care
computergestützte
Ressourceneffizienzrechnung
in der mittelständischen Wirtschaft

CARE

Computergestützte Ressourceneffizienzrechnung in der mittelständischen Wirtschaft

Ergebnisbericht 2.2:

ERP-Systeme und ihr Datenangebot für die Ressourceneffizienz-Rechnung

Uwe Rey

Claus Lang

Severin Beucker

I·A·T Institut Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement Universität Stuttgart

Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen Institut Arbeit und Technik

Kulturwissenschaftliches Institut Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Gefördert durch das BMBF (Fkz: 01 RU 0017)27.03.2002, UER/742, KP2.2_final (CARE ERP-Systeme und RER).doc

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Motivation 3

2 Funktionen und Aufbau von ERP-Systemen 5
2.1 Integrierte betriebliche Standardsoftware 5
2.2 Aufgabenbereiche und Ziele von ERP-Systemen 5
2.2.1 Produktion und Logistik 6
2.2.2 Finanzen 6
2.2.3 Personalwirtschaft 7
2.3 Entwicklungstrends bei überbetrieblichen Funktionalitäten von ERP-Systemen 7
2.3.1 Unternehmensübergreifender Datenaustausch im Supply Chain Management 7
2.3.2 Internetbasierte Datenweitergabe im Rahmen von E-Business 8
2.4 Durchführung der RER in ERP-Systemen 9
2.5 Fazit 9

3 Bestandsaufnahme umweltorientierter Funktionalitäten in ERP-Systemen 11
3.1 Zusammenfassung 13

4 Datenangebot und -struktur von ERP-Systemen – Relevanz für die RER 14
4.1 Datenangebot und -struktur von ERP-Systemen 14
4.2 Relevanz von Daten aus ERP-Systemen für die RER 15

5 Zwei Vertreter typischer ERP-Systeme 20
5.1 infor:COM 20
5.1.1 Funktionsmodule 20
5.1.2 Datentechnischer Aufbau 21
5.1.3 Planungsfunktionalität 22
5.1.4 Zusammenfassung 26
5.2 SAP R/3 26
5.2.1 Einführung 26
5.2.2 Systemarchitektur 27
5.2.3 Schnittstellen 32
5.2.4 Supply Chain Management-Funktionalitäten 33
5.2.5 Zusammenfassung 34

6 Fazit 35

© CARE Konsortium

7 Anhang 36
7.1 Auswahl Europäische ERP-System-Anbieter 36
7.2 Literatur..... 37

© CARE Konsortium

1 Einleitung und Motivation

Betriebliche Informationssysteme stellen eine wichtige Quelle für Informationen und Daten über betriebliche Stoff- und Kostenströme dar. In den meisten Unternehmen kommen mittlerweile sogenannte Enterprise Resource Planning-Systeme (ERP-Systeme) zum Einsatz. Darunter versteht man vollständig integrierte Software-Lösungen für Fertigung, Logistik, Finanzen, Personal, Vertrieb u.a. Sie bieten Funktionalitäten für alle Bereiche eines Unternehmens und erfüllen im Kern die klassischen Aufgaben der Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsabläufen zur Optimierung von Geschäftsprozessen unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsaspekten.

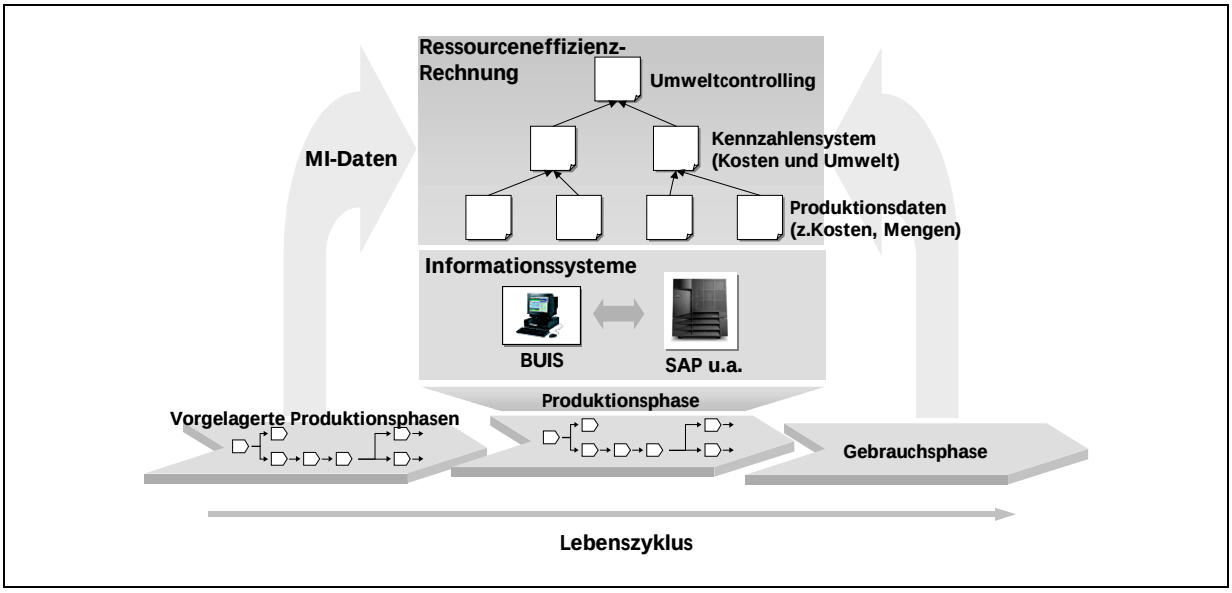


Abbildung 1.1: Verbindung von Stoff- und Kostenstromdaten mit Daten über Umweltauswirkungen zur Durchführung der RER

ERP-Systeme können aufgrund der Abbildung des Fertigungsprozesses in einem Unternehmen für die Durchführung der RER im Unternehmen Daten zur Verfügung stellen. Auf Basis dieser und weiterer Daten kann eine RER auf unterschiedlichen Ebenen (Standort, Prozess, Produkt, siehe dazu auch Bericht 2.1 „Ressourceneffizienz-Rechnung, Stoffstromanalyse und Umsetzung im Unternehmen“) durchgeführt werden. Die Berechnung selbst kann sowohl in anderen Softwaresystemen wie Betrieblichen Umweltinformationssystemen (BUIS) stattfinden (externe Berechnung, siehe dazu auch Bericht 2.3 „Betriebliche Umweltinformationssysteme und ihre Funktion für die Ressourceneffizienz-Rechnung“), aber auch in ERP-Systemen selbst durchgeführt werden (integrierte Berechnung). Für die Berechnungen der RER werden zusätzlich zu Stoff- und Kostendaten Informationen über Umweltauswirkungen aus vorhergehenden Stufen der Logistikkette benötigt, um eine Bewertung über die gesamte Produktionskette bzw. Produktlebens-

© CARE Konsortium

kette zu ermöglichen. Diese Informationen können zum Beispiel durch MI-Daten bereitgestellt werden. Nach Durchführung der Berechnungen müssen die Ergebnisse der RER dargestellt werden, was wiederum extern oder integriert vonstatten gehen kann (vgl. Abbildung 1.1).

In diesem Bericht wird untersucht und dokumentiert, wie im ERP-System vorhandene Daten für die RER genutzt werden können. Des weiteren wird analysiert, in welcher Form diese vorhanden sind, um eine weitere Verwendung zur Durchführung der RER zu konzeptionieren. Es wird sowohl auf die Möglichkeit der integrierten Berechnung der RER als auch auf die der externen Berechnung eingegangen.

Zunächst werden Funktionen und Aufbau von ERP-Systemen erläutert und diese dann beispielhaft anhand zweier Vertreter von ERP-Systemen (SAP R/3 der SAP AG und infor:COM der infor business solutions AG) veranschaulicht. Einen Einblick in die aktuelle Situation am Markt für ERP-Systeme bieten die Ergebnisse einer Umfrage zu umweltorientierten Funktionalitäten in ERP-Systemen.

Im Projekt CARE werden Produkte über ihren gesamten Lebenszyklus analysiert. Für die Betrachtung von ERP-Systemen bedeutet dies, dass sie hinsichtlich ihrer Funktionalitäten und Fähigkeiten zur lebenszyklusweiten und unternehmensübergreifenden Auswertung untersucht werden müssen. Dies betrifft beispielsweise die Möglichkeit Aspekte des Supply-Chain-Management (SCM) darzustellen.

In einem weiteren Bericht (Arbeitspaket 4 „Entwicklung von Konzepten zur Implementierung von IT-Systemen“) wird aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten bestehen, Daten zwischen ERP-Systemen und BUIS auszutauschen. Der Weg für die weitere Entwicklung dieser Verbindung wird skizziert und in den darauf aufbauenden Arbeiten innerhalb des Projektes CARE umgesetzt.

© CARE Konsortium

2 Funktionen und Aufbau von ERP-Systemen

2.1 Integrierte betriebliche Standardsoftware

Integrierte Standardsoftwarelösungen müssen in der Lage sein, sämtliche Unternehmensbereiche in einem Paket abbilden zu können, um so den Integrationszielen Redundanzfreiheit und Konsistenz der zugrundeliegenden Daten gerecht werden zu können. Idealerweise geschieht dies anhand spezieller aber dennoch flexibler Funktionen mit denen auch geschäftsprozessübergreifende Aktivitäten erfasst und in die organisatorischen Gegebenheiten eingegliedert werden können. Dabei sollte auf eine größtmögliche Transparenz seitens der eingesetzten Lösung geachtet werden.

Unter Standardsoftware versteht man weiter Programmpakete die einerseits ein eindeutig definiertes betriebliches Anwendungsgebiet übernehmen und für die andererseits in der Regel ein Festpreis in der Grundversion zu entrichteten ist. Eventuell notwendige Anpassungen an die betrieblichen Anforderungen werden nach Aufwand berechnet. Als Vorteile von Lösungen dieser Art gegenüber Individualsoftware werden unter anderem gesehen, dass Standardsoftware weitaus flexibler in bezug auf organisatorische Veränderungen reagieren kann, auf Prozesse und deren Unterstützung ausgerichtet ist, die Transparenz und Beherrschbarkeit von Standardsoftwarelösungen höher eingeschätzt wird, ein hohes Innovationstempo des jeweiligen Produkts stattfindet und dass aufgrund der größeren Erfahrung der Programmierer des Anbieters, Standardsoftware sich häufig von höherwertiger Qualität als Eigenentwicklungen darstellt. Nachteilig kann sich beispielsweise auswirken, dass die Eigenschaften des Programmpakets nicht mit den Anforderungen des Anwenders übereinstimmen, so dass erhebliche Anpassungen nötig werden. Ferner ist Standardsoftware im Hinblick auf Effizienz und Leistungsfähigkeit häufig der von Individualsoftware unterlegen.

2.2 Aufgabenbereiche und Ziele von ERP-Systemen

Unter Systemen für Enterprise Resource Planning versteht man vollständig integrierte Software-Lösungen für Fertigung, Logistik, Finanzen, Personal, Vertrieb u.a. Sie bieten Funktionalität für alle Bereiche eines Unternehmens und bestehen aus einer Reihe modularer und möglichst einfach zu implementierender Komponenten. Sie erfüllen im Kern die klassischen Aufgaben der Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsabläufe zur Optimierung von Geschäftsprozessen unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsaspekten.

© CARE Konsortium

ERP-Systeme enthalten die Grundkonzeption und -komponenten der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) und haben demnach auch die originären Ziele mit der PPS gemein:

- geringe Lagerbestände und
- hohe Kapazitätsauslastung

bei

- hoher Lieferbereitschaft und
- kurzen Durchlaufzeiten.

ERP-Systeme streben ergänzend die informationstechnische Verwirklichung von impliziten Zielen an wie:

- optimaler Ressourceneinsatz,
- präzise Planung und Kontrolle,
- größtmögliche Integration aller Marktpartner sowie
- bestmögliches Qualitätsmanagement.

Das Gesamtziel ist es, die komplexen Produktionsabläufe eines Unternehmens unter Beachtung aller Geschäftsprozesse zu optimieren.

2.2.1 Produktion und Logistik

Eine Gruppe von Applikationen für Produktionsplanung, Auftragserfassung und Vertrieb zum Kunden sind beispielsweise:

- Produktionsplanung: Vollführt Kapazitätsplanungen und erstellt tägliche Produktionspläne für Erzeugerfirmen.
- Materialmanagement: Kontrolliert den Einkauf von Rohmaterialien und die Bestände.
- Auftragserfassung und Auftragsabwicklung: Automatisiert den Datenerfassungsprozess von Kundenaufträgen und verfolgt den Status von Aufträgen.
- Lagerverwaltung: Enthält Datensätze von lagerverwalteten Gütern und wickelt den innerbetrieblichen Transport ab.
- Güterverkehrsteuerung: Arrangiert, plant und überwacht die Zustellung von Produkten zu Kunden mittels LKWs, Zügen und anderen Transportmitteln.
- Kundenservice: Administriert Wartungsverträge and überprüft Verträge und Garantien bei Kundenanfragen.

2.2.2 Finanzen

Im Bereich Finanzen gibt es Module für Buchhaltung und zur Überwachung des Zahlungsverkehrs, siehe dazu folgende Beispiele:

- Hauptbuch: Beinhaltet zentralisierte Kontenpläne und Firmenbilanz.
- Debitoren: Überwacht Kundenzahlungen und Außenstände.

© CARE Konsortium

- Kreditoren: Überwacht Zahlungstermine an Lieferanten.
- Anlagevermögen: Verwaltet Abschreibungen und Kosten die mit Gebäuden, Eigentum und Ausstattung zusammenhängen.
- Finanzverwaltung: Überwacht und analysiert den Kassenbestand, Finanzverträge und Investitionsrisiken.
- Kostenkontrolle: Analysiert Gemeinkosten und Kosten von Produkten und Produktionsaufträgen.

2.2.3 Personalwirtschaft

Hierunter fallen Software bzw. Module, die Personal-Aufgaben für Manager und individuelle Angestellte übernehmen. Beispiele dafür sind:

- Verwaltung von Arbeitsreserven: Automatisiert Personalmanagementprozesse wie Anwerbung neuer Mitarbeiter, Geschäftsreisen und Urlaubszuteilungen.
- Lohnlisten: Handhabt die Buchung und Vorbereitung von Lohnschecks und Löhnen.
- Selbstverwaltung personeller Daten: Mitarbeiter können ihre persönlichen Daten selbstständig ändern und aktualisieren (Adressänderungen, Bankverbindungen, u.a.).

2.3 Entwicklungstrends bei überbetrieblichen Funktionalitäten von ERP-Systemen

2.3.1 Unternehmensübergreifender Datenaustausch im Supply Chain Management

Der unternehmensübergreifende Datenaustausch zwischen Informationssystemen verschiedener Unternehmen kann erforderlich sein, wenn Daten über den Lebenszyklus eines Produktes von einem Lieferanten oder generell von einem Unternehmen der Vorkette benötigt werden. Auch kann es vorkommen, dass von Kunden oder nachgelagerten Akteuren der Produktlinie Daten über Nutzung, Wartung oder Verschleiß des Produktes benötigt werden.

ERP-Systeme befinden sich, was die Bearbeitung überbetrieblichen Aufgaben und Prozesse angeht noch in der Entwicklung. Die Anbieter von ERP-Systemen habe jedoch begonnen, ihre Produkte in Richtung eines Supply Chain Management (SCM) auszubauen. Über den Begriff des SCM existieren dagegen die unterschiedlichsten Auffassungen. Einer gängigen Definition zufolge versteht man unter SCM „eine strategische, kooperationsorientierte und organisationsübergreifende Logistik-Managementkonzeption, die zu einer Verbesserung der Logistikleistung auf verschiedenen Ebenen des Logistiknetzwerkes führt“ (Kotzab 2000). Die sogenannte Supply Chain stellt ein Netzwerk von Organisationen dar, die durch „aufwärts“ und „abwärts“ gerichtete Verbindungen in den verschiedenen Prozessen und Aktivitäten verbunden sind, welche einen Wert in der Form von Produkten und Dienst-

© CARE Konsortium

leistungen für den Kunden produzieren. Dabei setzt SCM einen Schwerpunkt auf Beziehungen der Organisationen untereinander, um einen Vorteil für alle Beteiligten in der Supply Chain zu erreichen (vgl. Christopher 1998).

In der Literatur kursieren viele verschiedene Definitionen für SCM. Das Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation sieht vier Säulen als Basis des Supply Chain Managements an (vgl. Kühner 2001). Demnach umfasst Supply Chain Management alle Methoden und Hilfsmittel zur Organisation und Koordination logistischer Netzwerke durch

- Flussorientierung der Einzelorganisationen: Darunter wird die Kanalisierung der Material- und Informationslogistik einschließlich prozessorientierter Ausrichtung und Schnittstellendefinitionen der einzelnen Organisationen verstanden.
- Gestaltung des Wertschöpfungsnetzwerkes: Zur Erschließung von Synergieeffekten müssen Wertschöpfungsbeziehungen zwischen den Organisationen definiert und optimiert werden.
- Kollaboration in Planungs- und Steuerungsprozessen: Die beteiligten Organisationen müssen in der Planung und Steuerung von Logistikaufgaben zusammenarbeiten, um die Leistung der Prozesse zu steigern.
- Integration der Informationsbasis: Durch Zusammenführung bzw. Ausdehnung der Betrachtungshorizonte kann die Entscheidungsgrundlage der einzelnen Organisationen erweitert werden.

SCM bezieht die gesamten internen und externen Wertschöpfungsketten insbesondere im Logistikbereich ins unternehmerische Kalkül mit ein und erweitert damit die klassische an ein Unternehmen gebundene Betrachtungsweise von PPS-Systemen. Darunter fallen auch die sogenannten Advanced Planning und Scheduling - (APS) Systeme, die sowohl Zulieferer als auch die unterschiedlichsten Kunden in einer optimalen Planung berücksichtigen.

Vor diesem Hintergrund bietet das Supply Chain Management eine geeignete Herangehensweise, um Produkte über ihren gesamten Lebenszyklus zu betrachten, denn hier sind im besonderen Maße die Kooperationen der verschiedenen Mitglieder der Supply Chain gefordert, um relevante Daten weiterzugeben bzw. auszutauschen.

2.3.2 Internetbasierte Datenweitergabe im Rahmen von E-Business

Ein weiterer aktueller Entwicklungstrend ist die automatisierte Weitergabe von Geschäftsdaten. Durch automatisierte Bestellvorgänge über Mausklick im Internet werden Bestelldaten oder Buchungsbestätigungen und Rechnungen in elektronischer Form weitergegeben. Produktkataloge werden in standardisierter Form weitergegeben. Erste Quasi-Standards für Daten-

© CARE Konsortium

strukturen zum Austausch von Produktinformationen, Produktkatalogen sowie Transaktionen zur Auftragsabwicklung wie der BMEcat® (Version 1.2) und die Spezifikation openTRANS® wurden unter Führung des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation erstellt.

2.4 Durchführung der RER in ERP-Systemen

Die Durchführung einer Ressourceneffizienz-Rechnung ist in ERP-Systemen bisher noch nicht implementiert. ERP-Systeme lassen jedoch programmiertechnische Erweiterungen zu, mit denen die Durchführung einer RER möglich wird. Dabei kann auf die im ERP-System enthaltenen Daten zugegriffen werden. Ein bestehendendes betriebliches Informationssystem kann so um – individuell an das Unternehmen angepasst – Berechnungen gemäß der RER auf Unternehmens-, Prozess- oder Produktebene ergänzt werden. Eine solche Lösung erfordert mitunter einen hohen Aufwand und wäre kein Teil des vom Softwarehaus vertriebenen Standardpakets.

Der Aufwand für die Anpassung eines ERP-Systems ist abhängig von verschiedenen Faktoren. Dazu gehören unter anderem:

- Detaillierungsgrad der RER: wie genau werden die im Unternehmen vorhandenen Abläufe dargestellt? Werden alle Prozesse betrachtet oder nur ein Teil, wird mit Ist-Daten oder nur mit Soll-Daten gearbeitet?
- Bezugszeitraum der RER: Sollen die für die RER benötigten Berechnungen und Auswertungen jährlich, monatlich oder wöchentlich durchgeführt werden?
- Daten für die RER: Sind alle benötigten Daten im ERP-System vorhanden? Müssen noch zusätzliche Daten erfasst oder aus einem Vorsystem übernommen werden?

Zusammenfassend sei festgestellt, dass die Durchführung der RER in ERP-Systemen grundsätzlich möglich ist. Dazu sind jedoch im Regelfall programmiertechnische Erweiterungen nötig. Eine allgemeingültige Aussage über den dafür nötigen Aufwand kann nicht gemacht werden.

2.5 Fazit

ERP-Systeme stellen eine Vielfalt von Daten und Datenstrukturen zur Verfügung, die zur Erstellung von Stoffstrommodellen genutzt werden können. Die Datenstrukturen müssen jedoch auch im betreffenden Unternehmen genutzt und mit Daten gefüllt sein. Besonders interessant ist hierbei, wie ausführlich Daten im ERP-System abgebildet sind und in welcher Detailtreue Ist-Daten gepflegt sind. Bestimmte Daten aus dem Bereich Emissionen (vor allem in Wasser und Luft) können standardmäßig in ERP-Systemen bisher nicht verwaltet werden (vgl. Lang 2002).

© CARE Konsortium

Die sich derzeit vollziehenden Entwicklungen im Bereich von SCM- Funktionalitäten können interessante informationstechnische Ansätze für die RER auf Produktebene liefern.

© CARE Konsortium

3 Bestandsaufnahme umweltorientierter Funktionalitäten in ERP-Systemen

Das folgende Kapitel fasst die wichtigsten Ergebnisse einer Umfrage zusammen, die unter 151 ERP-System Anbietern in Deutschland, Österreich und der Schweiz durchgeführt wurde. Gefragt wurde dabei, inwieweit die heute angebotenen Systeme einer Unterstützung des betrieblichen Umweltschutzes gerecht werden und damit eine Eignung der Integration der RER versprechen.

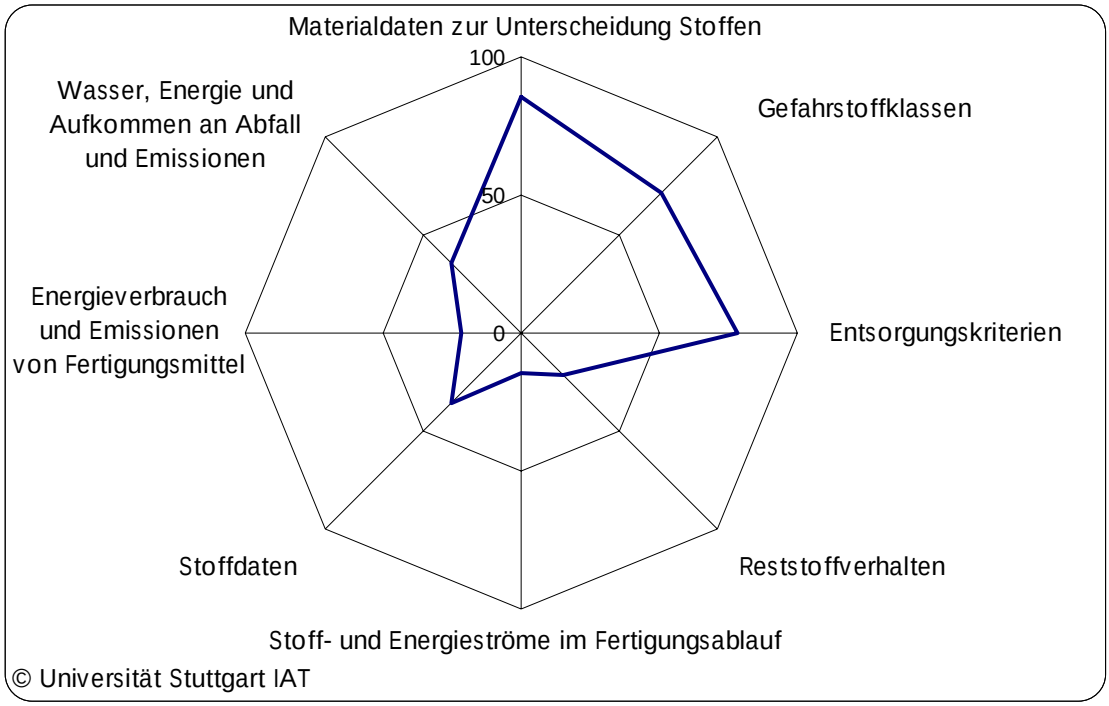


Abbildung 3.1 Umweltrelevante Daten die durch ERP-Systeme erfassbar sind (in Prozent)

Die Auswertung von 10 Prozent Rückläufer bei der Umfrage ergab die in Abbildung 3.1 dargestellten Möglichkeiten der Erfassung von umweltrelevanten Daten und Informationen aus der Produktion. Die erfassbaren Daten reichen dabei von „reinen“ Materialdaten über Gefahrstoffklassen bis hin zu weitere Stoffdaten. Darunter fallen auch die für eine RER notwendigen MI-Daten. Besonders schwach sind die Systeme bisher bei der Erfassung von Stoff- und Energieströmen sowie Energieverbrauch und Emissionsdaten aus der Fertigung. Da es sich um elementare Größen für die Durchführung einer RER handelt, wird hier die Notwendigkeit der programmtechnischen Erweiterung deutlich.

© CARE Konsortium

Der Bereich der Fertigungssteuerung erhält nach den Angaben der ERP-Anbieter eine breite informationstechnische Unterstützung mit ökologischem Hintergrund. Die Unterstützung ist in diesen Bereichen von besonderer Wichtigkeit, da hier ein Großteil der umweltrelevanten Daten entstehen und erfasst werden müssen, um diese anderen Funktionsbereichen zur Verfügung stellen zu können (vgl. Abbildung 3.2).

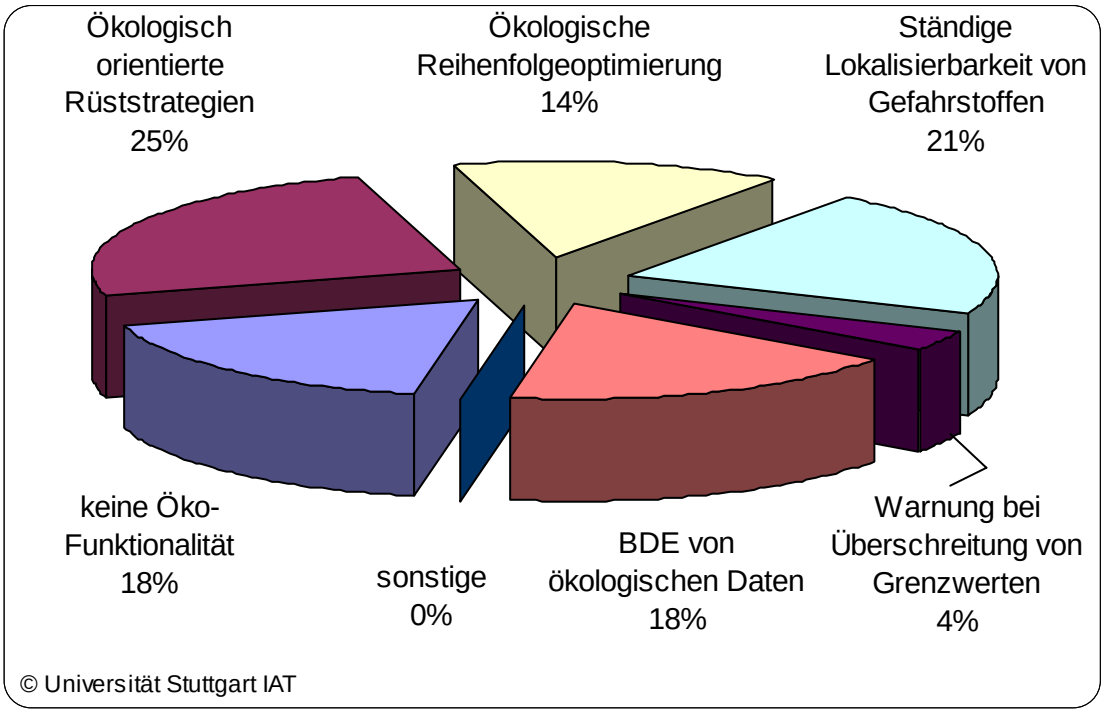


Abbildung 3.2 „ökologische“ Funktionalitäten im Bereich der Fertigung und Montage

Die Betriebsdatenerfassung (BDE) auch zur Aufnahme von ökologisch relevanten Daten (Energieverbrauch, Lärm-, Schadstoffemission etc.) ist notwendige Voraussetzung für die automatische Warnung bei Überschreitung von Grenzwerten (z.B. Emission, Lärm etc.) und dient als Informationspool für die RER.

Die Integration von Umweltzielen in das betriebliche Zielsystem des Unternehmens ist nach Angaben in den Fragebogen in 13 Prozent der Systeme möglich. Eine Konkretisierung gewählter Zielgrößen, wie z.B. durch das Ausweisen von Öko-Größen (z.B. Energieverbrauch pro Planungsperiode) wird von rund 17 Prozent unterstützt.

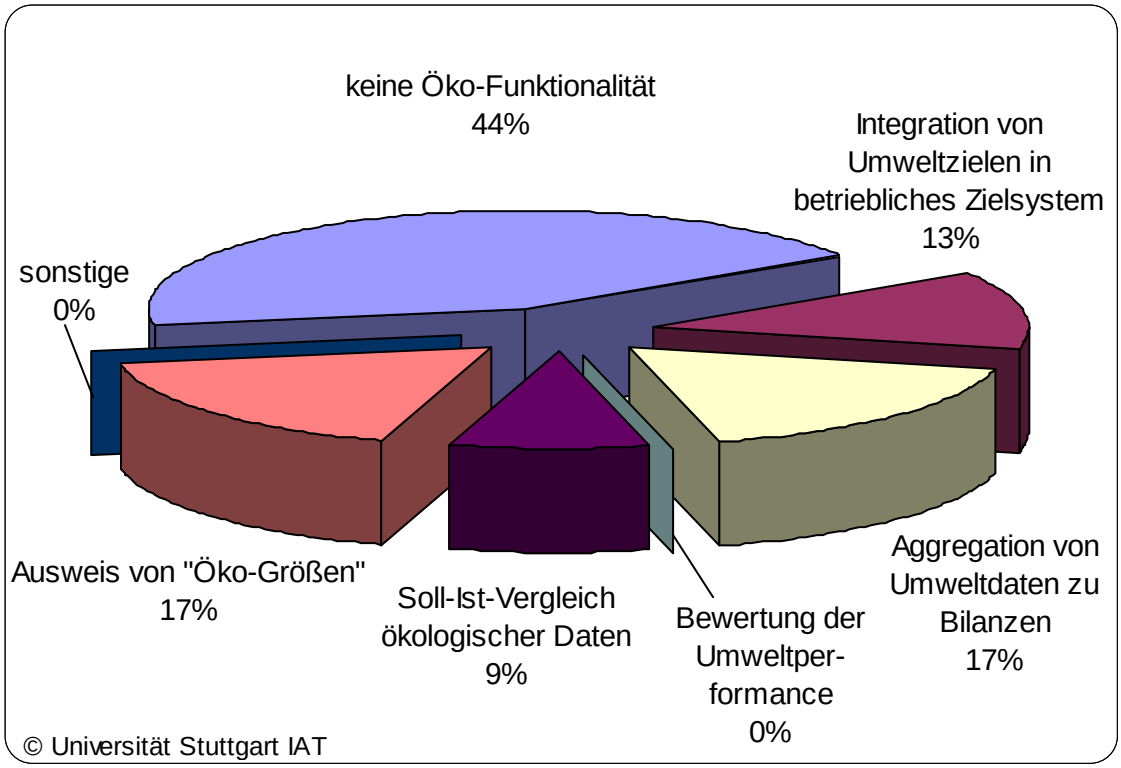


Abbildung 3.3 Unterstützung von Controlling Funktionen

Um eine Bewertung der Entwicklung zu ermöglichen, wäre zumindest ein Abgleich der Soll- und Ist-Größen notwendig, der allerdings nur von neun Prozent der Systeme getragen wird (vgl. Abbildung 3.3). In diesen Reigen der Controlling-Funktionen bzw. -Unterstützung, aus dem in einer starken Hälfte der angebotenen Systeme Vertreter angeboten werden, wäre die Implementierung der RER in einem ERP-System einzureihen.

3.1 Zusammenfassung

Insgesamt lässt sich sagen, dass sich ein Großteil der auf dem Markt befindlichen ERP-Systeme von den grundlegenden Datenstrukturen schlecht für eine Erweiterung um die Funktionalität der RER eignet. In Anhängigkeit dieser Gegebenheiten gestalten sich die notwendigen programmtechnischen Aufwendungen einer Integration der RER in ein solches ERP-System. Besteht kein Bedarf einer Anpassung oder einer umfassenden Erweiterung interner Datenstrukturen, dann hält sich dieser Aufwand sicherlich in marktgerechten Grenzen.

© CARE Konsortium

4 Datenangebot und -struktur von ERP-Systemen – Relevanz für die RER

4.1 Datenangebot und -struktur von ERP-Systemen

Eine Hauptdatenquelle für umweltrelevante Größen und Angaben zu Kosten, die für die RER benötigt werden, sind die Stammdaten der Produktionsplanung und -steuerung:

- Der Artikelstamm enthält Informationen zu Endprodukten, Baugruppen und Einzelteilen und evtl. auch zu Hilfs- und Betriebsstoffen.
- Stücklisten bilden die Zusammensetzung von Produkten aus ihren Bestandteilen ab.
- Fertigungsprozesse werden durch Arbeitspläne beschrieben. Ein Arbeitsplan enthält die Beschreibung einer Transformation von Werkstücken vom Rohzustand in den Fertigungszustand.
- Betriebsmittelstammdaten enthalten alle Grunddaten zu einzelnen Betriebsmitteln. Betriebsmittel sind dabei alle für die Produktion notwendigen Ressourcen wie Werkzeuge, Maschinen und Personal. Sie sind insofern von Relevanz, als Betriebsmittel die maßgeblichen Verbraucher in einem Produktionsprozess darstellen.

Stammdaten beschreiben die wesentlichen Fertigungsstrukturen, sagen allerdings noch nichts über die tatsächlichen Stoffströme in der Produktion aus. Informationen dazu sind den Auftragsdaten des ERP-Systems (Kundenaufträge, Lageraufträge, Materialdisposition) zu entnehmen. Da sich einige für die RER relevante Daten in ERP-Systemen finden, bietet sich diese als Datenquelle für Auswertungen im ERP-System selbst bzw. in BUIS an.

ERP-Systeme basieren auf zumeist relationalen Datenbanken. Dies können auf dem Markt erhältliche Standard-Datenbanken oder Eigenentwicklungen sein. Innerhalb einer relationalen Datenbank ist jeder Wert logisch durch eine Kombination von Tabellenname, Primärschlüssel und Attributname (Spaltenname) auffindbar. Dies bedeutet, dass in einer Tabelle an jedem durch eine Zeilenummer und eine Spaltennummer definierten Tabellenfeld ein bestimmter Wert steht.

Die Struktur der Datenbank wird in derselben logischen Struktur wie die Daten selbst gespeichert, also in Tabellen. Dazu muss die Struktur aller Tabellen, die zu einer Datenbank gehören, in einer Tabelle (dem Katalog) zugänglich sein. Die Structured Query Language (SQL) ist eine weit verbreitete Sprache, mit der die meisten relationalen Datenbanken erstellt, manipuliert und abgefragt werden.

© CARE Konsortium

Der Anwender eines ERP-Systems ist im Regelfall nicht berechtigt bzw. in der Lage die Tabellenstrukturen der Datenbasis zu beeinflussen. Erweiterungen und Anpassungen innerhalb der Datenbank werden durch den Anbieter oder einen anderen Dienstleister vorgenommen. So lassen sich z.B. Tabellen mit Angaben zu Materialien um eine Spalte mit dazugehörigen MI-Werten ergänzen.

Für den Export von Daten aus ERP-Systemen zur Weiterverarbeitung in anderen Systemen z.B. BUIS, lassen sich in der Regel Textdateien (im csv-Format oder ähnlichen Formaten) oder zu Office-Anwendung kompatible Dokumente erzeugen. Dies geschieht durch die Anwendung bereitgestellter Standard-Reports oder auch durch das Absetzen von SQL-Abfragen auf die Datenbank.

Die meisten Anbieter experimentieren auch mit XML-Formaten und XML-Datentypen[1]. Vor allem im Bereich des e-business ist man mit den Entwicklungen weit fortgeschritten. Dies belegen erste Quasi-Standards wie der BMEcat® (Version 1.2) und die Spezifikation openTRANS®. Unter Führung des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation wurden dort standardisierte Datenstrukturen zum Austausch von Produktinformationen, Produktkatalogen sowie Transaktionen zur Auftragsabwicklung erstellt.
Unter umweltrelevanten Aspekten existieren zwei Ansätze zur Spezifizierung von XML-Formaten. Dies ist zum einen die Chemical Markup Language (CML™), welche zunächst entworfen wurde, um Moleküle, Reaktionen und ihre Bestandteile zu beschreiben. Sie wurde dann erweitert, um die Möglichkeit komplexe Dokumente wie Rezepturen und Reports darstellen zu können. Die Environmental Markup Language (EML)[2] hat zum Ziel Umweltobjekte und Umweltdaten beschreiben zu können. Bisherige Ausrichtungen sind dabei Umweltgeodaten und die Umweltberichterstattung im Rahmen des Umweltmanagements. Für die Beschreibung betrieblicher Umweltdaten für das Stoffstrommanagement existieren jedoch noch keinen Ansätze.

4.2 Relevanz von Daten aus ERP-Systemen für die RER

Tabelle 4.1 zeigt eine Übersicht umweltrelevanter und kostenrelevanter Informationen in ERP-Systemen. Die Daten sind hinsichtlich ihrer Relevanz und Eignung für eine kombinierte Stoffstrom- und Kostenbetrachtung für die RER klassifiziert.

[1] XML: eXtended Mark-up Language
[2] siehe http://www.xml-eml.org

© CARE Konsortium

Im Bericht 2.1 zum Forschungsprojekt CARE (Orbach 2002) wurde der Informationsbedarf der RER auf Unternehmens-, Prozess- und Produktebene definiert. Darauf aufbauend lassen sich in ERP-Systemen vorliegende Daten auf ihre Relevanz für die Ressourceneffizienz-Rechnung untersuchen.

Auf **Unternehmensebene** sind Daten erforderlich, die die Erstellung einer betrieblichen Input-Output-Analyse erlauben. Im Folgenden wird erläutert, ob und wo die dazu benötigten Daten typischerweise in einem ERP-System gefunden werden können:

- Die Mengen der im Bezugszeitraum angelieferten Materialien, Stoffe und Vorprodukte werden in der Bestandsführung geführt. Jedoch sind diese Mengen nicht immer in Masseneinheiten sondern oft nur in Stückzahlen erfasst.
- Die Mengen der angelieferten Energien: Diese können über Buchungen zur Bezahlung von Energierechnungen ermittelt werden. Dort sind zumeist die Menge der angelieferten Energie (in kWh oder ähnlichen Einheiten) verfügbar.
- MI-Werte von angelieferten Materialien und Energien: diese Daten sind im allgemeinen nicht verfügbar.
- Die Mengen der im Bezugszeitraum abgelieferten Materialien, Stoffe und Produkte ausgedrückt in Masseneinheiten werden in der Bestandsführung abgebildet. Der Output nicht-warenförmiger Ressourcen wie Reststoffen und Emissionen ist nicht immer im ERP-System abgebildet. Reststoffe sind bei größeren Unternehmen in einer Abfallbilanz erfasst, die oft auch im ERP-System im Bereich Abfall- und Gefahrstoffmanagement abgebildet ist. In Entsorgungsaufträgen finden sich Daten zu Mengen und Kosten der Entsorgung von Reststoffen. Emissionen sind zumeist nicht im ERP-System abgebildet, können aber in anderen Informationssystemen wie behördlich vorgeschriebenen rechnergestützten Messeinrichtungen vorliegen.
- Die Mengen der abgegeben Energien in Energieeinheiten: Diese Information liegt zumeist nur dann vor, wenn abgegebene Energien verkauft oder unternehmensintern weiterverrechnet werden, z. B. wenn durch technische Prozesse erzeugte Abwärme weitergenutzt wird.
- Detaillierte Klassifizierungen von Stoffen, Materialien, Artikeln und Energien, die den Anforderungen einer betrieblichen Umweltbilanz entsprechen, liegen meist nicht im ERP-System vor. Oft können aber dazu nötige nicht-betriebswirtschaftliche Zusatzinformationen im Materialstamm mit aufgenommen werden oder müssen extern vorgegeben werden.

Auf **Prozessebene** werden Daten zur Erstellung eines Materialflussdiagramms und zur Abbildung aller betrieblichen Stoffströme benötigt. Dazu werden Mengen- und Kosteninformationen für die Zuordnung auf Prozessebene benötigt.

© CARE Konsortium

- Die eingesetzten Materialien bzw. Stoffe und Energien zur Durchführung des betrachteten Teilprozesses nach Art und Menge finden sich in Stücklisten und Arbeitsplänen (Soll-Daten) sowie rückgemeldeten Fertigungsaufträgen (Ist-Daten).
- MI-Werte von angelieferten Materialien und Energien sind zumeist nicht im ERP-System verfügbar.
- Der warenförmige Output eines Teilprozesses ist ebenfalls aus Stückliste, Arbeitsplan bzw. Fertigungsauftrag ermittelbar. Nicht-warenförmiger Output wie Reststoffe oder Ausschuss ist meistens nur indirekt aus einer Massenbilanz des Prozesses ermittelbar. Der Output an Energien ist in ERP-Systemen normalerweise nicht erfassbar.
- Eine Mengen- und Kostenallokation bei Kuppelproduktion ist im allgemeinen nur bei ERP-Anwendungen in der Prozessindustrie vorhanden.
- Die benötigten Arbeitsschritte einschließlich Aufwand an Personal und Maschinen finden sich in Arbeitsplänen, wo auch eine Zuordnung zu den benötigten Arbeitsplätzen stattfindet.
- Die Definition der Teilprozesse als eigenständige Kostenstellen ist über die Zuordnung der benötigten Arbeitsplätze zu Kostenstellen möglich.

Auf **Produktebene** werden Daten zur Durchführung der betrieblichen Massenrechnung benötigt. Dazu sind zusätzlich zum Informationsbedarf der Prozessebene noch weiter Mengen- und Kosteninformationen nötig.

- Die im Betrieb berücksichtigten Materialien und Stoffe müssen nach Massenarten gegliedert sein, am besten in Form eines Massenkontenrahmens.
- Die benötigten Arbeitsschritte bzw. Teilprozesse des Produktionsprozesses müssen bekannt sein und als Einzelmassenstellen definiert sein. Für nicht zuordenbare Massen müssen Gemeinmassenstellen definiert sein. Damit wird eine Zuordnung von Massenverbräuchen im Sinne der Massenstellenrechnung möglich.
- Die Struktur des Massenstellensystems und damit auch die Verbindungen der Massenstellen untereinander müssen bekannt sein. Massenträger müssen definiert sein. Dadurch können Massenverbräuche eindeutig einem Massenträger zugeordnet werden.
- Massenverbräuche müssen für jede Massenstelle verfügbar sein. Energieverbräuche werden über ihre MI-Werte als Massen verrechnet.
- Massenallokationen: Wenn der Output eines Prozesses Teilprodukte für verschiedene Endprodukte enthält, so muss genau definiert sein, welcher Massenanteil des Teilproduktes in welches Endprodukt eingeht.
- Die MI-Werte von angelieferten Materialien und Energien müssen bekannt sein.

© CARE Konsortium

Aggregation	Datum	umwelt-relevant	kosten-relevant	RER-relevant
Artikelstamm	• Preise	○	●	○
	• Lieferant	◕	◕	◕
	• Stoffklassifikation	●	○	●
	• Maßangaben	●	◔	●
	• Bestand	◕	●	●
Stückliste (SOLL)	• Material	●	●	●
	• Menge	●	●	●
	• Baugruppe/Stufe	◔	○	●
Arbeitsplatzbe-schreibung	• Kostenstellenzuordnung	○	●	●
	• Maschinensätze	○	●	●
	• Personalsätze	○	●	●
Arbeitsplan (SOLL)	• Artikel	◕	●	●
	• Arbeitsgänge	●	●	●
	• Zeiten (t_r, t_e) ohne Zeitraum-bezug	◔	◔	◔
	• Kosten (var, fix)	○	●	●
Fertigungsauftrag (PLAN)	• Artikel	◕	●	●
	• Arbeitsgänge	●	●	●
	• Mengen	●	●	●
	• Zeiten mit Zeitraumbezug	●	●	●
	• Schichtplan	○	●	◔
	• Kosten (var, fix) , Kostenstellen	○	●	●
Bestandsführung: Wareneingangs-bestätigung (IST)	• Lieferant	◕	◔	◕
	• Bestellnummer	○	○	○
	• Artikel	◕	●	●
	• Termine	●	●	●
	• Packmittel	●	●	●
	• Transportmittel	●	●	●
	• Menge/Maße	●	●	●
	• Preise	○	●	●
	• Kosten	○	●	●

© CARE Konsortium

Bestandsführung: Warenausgangs-bestätigung (IST)	• Kunde	◔	◔	◕
	• Artikel	◕	●	●
	• Mengen/Maße	●	●	●
	• Packmittel	●	●	●
	• Termine	◕	●	●
	• Preise	○	●	●
Entsorgungs-auftrag (PLAN)	• Entsorger	◕	◔	●
	• Artikel	◕	●	●
	• Packmittel	●	●	●
	• Transportmittel	●	●	●
	• Menge/Maße	●	●	●
	• Kosten, Kostenstelle	○	●	●
	• Termine	◕	●	●
Abfall- und Ge-fahrstoffmanage-ment	• Klassifizierung	●	○	●
	• EWC-Nr.	●	○	●
	• Betriebsanweisung	●	○	○
	• Materialinhaltsstoffe	●	○	●
	• WGK	●	◔	●
	• CAS Nr.	●	○	●
	• Mengen/Maße	●	●	●
	• Kosten	○	●	●
Emissionen	• Menge/Konzentr.	●	○	●
	• Zeiträume	●	○	●
	• Kosten, Kostenstelle	○	●	●
Energie	• Menge	●	○	●
	• Zeiträume	●	○	●
	• Kosten, Kostenstelle	○	●	●
Legende: ● =notwendig, ◕ =bedingt benötigt, ◔ =weniger benötigt, ○ =nicht benötigt				

Tabelle 4.1 Analyse und Klassifizierung umwelt- und kostenrelevanter Größen in ERP-Systemen

© CARE Konsortium

5 Zwei Vertreter typischer ERP-Systeme

Anhand der ERP-Systeme infor:COM von der infor business solutions AG und SAP R/3 von der SAP AG werden in den folgenden Abschnitten die Kapitel 2 und 4 veranschaulicht.

Die 1979 gegründete infor business solutions AG, Friedrichsthal wurde zunächst durch ihr CIM-Leitstandsystem bekannt und konnte dann mit infor:NT ein ERP-Systemen für den Mittelstand einführen. Zum Jahrtausendwechsel kamen in der Weiterentwicklung infor:COM weitere Funktionalitäten und eine vollständig überarbeitete Benutzungsoberfläche hinzu.

Die SAP AG mit Sitz in Walldorf wurde 1972 gegründet. Ihr System SAP R/3 gibt es seit 1996, es ist v.a. bei Großunternehmen verbreitet. In geringerem Maße kommt R/3 auch in klein- und mittelständischen Unternehmen zum Einsatz.

5.1 infor:COM

Das ERP-System bietet eine hohe Standardfunktionalität an, welche sich den individuellen Bedürfnissen des Kunden anpassen lässt. Die Software kann durch weitere Objekte, Komponenten oder Prozesse ergänzt werden. Diese Business-Objects werden in infor:COM so miteinander verknüpft, dass die Geschäftsprozesse innerhalb der Wertschöpfungskette integriert ablaufen können. Der Datenaufwand wird dadurch reduziert und der Informations- und Kommunikationsfluss minimiert.

5.1.1 Funktionsmodule

Neben den betriebswirtschaftlichen Funktionen realisiert infor:COM durch die integrierte Arbeitsweise auch SCM-Anforderungen. So werden die Bedarfsermittlung, die Produktionsplanung, der Einkauf und weitere nicht nur für alle Bereiche eines einzelnen infor:COM-Anwenders betrachtet, sondern können innerhalb der gesamten Lieferkette angewendet werden. Zum elektronischen Austausch der Daten innerhalb der Lieferkette stehen Funktionsmodule zur Verfügung Ebenso wie für unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse von Unternehmen zu Unternehmen (b2b) oder Unternehmen zu Lieferanten (b2c).

Die infor business solutions AG hat frühzeitig erkannt, dass der Einsatz von Energien und Rohstoffen, die Beachtung von Umweltauflagen und die Abfallbeseitigung ein immer bedeutenderer Kostenfaktor für die Unternehmen werden. Mit einem weiteren Funktionsmodul infor:EMS werden Aufgaben in diesem Bereich unterstützt. Hier befindet sich auch der Hauptansatz für eine Integration der RER in infor:COM.

© CARE Konsortium

5.1.2 Datentechnischer Aufbau

Alle Daten, sowohl firmenspezifische Stammdaten und Bewegungsdaten als auch die Programmkomponenten sind in einer relationalen Datenbank (z.B. ORACLE) abgelegt.

In infor:COM existieren über 400 Tabellen, welche aus einer Vielzahl von Datenbankfeldern bestehen. Einige der für die Ausarbeitung relevanten Tabellen sind in Tabelle 5.1 aufgeführt.

Tabellenname	Inhalte...	...aus den Bereichen
relAb	Ressourcenlisten	Stammdaten
relAc	Artikel, Arbeitsplätze, Arbeitsgangkatalog	Stammdaten
relAcK	Kosten für Artikel	Stammdaten
relCb	grob geplante Aufträge	Kalkulation/Disposition
relDb	Fertigungsaufträge	Fertigungssteuerung
relFi	Preistabellen	Vertrieb
relEs	Summensätze	Statistik

Tabelle 5.1 Übersicht einiger Tabellen in infor:COM

Das infor:COM Datenmodell ist entgegen der üblichen Datenbankstrukturen nicht flach aufgebaut, sondern hierarchisch gegliedert (vgl. infor business solutions AG, 2000c).

Dies ermöglicht die Definition von kombinierten Sichten auf die Datenbank. Sichten können aus Tabellen (infor nennt diese Relationen), Strukturen und einzelnen Feldern bestehen. Tabellen können Strukturen und Felder, Strukturen wiederum Felder enthalten (vgl. Abbildung 5.1). Vorteil ist die flexible und schnelle Kombination durch die Wiederverwendung von bereits definierten Tabellen und Strukturen mit Feldern zu einer neuen Sicht, welche die benötigten Daten in der Datenbank aufzeigen kann.

© CARE Konsortium

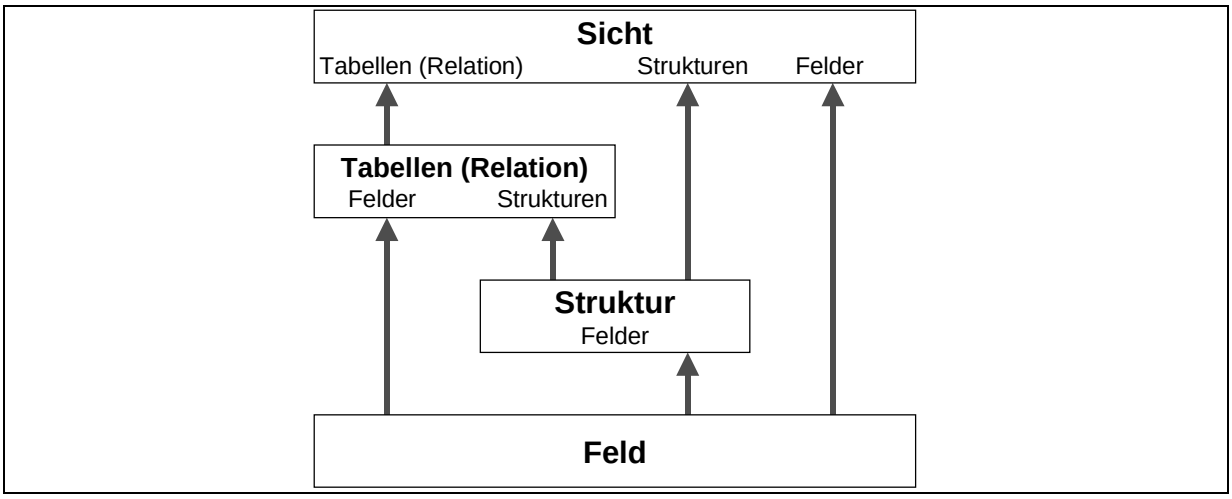


Abbildung 5.1 infor:COM Datenmodell

Mit infor:COM wird das Tool T32view ausgeliefert, welches auch dem Anwender einen Blick in den Aufbau einer Sicht ermöglicht.

```
06.09.01 16:53, Sichten ausgeben

Sicht relAc
Feld                        Beschreibung              Länge          Typ
VQLHeader.DbIdent           SysFiller                   20            7
VQLHeader.CreateDate        Erstellt                     8            9
VQLHeader.ModifyDate        Geändert                     8            9
VQLHeader.ModifyUser        Benutzer                    16            6
DbPart.RNr                  Rückmeldenr.                 4            3
DbPart.Saint                Satzart                      1            1
...
```

Tabelle 5.2 gekürzte Ausgabe des Tools T32view.exe

Tabelle 5.2 zeigt einen Auszug der Sicht `relAc`, welche bei der Verwaltung von Stammdaten zu Artikel, Arbeitsplätzen und Arbeitsgängen zum Einsatz kommt.

Das dadurch gewonnene Wissen über die Namen, Längen und Typen der Felder ermöglicht es dem Anwender SQL-Abfragen auf die Datenbank zu formulieren, um Reports generieren zu können.

5.1.3 Planungsfunktionalität

Die Einplanung von Fertigungsaufträgen basiert in infor:COM auf so genannten Ressourcenlisten. Diese stellen eine Kombination aus auftragsanonymen Stücklisten und Arbeitsplänen dar. Dabei sind alle Ressourcen (Materialien, Arbeitsgänge u.a.) enthalten, die zur Fertigung eines Artikels benö-

© CARE Konsortium

tigt werden. Um eine „just in time“-Planung zu ermöglichen, sind die Ressourcen in simultaner Reihenfolge abgelegt. Das bedeutet, das Materialien, die für einen Arbeitsgang benötigt werden, direkt unter diesem in der Liste stehen. Im Beispiel (vgl. Abbildung 5.2) der „Schraubendrehermontage“ stehen die Materialien Griff und Klinge unterhalb des Montagearbeitsganges, ebenso die sich anschließende Qualitätsprüfung (vgl. infor business solutions AG, 2000).

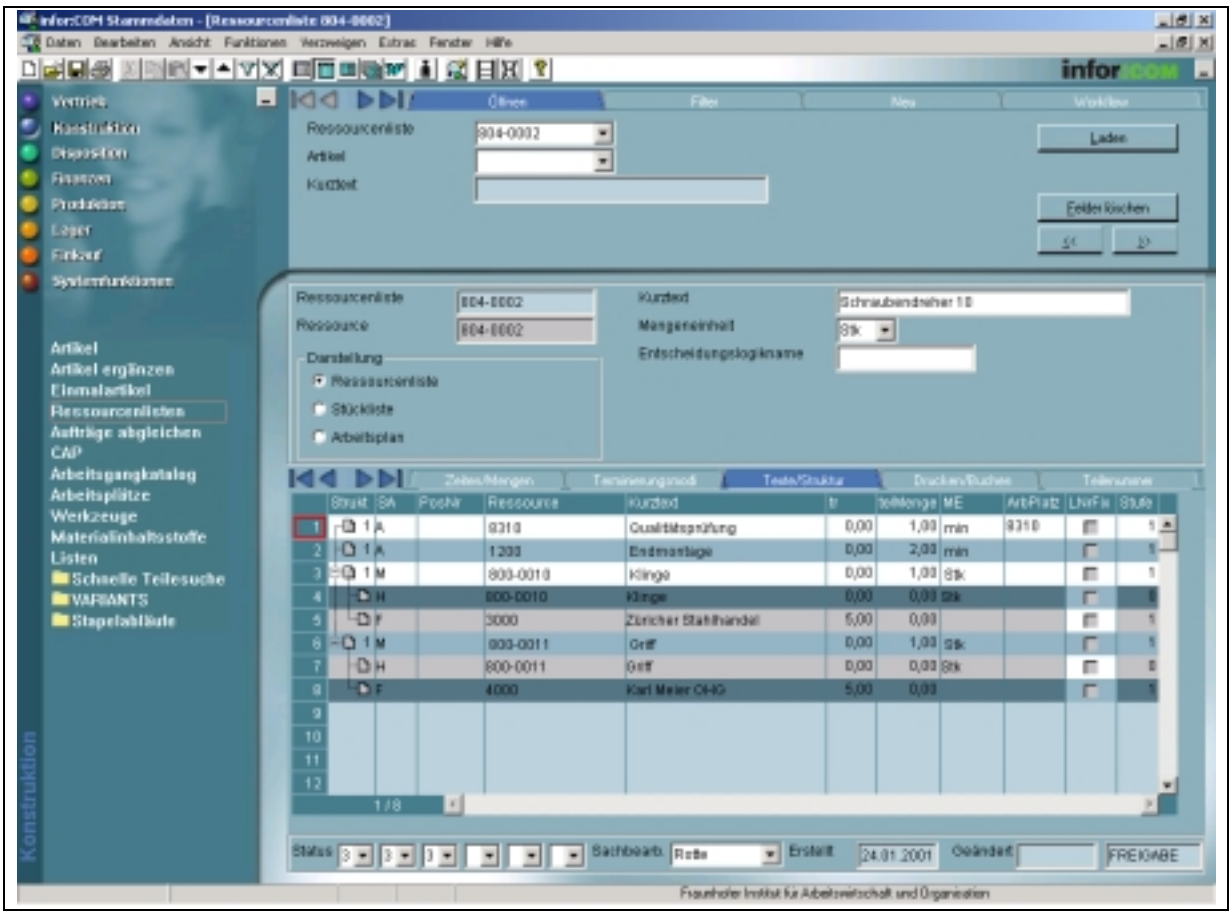


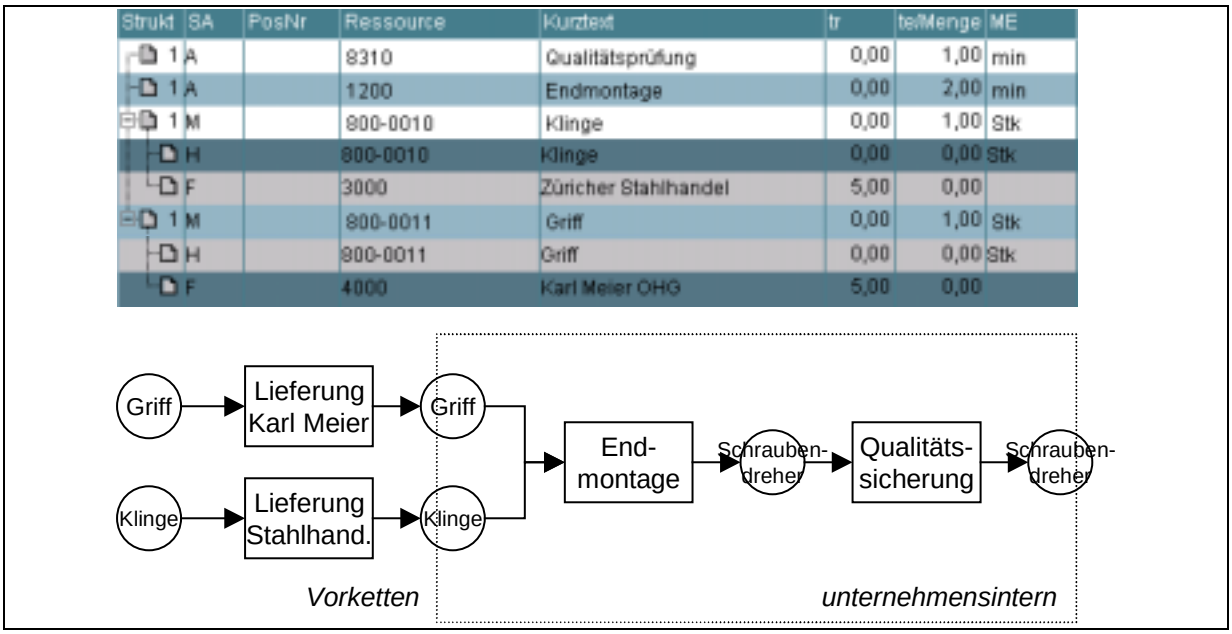
Abbildung 5.2 Ressourcenliste in infor:COM

Die Satzart (SA) dient zur Klassifikation der Positionen. Die Hauptbestandteile von Ressourcenlisten sind A-Sätze (Arbeitsgänge) und M-Sätze (Materialien). Ein *H-Satz* wird automatisch erzeugt und dient der Zusammenfassung der Ressourcenliste. Über einen *F-Satz* lassen sich Fremdbezüge modellieren. Bei Arbeitsgängen anfallende Reststoffe können in Ressourcenlis-

© CARE Konsortium

ten mit einem *R-Satz* beschrieben werden.[3] Mit dem *T-Satz* werden Transportzeiten abgebildet.

Durch die Auflistung der Ressourcen in simultaner Reihenfolge lässt sich aus der Ressourcenliste ein partielles Stoffstrommodell erzeugen (vgl. Abbildung 5.3). Aus der Spalte Struktur (Strukt) und Satzart (SA) ergibt sich der Fertigungsablauf indem man die Tabelle von unten nach oben durchläuft.



Strukt	SA	PosNr	Ressource	Kurztext	tr	te/Menge	ME
1	A		8310	Qualitätsprüfung	0,00	1,00	min
1	A		1200	Endmontage	0,00	2,00	min
1	M		800-0010	Klinge	0,00	1,00	Stk
	H		800-0010	Klinge	0,00	0,00	Stk
	F		3000	Züricher Stahlhandel	5,00	0,00	
1	M		800-0011	Griff	0,00	1,00	Stk
	H		800-0011	Griff	0,00	0,00	Stk
	F		4000	Karl Meier OHG	5,00	0,00	

Abbildung 5.3 Ableitung eines partiellen Stoffstrommodells aus einer Ressourcenliste

So entsteht z.B. das in Abbildung 5.3 dargestellte Modell der Schraubendreher-Fertigung. Durch den Einbezug der Lieferanten können die Vorketten andeutungsweise mit einbezogen werden. Bei der Verwendung des EMS-Moduls können zusätzlich entstehende Reststoffe in die Ressourcenliste mit aufgenommen werden. Dann wäre eine Stoffstrommodell zu beschreiben, das nicht nur auf das Endprodukt ausgerichtet ist. Eine für Auswertungen gemäß der RER gut geeignete Datenstruktur.

Außerdem können für jedes im Unternehmen verwendete Material so genannte Materialinhaltsstoffe definiert und verwaltet werden. In Abbildung 5.4 ist z.B. ein mit Nickel belasteter Kühlschmierstoff definiert, der jetzt verschiedenen Schleifprozessen im Unternehmen zugeordnet werden kann. Diese Materialinhaltsstoffe lassen sich über eine Ressourcenliste aggregie-

[3] Den Einsatz des Zusatzmoduls infor:EMS vorausgesetzt.

© CARE Konsortium

ren, so dass man einen Überblick bzgl. der oft auch als Gefahrstoff klassifizierten Inhaltsstoffe des entsprechenden Produktes erhält.

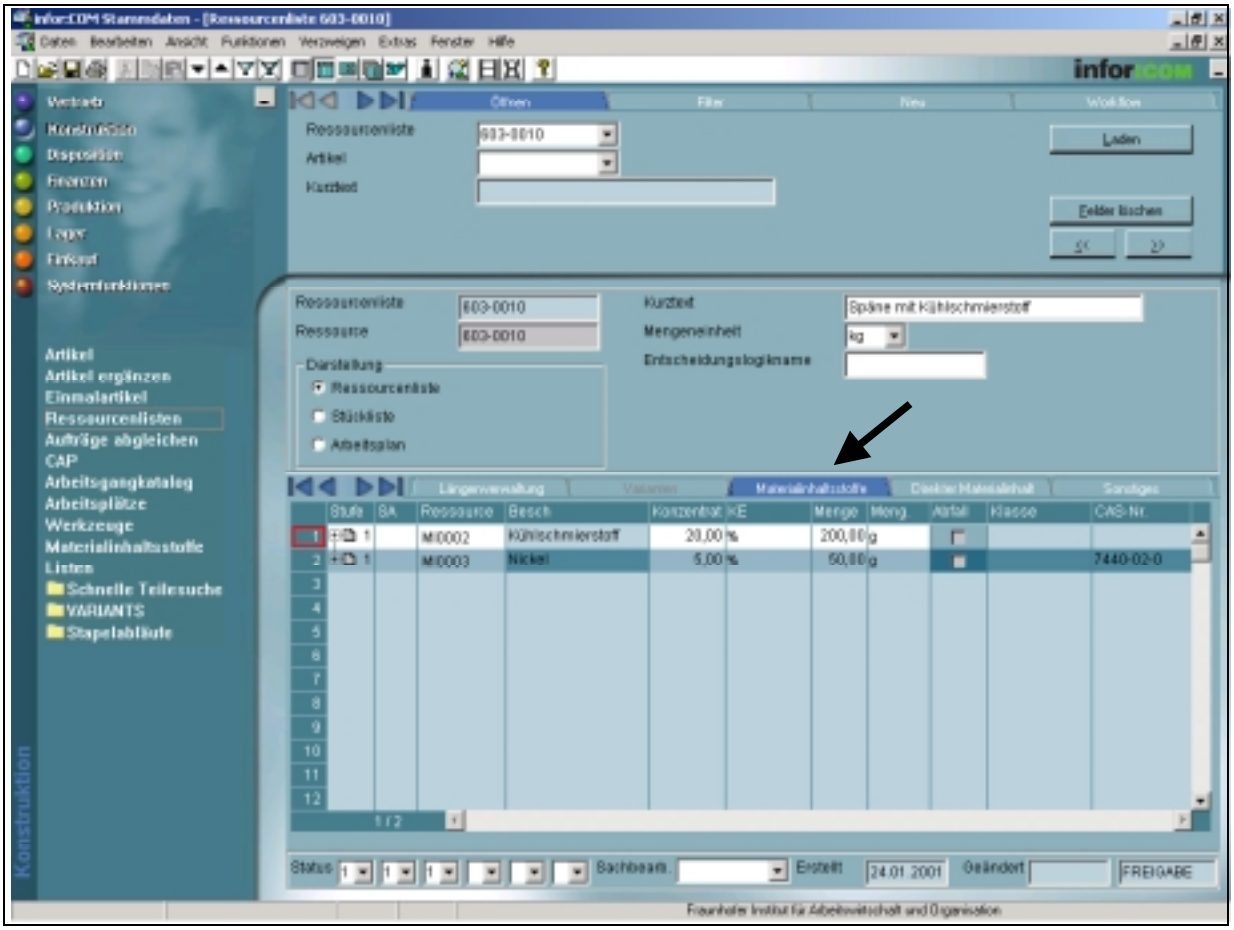


Abbildung 5.4 Beschreibung von Inhaltsstoffen der Materialien

Gefahrstoffe werden in den Stammdaten gekennzeichnet und einer Gefahrstoffklasse zugeordnet. Diese können bei der Erstellung eines Fertigungsauftrages, im Warenaus- und Wareneingang ausgewertet werden.

Gefahrstoffklassen sind in der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) definiert. Die Liste der Gefahrenklassen mit Randnummer und Kurztext kann in einer Zuordnungstabelle gepflegt werden. Für jede Gefahrstoffklasse lassen sich Sicherheitshinweise und Arbeitsanweisungen hinterlegen. Die Zuordnung erfolgt gemäß Anhang I Nr. 1 der GefStoffV Kapitel 1.5 bzw. 1.6. Die Zuordnungstabelle wird in der Stammdatenpflege geführt. Angeboten wird hier zunächst eine Beispielliste, eine Weiterführung erfolgt durch den Benutzer nach Bedarf.

© CARE Konsortium

In ähnlicher Art und Weise ließe sich die Beschreibung der Materialien um die Aufnahme von MI-Werten ergänzen. Durch zusätzliche Auswertefunktionen könnte man diese aggregieren und für die RER nutzen.

5.1.4 Zusammenfassung

Durch einen konsequenten Einsatz des *T-Satzes* in der Ressourcenliste und einer Hinterlegung von Transportmittel sowie der ausführlichen Beschreibung bei Fremdbezug von Materialien oder Roh- Hilfs- und Betriebsstoffen mit den selben Informationen könnte in infor:COM die Datenbasis für die RER hinterlegt werden. An den entsprechenden Stellen sind dafür die MI-Werte zu ergänzen. Dies setzt stets den Einsatz des Zusatzmoduls infor:EMS voraus.

Die auf dieser Datenbasis aufbauenden Funktionen und Auswertungen im Sinne der RER sollten dann ebenfalls im EMS-Modul implementiert und über dessen Benutzungsschnittstelle angeboten werden.

5.2 SAP R/3

5.2.1 Einführung

SAP R/3 besteht aus einem Kernsystem, dem verschiedene Module angegliedert sind. Die betriebswirtschaftlichen Standardanwendungen umfassen die Bereiche:

- SD (Sales and Distribution): Vertrieb
- MM (Material Management): Materialverwaltung
- PP (Production Planning): Produktionsplanung
- FI (Finances): Finanzwesen
- CO (Controlling): Controlling
- AM (Fixed Assets Management): Anlagenmanagement
- QM (Quality Management): Qualitätsmanagement
- PM (Plaint Maintenance): Instandhaltung
- HR (Human Resources): Personalwirtschaft
- PS (Project Services): Projektmanagement
- OC (Office & Communication): Bürokommunikation
- IS (Integrated Services) Branchenlösungen

Zu den weiteren verfügbaren Modulen gehört das Umweltmanagement-Modul EHS (Environment, Health and Safety), das sich mit den Bereichen betrieblicher Umweltschutz, Gesundheitsschutz und Sicherheit befasst. Dort können Stoffe verwaltet und bewertet werden, Sicherheitsdatenblätter er-

© CARE Konsortium

stellt bzw. generiert werden und Gefahrgut verwaltet werden. Auch Abfallbilanzen können mit dem Modul EHS erstellt werden (aus Lang u. Rey 2001).

5.2.2 Systemarchitektur

SAP R/3 basiert auf einer Client/Server-Architektur. Früher wurde unter dem Begriff Client/Server-Computing lediglich die Trennung von Hardware in Desktop-Systeme (Clients) und spezielle Hintergrundsysteme (Server) verstanden. Die Desktop-Systeme sind in der Regel PCs, die von den Anwendern auf ihrem Schreibtisch benutzt werden, während mit Hilfe von Servern Daten verwaltet werden können oder Geräte wie z. B. Druckern angesteuert werden können. Clients und Server sind dabei über ein Netzwerk miteinander verbunden.

Mittlerweile ist der Begriff Client/Server-Computing auch Grundlage einer bestimmten Software-Architektur. Ruft der Benutzer einer Software (dem Client) Funktionen auf, so werden diese Funktionen nicht immer vom Client selbst ausgeführt sondern als Auftrag an eine andere Software (dem Server) vergeben. Beim sogenannten synchronen Aufruf des Clients wartet der Client auf Beendigung des Auftrages durch den Server. Beim sogenannten asynchronen Aufruf wartet der Client nicht auf den Server, sondern fährt mit seiner Verarbeitung fort. Dies ist zum Beispiel dann interessant, wenn Client-Software und Server-Software auf verschiedenen Hardware-Systemen laufen, die über Wide Area Networks (WANs) oder das Internet miteinander verbunden sind und nicht kontinuierlich miteinander in Verbindung stehen (Buck-Emden u. Galimow 1996).

Dem System SAP R/3 liegt eine software-orientierte mehrstufige Client/Server-Architektur zugrunde. Das System ist dadurch modular strukturiert. Die einzelnen Software-Komponenten sind durch Auftraggeber/Auftragnehmer-Beziehungen miteinander verbunden. Durch die Installation ausgewählter Server für bestimmte Aufgaben lässt sich eine homogenere Last auf einzelnen Rechnern realisieren, was die Leistung des Gesamtsystems verbessert. Das Systemdesign des Systems R/3 ist weitgehend hardwareunabhängig und auf vielen unterschiedlichen Plattformen lauffähig (Buck-Emden u. Galimow 1996).

In SAP R/3 wird im Rahmen der Client/Server-Technologie in drei Ebenen unterschieden:

- Datenbankebene: Hier werden die Tabellen der Stamm- und Bewegungsdaten verwaltet, sowie im sogenannten Repository die Metadaten, mit denen die Beziehungen zwischen den Tabellen beschrieben wird. SAP R/3 kann auf verschiedenen Datenbankmanagementsystemen aufbauen, wie z. B. DB2 oder Oracle.

© CARE Konsortium

- Applikationsebene: Dort werden Datenbankanwendungen ausgeführt. Diese Anwendungen werden aus der Datenbankebene herausgeladen und in der Applikationsebene ausgeführt.

- Präsentationsebene: Dabei handelt es sich zumeist um die Desktop-Rechner der Anwender, die dort mit Hilfe des SAP-GUI[4] in Dialog mit dem R/3-System treten.

Im Rahmen der technischen Umsetzung eines SAP R/3-Systems können diese drei Ebenen auf eine, zwei oder drei Stufen verteilt werden. Ab 5000 Benutzern muss laut SAP die Lastenverteilung auf drei Stufen hardwaremäßig implementiert sein. Dies bedeutet, dass das R/3-System sowohl vollständig auf einem einzelnen Server laufen kann als auch auf einem komplexen System mehrerer Server und tausender Desktop-Rechner.

Client/Server-Anwendungen erlauben eine relativ einfache Integration von Desktop-Anwendungen (wie zum Beispiel Microsoft Office) in die betriebswirtschaftliche Datenverarbeitung. Denn die individuelle Konfigurierung der Client-Software hat keinen Einfluss auf die Einstellungen des Servers. Dies bedeutet unter anderem, dass unabhängig von der Art der installierten Datenbank über die auf dem Desktop-Rechner des Anwender installierten Client-Software (der Präsentationsebene) Daten in das R/3-System über standardisierte Schnittstellen eingelesen oder herausgeschrieben werden können. Dies ist vor allem für Auswertungen, die auf bestehenden betriebswirtschaftlichen Daten basieren, interessant und für das Importieren von lokal vorliegenden Daten in das R/3-System. Auf diese Art und Weise können auch externe Systeme an das SAP R/3-System gekoppelt werden. Nichtsdestotrotz sind für manche solcher Kopplungen tiefergehende Systemeinstellungen oder gar programmiertechnische Eingriffe nötig.

Relationale Datenbankmanagementsysteme

Die Datenverwaltung in SAP R/3 findet mit Hilfe eines relationalen Datenbanksystems statt. In relationalen Datenbanken werden Daten sowie ihre Beziehungen untereinander in zweidimensionalen Tabellen abgelegt. Die Tabelleneinträge können über den sogenannten Primärschlüssel eindeutig identifiziert werden. Daten, Tabellen und Beziehungen zwischen den Tabellen sind im Datenbankkatalog definiert (Data Dictionary). Der Zugriff auf eine relationale Datenbank kann über Ausdrücke gemäß dem SQL-Standard erfolgen.

[4] GUI: Graphical User Interface – Graphische Benutzeroberfläche. Das SAP-GUI stellt die Präsentationsebene des Systems und damit die Benutzeroberfläche dar.

© CARE Konsortium

Mit einem relationalen Datenbankmanagementsystem können sowohl einfache Datenbanken, wie z. B. eine persönliche Adress-Datenbank mit Microsoft Access, erstellt und verwaltet werden, aber auch umfangreiche Datenbanken im Sinne eines ERP-Systems mit mehreren tausend Benutzern. Die dahinterstehende Logik ist gleich, jedoch müssen bei mehreren Benutzern umfangreiche Funktionalitäten für den Multi-User-Zugriff zur Verfügung gestellt werden.

Tabellen und Datenstrukturen in SAP R/3

Eine gemeinsame Darstellung von Produktkomponenten, Arbeitsabläufen und Reststoffen, wie das in der Ressourcenliste von infor:COM der Fall ist, besteht in SAP R/3 nicht. Nichtsdestotrotz kann über den Arbeitsplan und die Arbeitsplätze ähnlich wie in infor:COM ein grobes Stoffstrommodell basierend auf Soll-Daten generiert werden. Algorithmen hierfür existieren bereits und werden von Softwarehäusern aus dem Bereich stoffstromorientierter Betrieblicher Umweltinformationssysteme bereits genutzt (siehe Abbildung 5.5).

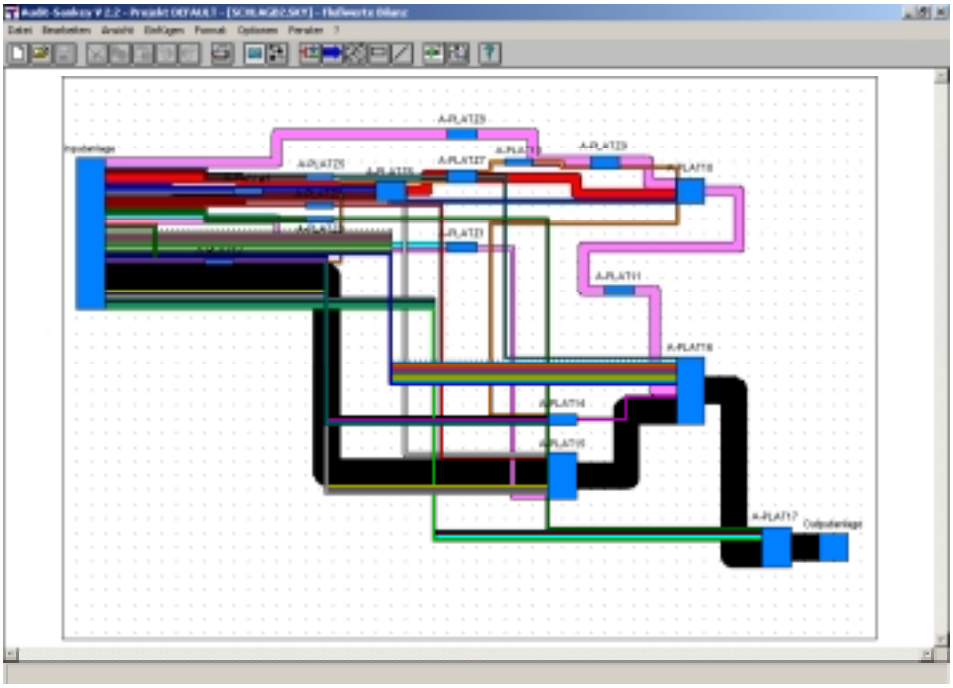


Abbildung 5.5: Ein aus SAP-Stammdaten erzeugtes Stoffstrommodell einer Schlagbohrmaschine. Dieses Modell wurde mit Hilfe der Software AUDIT im BUIS*Lab*® des Fraunhofer IAO erstellt.

Ähnliche Vorgehensweisen existieren für eine auf Ist-Daten basierenden Stoffstromauswertung. Dafür werden Fertigungsaufträge benutzt. Reststoffe können in SAP R/3 nicht mit in der Stückliste verwaltet werden. Daher sind

© CARE Konsortium

sie nicht im generierten Stoffstrommodell enthalten. Die zur Darstellung eines Stoffstrommodells benötigten Daten werden weiter unten beschrieben.

Der direkte Zugriff auf die für eine solche Vorgehensweise benötigten Daten ist schwierig. Ein Arbeitsplan besteht in SAP aus einer Vielzahl von Informationen – die Struktur einer Datenbanktabelle für den Kopf eines Arbeitsplans allein enthält schon über 70 Datenfelder, dazu kommen dann noch die einzelnen Arbeitsplanpositionen (siehe Abbildung 5.6).

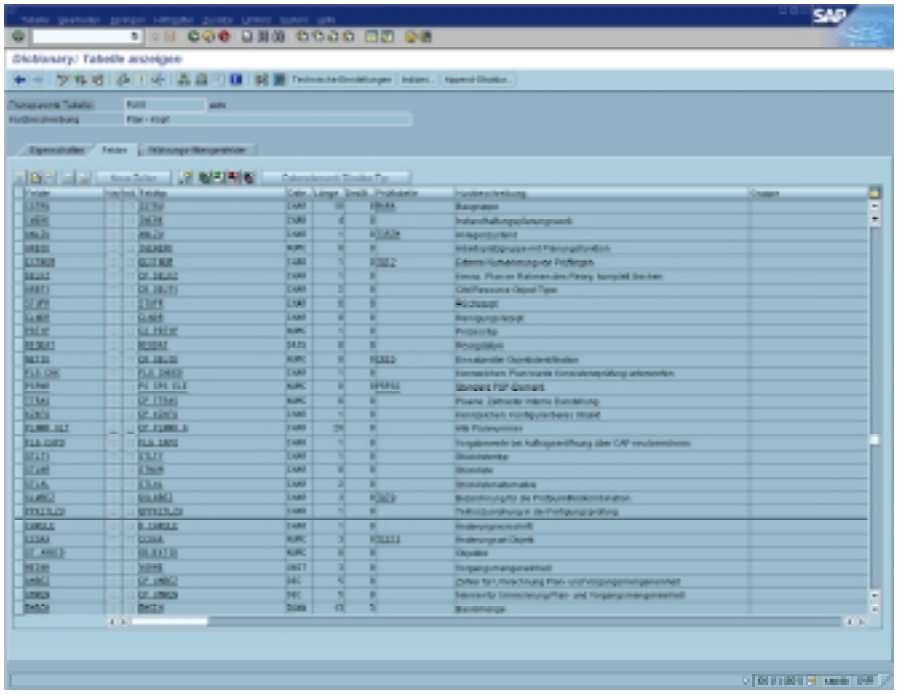


Abbildung 5.6: Arbeitsplan-Kopf in der SAP-Datenbanktabelle PLKO

Man muss jedoch nicht direkt mit Datenbanktabellen arbeiten, um auf die Datenelemente eines Arbeitsplanes zugreifen zu können: In SAP R/3 sind sogenannte Business-Objekte definiert, die einen leichteren Zugriff auf interne Daten erlauben. Dabei handelt es sich um Objekte, die wie in objektorientierten Datenmodellen üblich mit Attributen, Methoden und Schnittstellen ausgestattet sind. Diese Business-Objekte beschreiben betriebswirtschaftliche Funktionalitäten in einer von der verwendeten Technologie unabhängigen Beschreibung. Die Definitionen dafür sind öffentlich zugänglich definiert. Auf Business-Objekte kann über sogenannte Business Application Programming Interfaces (BAPI) von außen zugegriffen werden. Dazu muss im R/3-System die Freigabe dafür erteilt sein. Andere Software-Anwendungen können über BAPIs mit einem R/3-System verbunden wer-

© CARE Konsortium

den oder ein Web-basierter Zugriff auf das System durch Internet- oder Intranet-Anwendungen hergestellt werden.

Aus technischer Sicht ist ein Zugriff von außen mit verschiedenen Schnittstellentechnologien wie z. B. RFC, über Java-Programmierung oder durch den Versand von Business-Objekten als XML-Dateien möglich (siehe unten). Abbildung 5.7 zeigt beispielhaft, wie ein Fertigungsauftrag als Business-Objekt definiert ist: Über Schnittstellen kann man ein solches Objekt anlegen, editieren oder suchen. Über ein Schlüsselfeld, die Fertigungsauftragsnummer, ist das Objekt eindeutig identifizierbar. Im Bereich Attribute sind verschiedene Eigenschaften hinterlegt, wie z. B. der Name des Erstellers, das letzte Änderungsdatum und ähnliches. Im Bereich Methoden sind verschiedene Funktionalitäten hinterlegt, wie z. B. eine Editierfunktion, eine Suchfunktion oder eine Funktion zur Darstellung des Objektes. Schließlich gibt es bestimmte Ereignisse, deren Eintreten abgefragt werden kann, wie z.B. eine Löschbestätigung oder eine Bestätigung über erfolgreiches Eröffnen des Fertigungsauftrages. Auf diese Interfaces, Schlüsselfelder, Attribute, Methoden und Ereignisse kann von außen zugegriffen werden, man benötigt also nur Kenntnisse über die ihre Funktionsweise und nicht über die genaue Strukturen und Verbindungen der Datenbanktabellen.

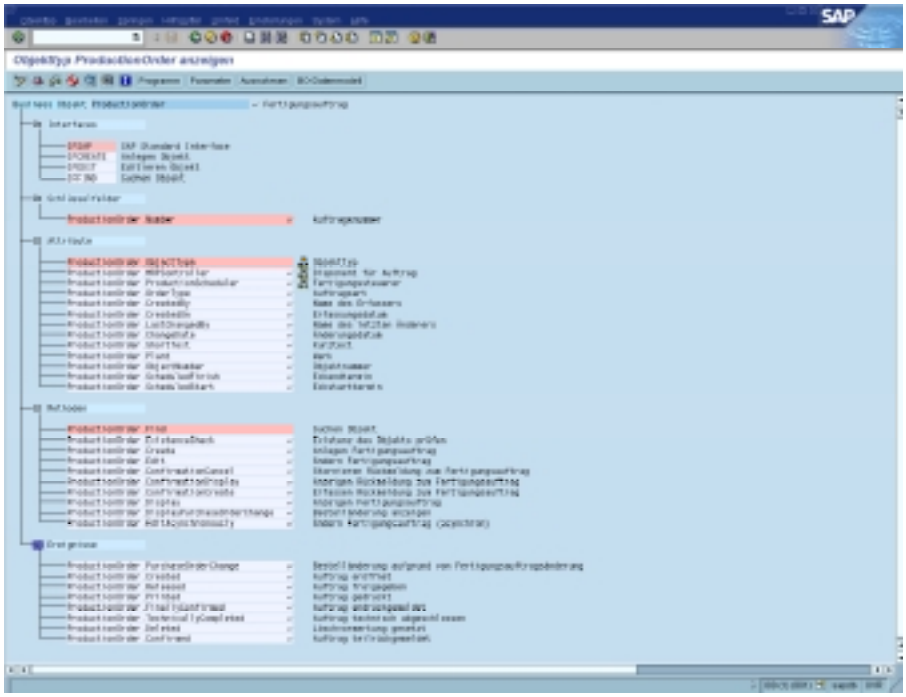


Abbildung 5.7: Das Business-Objekt ProductionOrder (Fertigungsauftrag) in SAP R/3

© CARE Konsortium

Datenlücken in SAP R/3 aus der Sichtweise der RER

Für die Durchführung einer detaillierten RER sind wie oben beschrieben Daten aus den Bereichen Energie und Emissionen benötigt. In diesen Bereichen bietet SAP R/3 standardmäßig keine Möglichkeiten, Daten aufzunehmen und zu verwalten. Dieses Manko kann durch programmiertechnische Erweiterungen gelöst werden, was sehr aufwendig sein kann. Je nach gewünschter Implementierungstiefe der RER werden diese Daten jedoch nicht zwingend benötigt.

Integrierte Berechnungsmöglichkeiten

Bislang gibt es keine standardmäßig implementierten Berechnungsalgorithmen, um die RER in SAP R/3 durchzuführen. Bei dem System R/3 werden jedoch Möglichkeiten zur Verfügung gestellt, das relativ starre System der betriebswirtschaftlichen Standardanwendung zu erweitern. Dazu steht die sogenannte ABAP/4 Workbench zur Verfügung, mit der man Anwendungen in der Programmiersprache ABAP/4 (Advanced Business Programming Language) erstellen kann. Diese Anwendungen können dabei auf die im System enthaltenen Daten zurückgreifen und auch eigene Datenstrukturen erzeugen. Zusätzliche Daten können von außerhalb des Systems eingelesen werden. Berechnungen mit hoher Komplexität sind im Rahmen von ABAP/4-Programmen möglich. Damit können Algorithmen zur Berechnung der RER implementiert werden, sowie zur Darstellung errechneter Auswertungen.

5.2.3 Schnittstellen

Mit Hilfe verschiedener Schnittstellen ist es SAP R/3 möglich, mit anderen Systemen zu kommunizieren und Daten auszutauschen. Für den Austausch betrieblicher Daten gibt es dazu verschiedene Möglichkeiten:

- Remote Function Call (RFC): Damit kann man programmiertechnisch auf die SAP-Funktionen zugreifen. RFC erlaubt auch einen Zugriff über Netzwerke. RFC-Funktionalitäten sind von SAP entwickelt und v.a. in SAP-Systemen umgesetzt.

- Structured Query Language (SQL): Dabei handelt es sich um die Standard-Abfragesprache für relationale Datenbanken. Um diese Abfrage zu nutzen, muss man die Tabellenstrukturen in SAP R/3 kennen. SQL ist eine weit verbreitete standardisierte Abfragesprache, die für die meisten Datenbanken bzw. Datenbankmanagementsysteme einsetzbar ist.

- Open Database Connectivity (ODBC): ODBC ist ein technischer Standard, mit dem man auf fremde Datenbanken über ein Netzwerk

© CARE Konsortium

zugreifen kann. ODBC ist v.a. in Microsoft-Windows-Umgebungen umgesetzt und dort ein weit verbreiteter Standard.

- Versand von Business-Objekten über den Business Connector: Business-Objekte können im XML-Format aus dem R/3 heraus versandt werden.

Zur Nutzung dieser Möglichkeiten jedoch mitunter umfangreiche Anpassungsarbeiten im SAP R/3-System unternommen werden. Diese können nur von Experten durchgeführt werden, da dazu detaillierte Kenntnisse über Datenstrukturen und Abläufe im System nötig sind.

5.2.4 Supply Chain Management-Funktionalitäten

Supply Chain Management-Funktionalitäten werden in einem SAP-System über den sogenannten Advanced Planner and Organizer (APO) zur Verfügung gestellt. Dieser ist nicht standardmäßig in einem SAP R/3-System vorhanden, kann aber damit verbunden werden. Mit dem APO können Absatz-, Produktions- und Distributionspläne für alle an der Logistikkette beteiligten Teilnehmer (Lieferante, Hersteller, Distributionszentren, Kunden, u.a.) erstellt werden. Der APO ist auch ohne die Verwendung von SAP R/3 einsetzbar und ist über Standardschnittstellen zum System R/3 und anderen Systemen verbindbar.

Mit Hilfe des Supply-Chain-Modells kann ein komplettes Supply-Chain-Netzwerk beschrieben werden. Man kann es mit Hilfe des sogenannten Supply Chain Engineer erstellen. Im Supply-Chain-Modell sind Einheiten wie Lokationen, Ressourcen, Produkte, Transportbeziehungen und Produktionsprozessmodelle (PPM) enthalten. Diese Einheiten können den Stammdaten (falls vorhandenen) zugeordnet werden. Das Modell kann damit alle Elemente der Logistikkette und deren Beziehung untereinander beschreiben. Mit solch einem Modell kann die strategische Sicht der Stammdaten in einer Logistikkette aus der Planungsperspektive beschrieben werden.

Im APO kann eine Produktions- und Feinplanung durchgeführt werden, wobei die Produktion aufgrund von Produkt- und Ressourcenverfügbarkeit geplant und optimiert wird. Damit können zum Beispiel kritische Produkte, Produkte mit langer Wiederbeschaffungszeit, die auf Engpassressourcen gefertigt werden, geplant werden. Man kann durchführbare Produktionspläne erstellen damit die Durchlaufzeiten reduzieren, die Liefertermintreue erhöhen und den Durchsatz von Produkten erhöhen und die Bestandskosten reduzieren.

Mit Hilfe einer Schnittstelle können die folgenden Stammdatenobjekte an den SAP Advanced Planner and Optimizer (SAP APO) übertragen werden:

© CARE Konsortium

- Materialstamm
- Werk
- Kunde
- Lieferant
- Produktionsprozessmodell (Stückliste und Arbeitsplan/Rezept)
- Arbeitsplatz

Beim APO handelt es sich allerdings um ein reines Planungswerkzeug – Ist-Daten können damit nicht erfasst werden, wie zum Beispiel rückgemeldete Fertigungsaufträge. Der Schwerpunkt liegt also auf Soll-Daten und nicht auf Ist-Daten. Bei diesen Daten baut der APO auf SAP-Datenstrukturen auf. Diese enthalten standardmäßig keine Datenfelder für Lebenszyklusinformationen wie z. B. MI-Daten. Damit ist der APO nicht direkt zur unternehmensübergreifenden Datenweitergabe im Sinne der RER geeignet, sondern müsste programmiertechnisch erweitert werden. Er bietet sich aber aufgrund seiner Auslegung zur Verwaltung und Weitergabe unternehmensübergreifender Informationen dafür an, Lebenszyklusinformationen aufzunehmen.

5.2.5 Zusammenfassung

SAP R/3 enthält Datenstrukturen, die zur Erstellung von Stoffstrommodellen benutzt werden können. Diese können durch die Anbindung von externer Software zur Erstellung von Stoffstrommodellen genutzt werden. Dazu müssen jedoch systeminterne Vorbereitungen getroffen werden. Wenn dies geschehen ist, bieten die Business-Objekte eine relative einfache Möglichkeit, auf relevante Daten zuzugreifen und sie zu verwenden.

Integrierte Berechnungsmöglichkeiten für die RER existieren bisher nicht, sind aber durch programmiertechnische Erweiterungen möglich, da SAP R/3 mit der ABAP-Workbench über eine umfangreiche systeminterne Softwareentwicklungsumgebung verfügt.

Zur Betrachtung von Lebenszyklusinformationen eignet sich grundsätzlich der Advanced Planner and Organizer (APO), der im Rahmen des Supply Chain Management zur Verwaltung von unternehmensübergreifenden Plandaten eingesetzt wird. Seine direkte Verwendung für die RER ist allerdings nur über programmiertechnische Erweiterungen möglich.

© CARE Konsortium

6 Fazit

Grundsätzlich besteht die Möglichkeiten einer Umsetzung der Ressourceneffizienz-Rechnung innerhalb von ERP-Systemen. Es sind eine Vielzahl von potenziellen Daten und Informationen für die Durchführung und die Integration der Ressourceneffizienz-Rechnung in ERP-Systemen vorhanden. Zu den relevanten Daten zählen beispielsweise solche mit Bezug zu Materialeigenschaften, zu Stoff- und Energieflüssen sowie den damit korrespondierenden Kosten. Wenn diese Daten auch tatsächlich im ERP-System des betreffenden Unternehmens in der benötigten Detailtreue gepflegt sind, so stellen diese eine gute Datengrundlage dar, auf deren Basis die RER durchgeführt werden kann.

In Bericht 2.2. wurde deutlich, dass eine Umsetzung der Ressourceneffizienz-Rechnung im ERP-System stark von der Struktur und der Aktualität der Daten im ERP-System abhängt. Andererseits hängt der entstehende Aufwand stark von der gewünschten Implementierungstiefe der RER ab. Eine Durchführung sowie dauerhafte Integration der RER im ERP-System ist somit von den spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten im jeweiligen Unternehmen abhängig.

Der größte Entwicklungsbedarf innerhalb der ERP-Systemen besteht hinsichtlich der Durchführung einer RER auf Produktebene. Hier sind insbesondere die Entwicklungen im Bereich Supply-Chain-Management interessant. Die aktuellen Versionen der untersuchten ERP-Systeme eignen sich hauptsächlich als Planungswerkzeuge für die Optimierung von Logistikaspekten. Hinsichtlich der Datenweitergabe und der Lebenszyklusbetrachtung auf Basis von Ist-Daten sind die Systeme noch ausbaufähig.

© CARE Konsortium

7 Anhang

7.1 Auswahl Europäische ERP-System-Anbieter

SAP Deutschland AG & Co. KG

Neurottstraße 15a
69190 Walldorf
Telefon +49 (0)6227 / 7-47474
Telefax +49 (0)6227 / 7-57575

Baan

Baron van Nagellstraat 89
3771 LK Barneveld
P.O. Box 143
3770 AC Barneveld
Netherlands
Telefon +31 (0)342 428888
Telefax +31 (0)342 428822

BRAIN International AG

Software & Consulting
Gerberstrasse 11
79206 Breisach am Rhein
Telefon 0049 7667/8309-0
Telefax 0049 7667/8309-11

bäurer Aktiengesellschaft

Römerstraße 39
78183 Hüfingen / Behla
Telefon +49 (0) 771 92 11-0
Telefax +49 (0) 771 92 11-200

infor business solutions AG

Hauerstraße 12
66299 Friedrichsthal
Telefon +49 (0) 6897. 98 33-0
Telefax +49 (0) 6897. 98 33-99

© CARE Konsortium

LIPRO AG

Landsberger Straße 267
12623 Berlin
Telefon +49 (0)30 56 584 - 0
Telefax +49 (0)30 56 584 - 110

MAPICS GmbH

Guerickeweg 7
D-64291 Darmstadt
Telefon +49 (0) 6151 935 9020
Telefax +49 (0) 6151 935 9042

7.2 Literatur

Baan Deutschland GmbH (Hrsg.): Baan Company Standardsoftware, Hannover, 1996

Buck-Emden, R. und Galimow, J.: Die Clien/Server-Technologie des SAP-Systems R/3: Basis für betriebswirtschaftliche Standardanwendungen, 3. Auflage, Addison-Wesley, Bonn, 1996

Christopher, M.: Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Services, S. 15. Pitman Publishing, London, 1998

Ferstl, O. K.: Grundlagen der Wirtschaftsinformatik, Seite 213ff., 3. Auflage, München, 1998

Gablers Wirtschaftslexikon 13. Auflage, Seite 1645, Wiesbaden, 1997

infor business solutions AG (2000): Schulungsunterlagen – Stammdaten für Konstruktion und Arbeitsvorbereitung, Friedrichsthal, 2000

infor business solutions AG (2000a): Schulungsunterlagen – Disposition, Friedrichsthal, 2000

infor business solutions AG (2000b): Schulungsunterlagen – Fertigungssteuerung und BDE, Friedrichsthal, 2000

infor business solutions AG (2000c): Schulungsunterlagen – Systemadministration, Friedrichsthal, 2000

Kotzab, H.: Zum Wesen des Supply Chain Management vr dem Hintergrund der betriebswirtschaftlichen Logistikkonzeption – erweiterte Überlegungen. In: Wildemann, H. (Hrsg.): Supply Chain Management, TCW Fachverlag für Management Wissen, München 2000

Kühner, M.: Stand und Entwicklungsrichtungen des Supply Chain Managements, internes Papier des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (in der Veröffentlichung), Stuttgart, 2002

Lang, C. und Rey, U.: Analyse von ERP-Systemen als Datenlieferant für Betriebliche Umweltinformationssysteme zur Unterstützung von Instrumenten des Umweltcont-

 © CARE Konsortium

rollings, Ergebnisbericht aus Arbeitspaket 1.3 des Forschungsprojektes INTUS, 2002

Weihrauch, K. und Keller, G.: Produktionsplanung und –steuerung mit SAP, 1. Auflage, Galileo Press, Bonn, 2001

Wenzel, P.: Betriebswirtschaftliche Anwendungen in SAP R/3, 1. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft, Braunschweig/Wiesbaden, 2001

© CARE Konsortium