	◐	○	●	◐
Visualisierung von Kennzahlen möglich	●	●	●	●
Visualisierung von Stoffströmen möglich	◐	●	◐	◐
Legende: ● = voll erfüllt; ◐ = weitgehend erfüllt; ◑ = eingeschränkt erfüllt; ○ = nicht erfüllt (*) Stoffstromorientiertes BUIS <sup>1)</sup> mit Kopplung von ERP-System und BUIS verbesserbar				

### 6.3 Benutzersicht

Aus Sicht eines Benutzers, der über kein Umweltfachwissen verfügt, ist es empfehlenswert, vorhandene Tools oder Softwaresysteme zu nutzen, um Anwendungshemmnisse gering zu halten. Gleichzeitig sollten die umweltrelevanten Daten im gleichen System wie auch traditionelle betriebswirtschaftliche Auswertungen und Informationen angezeigt werden. Eine redundante Datenhaltung kann vermieden werden. Ein systematischer und gesicherter Zugriff von unterschiedliche Seiten auf umweltrelevante Daten besteht und die Informationssysteme werden genutzt, um die Informationen in die Geschäftsprozesse und die Organisation einzubinden.

Die Erfahrungen aus den Umsetzungsvorhaben des Forschungsprojekts INTUS zeigen, dass wesentliche Hemmnisse in der kontinuierlichen Anwendung der stoffstromorientierten Instrumente durch deren Integration in die betriebliche IT-Landschaft abgebaut werden können.<sup>14</sup> Eine integrierte Sicht auf konventionelle betriebswirtschaftliche Auswertungen und Umweltinformationen aus stoffstrombezogenen Auswertungen kann dazu führen, Umweltinformationen als zusätzliche Grundlage für betriebliche Entscheidungen zu etablieren.

Letzten Endes ist es für den Anwender unerheblich, welche Informationssysteme hinter der integrierten Sicht stehen, wesentlich ist die gemeinsame Darstellung von Kosten- und Mengeninformationen, ergänzt um weitere relevante Daten wie bspw. Produktionsleistung u. a. Die Auswahl der zum Einsatz kommenden Informationssysteme und die Art der System-Kopplung ist mit der Auswahl des Instruments im Umweltcontrolling verbunden. Zwei wesentliche Einflussfaktoren sind dabei die gewünschte Häufigkeit der Auswertung und das erforderliche Informationsdetail.

#### Informationsdetail

Das benötigte Informationsdetail kann je nach gewähltem Betrachtungsraum variieren und ist hier vor allem in Bezug auf eine räumliche Detaillierung von Informationen zu sehen. Die detailliertesten Informationen sind nötig, wenn ein Prozessbezug hergestellt werden soll. Für einen Kostenstellenbezug sind in der Regel weniger detailliertere Informationen nötig. Die geringsten Anforderungen an das Informationsdetail werden schließlich bei der Wahl eines Unternehmensstandorts oder des gesamten Unternehmen gestellt. Grundsätzlich bedeutet ein größeres Informationsdetail auch höhere Anforderungen an die benötigten Daten und einen höheren Aufwand zur Datenstrukturierung und zur informationstechnischen Umsetzung.

<sup>14</sup> Möller und Rolf sehen das Problem der Integration als zentrale Fragestellung für die Informationsversorgung des Umweltcontrolling, vgl. Möller u. Rolf 2003.



## **Auswertungshäufigkeit**

Die Auswertungshäufigkeit beschreibt, wie oft Auswertungen mit Umweltcontrolling-Instrumenten durchgeführt werden. Dies reicht von einmaligen Auswertungen zur Analyse von Stoffflüssen und zur Identifikation von Optimierungspotenzialen über eine monatliche Überprüfung von Stoff- und Energieverbräuchen hin zu einem täglichen Monitoring. Natürlich stellt auch die Auswertungshäufigkeit Anforderungen an das Informationsdetail im Bezug auf die zeitliche Diskretisierung der Daten.

Welchen Einfluss üben nun die vorgestellten Kriterien auf die Auswahl einer bestimmten informationstechnischen Lösung für die Implementierung von Umweltcontrolling-Instrumenten aus? Die Praxiserfahrungen aus dem Forschungsprojekt INTUS zeigen, dass um BUIS-Funktionalitäten erweiterte **ERP-Systeme** vor allem dann eingesetzt werden sollten, wenn regelmäßig Auswertungen mit Umweltcontrolling-Instrumenten durchgeführt werden müssen und wenn der Detaillierungsgrad der benötigten Informationen sich auf das Unternehmen, einzelne Werke oder einzelne Kostenstellen bezieht. **Stoffstromorientierte BUIS** als Spezialwerkzeuge eignen sich vor allem für einmalige Analysen, jährliche und eventuell noch monatliche Auswertungen, wenn die benötigten Informationen ein hohes Detail haben sollen und das Stoffstrommodell entsprechend angelegt wird oder für den Fall, dass regelmäßig Szenarien gebildet werden sollen. Bei kleineren Auswertungshäufigkeiten ist der Aufwand der Datenerfassung und -aufbereitung im Allgemeinen zu hoch, um einen Einsatz stoffstromorientierte BUIS als Stand alone-System zu rechtfertigen. Dann macht es jedoch Sinn, durch eine ERP-BUIS-Kopplung die Vorteile beider Systeme miteinander zu verbinden. Allerdings sind die in Kapitel 3.4 vorgestellten Integrationslösungen mit unterschiedlichen Aufwand verbunden.

## 7 Schlussfolgerungen

Bei der Untersuchung der Eignung der vorliegenden Lösungsansätze für die IT-gestützte Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente muss zwischen einer Anwendung der Instrumente für einmalige Analysezwecke und einer dauerhaften Verwendung der Instrumente für das laufende Tagesgeschäft unterschieden werden. In der vorliegenden Untersuchung wurde der Fokus besonders auf die dauerhafte Anwendung gelegt. Gerade hier bestehen bislang einerseits Defizite in der Praxis, andererseits können die Instrumente nur durch dauerhafte Anwendung den kontinuierlichen Verbesserungsprozess und ein organisationales Lernen unterstützen.

Für die kontinuierliche Bereitstellung der Instrumente Umweltkennzahlen und betriebliche Umweltbilanz haben sich im Forschungsprojekt INTUS ERP- integrierte Lösungen bewährt. Folgende Vorteile von ERP-integrierten Lösungen waren nach dem heutigen Stand der Softwaretechnik ausschlaggebend:

- Die Funktionalität und Anpassungsfähigkeit von ERP-Systeme ist in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen, so dass unternehmensspezifische Anpassungen zunehmen einfacher und mit vertretbarem Aufwand vorgenommen werden können.
- ERP-integrierte Lösungen können auf eine Vielzahl von Daten intern zugreifen. So können Redundanzen im Datenbestand verringert und damit Widersprüche in den Daten vermindert und der Pflegeaufwand für die Daten gering gehalten werden. Außerdem wird nur eine geringe Anzahl von Schnittstellen benötigt.
- Grundsätzlich ist der Aufwand zur Pflege einer integrierten Lösung und Anpassung auf neue betriebswirtschaftliche oder informationstechnische Anforderungen geringer als für eine Insellösung.
- Das Know-how zur Nutzung der ERP-Systeme ist im Unternehmen bereits vorhanden. Schulungen sind nur für die Nutzung des neuen Moduls bzw. der neuen Funktionalität erforderlich – diese können von eigenen Fachleuten durchgeführt werden.

Vor diesem Hintergrund erklärt sich warum in den Pilotunternehmen des Forschungsprojekts integrierte Lösungen realisiert wurden. Es zeigte sich, dass zur Unterstützung für die Instrumente Umweltkennzahl und Umweltbetriebsbilanz ein ERP-System in der Regel hinsichtlich Informationsgehalt und Datenhaltung angepasst werden muss, und bestehende Funktionalitäten leicht erweitert werden müssen.

Eine wesentliche Forschungsfrage des Projekts war, in wiefern stoffstromorientierte BUIS für die Bereitstellung der Umweltcontrolling-Instrumenten eingesetzt werden können. Daher wurde in allen vier Pilotunternehmen stoffstromorientierte BUIS probeweise zur Analyse der Produktion bzw. einzelner Produktionsbereiche eingesetzt. In allen vier Fällen stellte sich allerdings heraus, dass für eine kontinuierliche Bereitstellung der Umweltcontrolling-Instrumente die ERP-integrierten Lösungen den Lösungen unter Anwendung von stoffstromorientierte BUIS überlegen sind. Als Gründe wurden u.a. der vergleichsweise höhere Aufwand bei der Kopplung von ERP-System und BUIS im Vergleich zu einer integrierten Lösung angeführt sowie die für den Instrumenteneinsatz im konkreten Fall ausreichenden Funktionalitäten im ERP-System.

Es ist aber weiterhin vorstellbar, dass in Zukunft die Kopplung stoffstromorientierter BUIS und ERP-Systeme hinsichtlich des Aufwandes immer einfacher wird. Erste Arbeiten hierzu wurden im Forschungsprojekt CARE geleistet, wo eine Publicly Available Specification zum Transfer umweltrelevanter Daten von ERP-Systemen in stoffstromorientierte BUIS entwickelt wurde<sup>15</sup>. Diese Entwicklung bedarf noch einer Erprobung in der Praxis, kann aber zu einer breiteren Anwendung stoffstromorientierter BUIS führen.

Stoffstromorientierte BUIS eignen sich als Modellierungswerkzeuge gut für einmalige Analysen von Stoff- und Energieströmen, für Szenarienbildung und „what if“-Analysen und dienen einer methodischen, systematischen Vorgehensweise zur Durchführung einer Stoffstromanalyse und Flusskostenberechnung.

Schließlich wurde im Rahmen des Forschungsprojekts INTUS ein Umweltcontrolling-Intranet prototypisch entwickelt. Diese Intranetlösung richtet sich primär an kleine und mittelständische Unternehmen ohne ERP-Systeme. Der Prototyp stellt aufgrund seines modularen Aufbaus unter Nutzung einfacher informationstechnischer Mittel eine leicht umzusetzende Möglichkeit dar, Umweltinformationen zusammen mit betriebswirtschaftlichen Informationen integriert und anwenderbezogen zu verwalten und darzustellen.

<sup>15</sup> PAS 1025 „Austausch umweltrelevanter Daten zwischen ERP-Systemen und betrieblichen Umweltinformationssystemen“

## 8 Literatur

- Balzert, H. (2001): Lehrbuch der Software-Technik, Band 1, Teubner, Stuttgart.
- Beucker, S., Jürgens, G., Rey, U., Lang, C. (2002): Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) im Umweltcontrolling – Umfrage zur Nutzung von Instrumenten des Umweltcontrollings und deren informationstechnischen Unterstützung, INTUS-Zwischenbericht aus Arbeitspaket 1.3, Arbeitsbericht des IAT, Stuttgart.
- Bullinger, H.-J., Beucker, S., Rey, U. (2002): Softwareeinsatz im Umweltcontrolling, in: Bullinger, H.-J., Jürgens, G., Rey, U. (Hrsg.): Stoffstrommanagement – Effizient produzieren nach Umwelt- und Kostenzielen. Tagungsband zum 4. Management-Symposium „Produktion und Umwelt“ am 20. Februar 2002, IRB-Verlag, Stuttgart.
- Bullinger, H.-J., Jürgens, G. (1999): Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) als Grundlage für den Integrierten Umweltschutz, in: Bullinger, H.-J.; Jürgens, G.; Rey, U. (Hrsg.) (1999): Betriebliche Umweltinformationssysteme in der Praxis, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart.
- Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt (1997): Leitfaden Betriebliche Umweltkennzahlen, Bonn, Berlin.
- Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt (2001): Handbuch Umweltcontrolling, 2. Auflage, München.
- Gabriel, R., Jenka, B. (2003): Messung der Umweltleistung – Integration von GaBi4 in das Umweltdatenbanksystem der Alcan, in: Spath, D., Lang, C. (Hrsg.): Stoffstrommanagement – Entscheidungsunterstützung durch Umweltinformationen in der betrieblichen IT, Tagungsband zum 5. Management-Symposium „Produktion und Umwelt“ am 2. April 2003, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- Geldermann, J., Zipperlen, H. (2002): Stoffstrommanagement zur Erfüllung der neuen Bilanzierungspflichten, in: Bullinger, H.-J., Jürgens, G., Rey, U. (Hrsg.): Stoffstrommanagement – Effizient produzieren nach Umwelt- und Kostenzielen. Tagungsband zum 4. Management-Symposium „Produktion und Umwelt“ am 20. Februar 2002, IRB-Verlag, Stuttgart.
- Haasis, H. D., Hilty, L. M., Kürzli, H., Rautenstrauch C. (1995): Anforderungen an Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) und Ansätze zur Realisierung, in: Haasis u. a. (Hrsg.): Betriebliche Umweltinformationssysteme – Projekte und Perspektiven, Metropolis-Verlag, Marburg.
- Heubach, D., Beucker, S., Lang, C. (2003): Einsatz von Software Tools im betrieblichen Umweltschutz, in DIN Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): Umweltgerechte Produktentwicklung: Ein Leitfaden für Entwicklung und Konstruktion, Loseblattsammlung von Birkhofer, H., Spath, D., Winzer, P., Müller, D., Beuth Verlag, Berlin, 2000 (Grundwerk)

- Heubach, D., Jürgens, G., Döring, E., Loew, T. (2002): Flow-Cost Accounting – Environmental and Economical Analysis of Material Recycling Loops in Industry, in: NN (Hrsg.): Proceedings of Euro Environment, 21-23 October 2002, Aalborg/ Denmark.
- Jürgens, G., Lang, C., Beucker, S., Loew, T. (2001): Anforderungen an Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) zur Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling, Zwischenbericht des Forschungsberichts INTUS, Stuttgart.
- Kottmann, H., Loew, T., Clausen, J. (1999): Umweltmanagement mit Kennzahlen. Vahlen Verlag, München.
- Kuchenbuch, A., Schroll, M. und Helber, J. (2003): Integrierte Kosten- und Stoffflussrechnung in Gießereien, Teil 2: Stoff- und Energieflussrechnung im Rahmen eines integrierten Controlling, in GIESSEREI 90, 10 /2003
- Kyas, O. (1997): Corporate Intranets. Strategie, Planung, Aufbau. 1. Aufl., Internat. Thomason Publ., Bonn.
- Lang, C., Heubach, D., Steinfeldt, M. (2003/2): Die Einführung von Instrumenten des betrieblichen Umweltcontrolling mit Unterstützung von betrieblichen Informationssystemen, Ergebnisbericht aus dem Forschungsberichts INTUS, Stuttgart, siehe <http://www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads>
- Lang, C., Jürgens, G. (2003/1): Aufgaben betrieblicher Umweltinformationssysteme, in: Kramer (Hrsg.): Internationales und interdisziplinäres Umweltmanagement in Zukunftsmärkten, II. Band: Grundlagen des ganzheitlichen Umweltmanagements. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Lang, C., Rey, U. (2001): Analyse von ERP-Systemen als Datenlieferant für Betriebliche Umweltinformationssysteme zur Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling, Zwischenbericht aus dem Forschungsbericht INTUS, Stuttgart.
- Lange, H. I. (2003): Entwicklung eines BUIS-Tools zur Auswertung von Fertigungsaufträgen nach Umweltgesichtspunkten, Freie wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades eines Bachelor of Science an der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Berlin.
- Lied, W. (1999): Umweltcontrolling mit AUDIT und SAP R/3 am Beispiel Felix Schoeller Osnabrück, Workshop auf dem St. Galler Umweltmanagement Forum 1999 siehe im Internet URL [http://www.iwoe.unisg.ch/org/iwo/web.nsf/66431a87ff21c36ac12569f50045e850/c795d55c1ae05c8ec1256a1c0047d9cf/\\$FILE/11lied.pdf](http://www.iwoe.unisg.ch/org/iwo/web.nsf/66431a87ff21c36ac12569f50045e850/c795d55c1ae05c8ec1256a1c0047d9cf/$FILE/11lied.pdf) (Stand 15.11.2003)
- Loew, T., Beucker, S., Jürgens, G. (2002): Vergleichende Analyse der Umweltcontrollinginstrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Zwischenbericht aus dem Forschungsprojekt INTUS, Stuttgart.
- Loew, T. (2003): Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Ergebnisbericht aus dem Forschungsprojekt INTUS, Berlin, siehe <http://www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads>

- Marx Gómez, J., Amelung, M., Rautenstrauch, C. (2003): Ansatz zur Automatisierten Generierung von Umweltberichten – eine Fallstudie, Tagungsband der 6. Internationalen Tagung für Wirtschaftsinformatik 2003 (WI'2003), Dresden.
- Möller, A. (2000): Grundlagen stoffstrombasierter Betrieblicher Umweltinformationssysteme, Bochum.
- Möller, A., Rolf, A. (2003): Informationsversorgung eines erweiterten Umweltcontrollings, in UmweltWirtschaftsForum 2/03
- Müller-Christ, G. (2001): Umweltmanagement, Verlag Vahlen, München.
- Rautenstrauch, C. (1999): Betriebliche Umweltinformationssysteme: Grundlagen, Konzepte und Systeme, Springer Verlag, Berlin/ Heidelberg/ New York.
- Rey, U. (2003): Stoffstromorientierte Gestaltung und informationstechnische Unterstützung der Arbeitsplanung mit dem Ziel einer ökoeffizienten Fertigung, Dissertation an der Universität Stuttgart, Jost-Jetter Verlag, Heimsheim.
- Rey, U., Lang, C., Beucker, S. (2002): ERP-Systeme und ihr Datenangebot für die Ressourceneffizienz-Rechnung, Ergebnisbericht zu Arbeitspaket 2.2 des Forschungsprojektes CARE, Stuttgart, siehe [http://care.oekoeffizienz.de/material/kp2\\_2.pdf](http://care.oekoeffizienz.de/material/kp2_2.pdf)
- Schmidt, M. (2000): Betriebliches Stoffstrommanagement, in: Dyckhoff, H. (Hrsg.): Umweltmanagement: zehn Lektionen in umweltorientierter Unternehmensführung, Springer Verlag, Berlin/ Heidelberg/ New York.
- Schmidt, M., Keil, R. (2001): Stoffstromnetze und ihre Nutzen für mehr Kostentransparenz sowie die Analyse der Umweltwirkungen betrieblicher Stoffströme, Beiträge der Hochschule Pforzheim Nr. 103, Pforzheim.
- Schulz, Burschel, Weigert, Liedtke, Bohnet-Joschko, Losen, Geßner, Diffenhard, Maniura (Hrsg.) (2001): Lexikon Nachhaltiges Wirtschaften, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München/ Wien/ Oldenbourg.
- Skrzypek, V., Wohlgemuth, V. (2000): Anwendung und Integration von Umberto in die betriebliche IT-Struktur am Beispiel der Bertelsmann Großdruckerei MOHN Media Mohn-druck GmbH, in: Bullinger, H.-J., Beucker, S. (Hrsg.): Stoffstrommanagement – Erfolgsfaktor für den betrieblichen Umweltschutz, Tagungsband zum 3. Management-Symposium „Produktion und Umwelt“, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- Spath, D. (Hrsg.), Wilhelm, S. (2003): Information und Kommunikation in der Produktion – Ergebnisse einer Unternehmensbefragung, IRB Verlag, Stuttgart.
- Strobel, M. (2001): Systematisches Flussmanagement, Ziel Verlag, Augsburg.
- Strobel, M. (2003): Flusskostenrechnung: Kostensenkung und Umweltentlastung durch eine ERP-basierte Methode, in: Spath, D., Lang, C. (Hrsg.): Stoffstrommanagement - Entscheidungsunterstützung durch Umweltinformationen in der betrieblichen IT, Tagungsband zum 5. Management-Symposium „Produktion und Umwelt“ am 2. April 2003, IRB-Verlag, Stuttgart.
- Weber, J. (1995): Logistik-Controlling, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

Wöhe, G. (2002): Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Verlag Vahlen, München.

## 9 Anhang: Übersicht Arbeitsberichte Forschungsprojekt INTUS

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden bislang folgende Berichte erstellt:

### **Ergebnisbroschüre**

Spath, Dieter; Lang, Claus; Loew, Thomas (Hrsg.) (2003): Umweltcontrolling in produzierenden Unternehmen - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt INTUS, Stuttgart, Berlin.

### **Arbeitsberichte**

Beucker, Severin; Jürgens Gunnar; Lang, Claus; Rey, Uwe (2002): Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) im Umweltcontrolling – Umfrage zur Nutzung von Instrumenten des Umweltcontrollings und deren informations-technischen Unterstützung, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

Heubach, Daniel; Lang, Claus; Loew, Thomas (2003): Anwendung von betrieblichen Informationssystemen im Umweltcontrolling – Potenziale und Praxisbeispiele, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

Jürgens, Gunnar; Lang, Claus; Beucker, Severin; Loew, Thomas (2002): Anforderungen an Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) zur Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrollings, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

Lang, Claus; Rey, Uwe (2002): Analyse von ERP-Systemen als Datenlieferant für Betriebliche Umweltinformationssysteme zur Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrollings, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart.

Loew, Thomas (2003): Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

Loew, Thomas; Beucker, Severin; Jürgens, Gunnar (2002): Vergleichende Analyse der Umweltcontrollinginstrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Diskussionspapier des IÖW 53/02, Berlin.

Steinfeldt, Michael (2003): Organisationales Lernen und umweltbezogene Lernprozesse, 2003

### **In Planung:**

Steinfeldt, Michael; Lang, Claus: Konzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling, Berlin (geplant 2004)

Lang, Claus; Heubach, Daniel: Die Einführung von Instrumenten des betrieblichen Umweltcontrolling mit Unterstützung von betrieblichen Informationssystemen, Arbeitsbericht des IAT an der Universität Stuttgart, Stuttgart (geplant 2004)

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH (IÖW) (Hrsg.): Wissenschaftlicher Endbericht zum Forschungsprojekt INTUS (geplant 2004)

Die Publikationen werden auf den Websites der Institute zum Download angeboten unter [www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads](http://www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads) und [www.ioew.de](http://www.ioew.de)