

# Integration von ERP- und Umweltinformationssystemen – Status quo, Perspektiven und Anwendungsfelder

Burkhardt Funk, Andreas Möller, Peter Niemeyer

Leuphana Universität Lüneburg  
Volgershall 1  
21339 Lüneburg  
{funk|moeller|niemeyer@uni.leuphana.de}

**Abstract:** In den vergangenen 15 Jahren sind umfangreiche Anstrengungen im wissenschaftlichen Umfeld unternommen worden, betriebswirtschaftliche Anwendungssysteme (ERP-Systeme) mit Umweltinformationssystemen zu integrieren. Als Ergebnis dieser Arbeiten entstanden im Wesentlichen Konzepte, Referenzmodelle und prototypische Implementierungen. Eine flächendeckende Etablierung der entwickelten Konzepte in Unternehmen ist bislang ausgeblieben. Dieser Beitrag fasst die bisherigen Ergebnisse zusammen, stellt die Stoßrichtungen aktueller Projekte in diesem Umfeld dar und zeigt zukünftige Perspektiven und Anwendungsfelder auf.

## 1 Stand der Forschung

Parallel zur Entwicklung von betrieblichen Umweltinformationssystemen<sup>1</sup> zur Stoff- und Energieflussanalyse wie Umberto (ifu<sup>2</sup>) sowie Softwarewerkzeugen zum Entwurf und zur Analyse von chemischen Prozessen wie Aspen Plus (AspenTech<sup>3</sup>) wurde ab Anfang der 90er Jahre die Notwendigkeit zur Integration dieser Anwendungen mit den in Unternehmen weitverbreiteten ERP-Systemen diskutiert und als wesentliche Voraussetzung für die dauerhafte Etablierung der verfügbaren Umweltmanagementinstrumente<sup>4</sup> in Unternehmen gesehen [KDF00]. Diese Integration ist in der Praxis bis heute nur teilweise erfolgt – ein Beispiel dafür ist die Komponente Environment, Health and Safety (EH&S) der SAP AG, die ein Umweltmanagement im Hinblick auf die gesetzlichen Anforderungen weitergehende Konzepte wie das Umweltcontrolling aber nur teilweise unterstützt.

---

<sup>1</sup> Eine frühe Literaturanalyse findet sich bei Hilty und Rautenstrauch (1997)

<sup>2</sup> <http://www.umberto.de/de/>

<sup>3</sup> <http://www.aspentech.com/products/aspen-plus.cfm>

<sup>4</sup> Allgemeine Anforderungen an Umweltmanagementsysteme und ihren Einsatz in Unternehmen finden sich in der Norm ISO 14001

Isenmann und Rautenstrauch [IR07] sehen insb. die Notwendigkeit zur Integration von Systemen des Stoffstrommanagements mit der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) und dem Rechnungswesen. Die Integration zwischen Stoffstrommanagement und PPS wird hierbei durch die Konstruktion von Stoffstromnetzen [Mö94] aus Erzeugnisstrukturen, Arbeitsplänen und Fertigungsaufträgen erreicht (Abb. 1). Wesentliche Problemfelder sind (i) die unterschiedlichen Anforderungen an die Granularität und Verfügbarkeit von Daten [MPR04, MGS06] sowie (ii) mögliche Redundanzen in der Datenhaltung zwischen PPS und Stoffstrommanagementsystemen. Die Einführung der Stoffebene sowie die Berücksichtigung von unerwünschten Outputs in Erzeugnisstrukturen bieten einen Lösungsansatz.

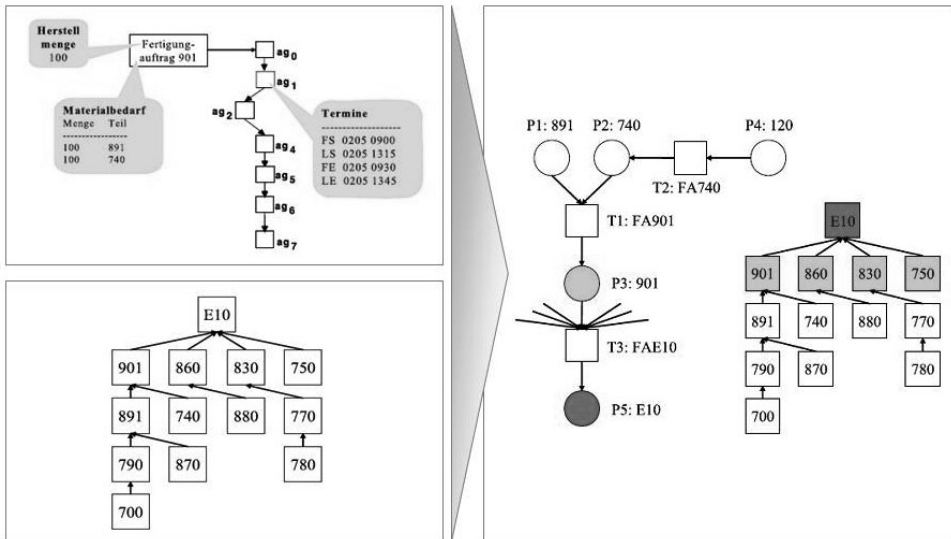


Abbildung 1: Entwicklung von Stoffstromnetzen aus Fertigungsaufträgen und Erzeugnisstrukturen nach Isenmann und Rautenstrauch [IR07]

Im Forschungsprojekt *ECO-Integral* wurde von Krčmar et al. [KDF00] ein durchgehendes Konzept und ein Referenzmodell für das Umweltmanagement mit Hilfe von ERP-Systemen entwickelt. Die Entwicklung von Instrumenten (im Sinne von Softwareanwendungen) und Methoden hingegen ist ausdrücklich nicht Gegenstand des Projektes. Ein wesentliches Ziel von *ECO-Integral* ist die Schaffung der für das betriebliche Umweltmanagement erforderlichen Datenbasis und damit die Voraussetzung für die horizontale Integration von BUIS und ERP-Systemen. Dazu wurden detailliert Prozesse und Daten mit ARIS modelliert. Das entwickelte Referenzmodell sollte ursprünglich als Grundlage für die Umsetzung in Unternehmen und als Blaupause für die Entwicklung entsprechender ERP-Komponenten durch Softwarehersteller dienen. Dieses Sekundärziel von *ECO-Integral* konnte bisher nicht erreicht werden.

Unter Führung des Instituts für Arbeitswissenschaften und Technologiemanagement (IAT) an der Universität Stuttgart sowie dem Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) wurden in der Vergangenheit verschiedene BMBF-finanzierte Projekte mit dem Ziel der ERP-nahen Realisierung von Umweltcontrollinginstrumenten durchgeführt, hierzu zählen:

- *OPUS* (Bullinger et al. [BEH00]): Im Projekt OPUS wurden Konzepte für die Integration des Umweltschutzes in die betriebliche Auftragsabwicklung entwickelt und mit Partnerunternehmen pilotiert. Dabei wurden Vorschläge zu den erforderlichen organisatorischen Veränderungen und ihrer informationstechnischen Abbildung erarbeitet. Zu diesem Zweck wurde mit OPUS ein eigenständiges umweltorientiertes bzw. stoffstromorientiertes PPS entwickelt und in einem Partnerunternehmen eingesetzt. Gemeinsam mit einem ERP-Hersteller für mittelständische Unternehmen (Infor) wurde darüber hinaus eine prototypische Integration der Konzepte in ein reales ERP-System untersucht. Inwieweit daraus ein marktfähiges Softwaremodul als Teil der Infor-Produkte entstanden ist, ist nicht erkennbar.
- *CARE* (Busch et al. [BB04]): Das Projekt CARE hatte zum Ziel, die ökonomischen Controllingsysteme um ökologische Informationen zu ergänzen. Ein Arbeitspaket des Projektes konzentrierte sich dabei auf die Integration von BUIS und ERP-Systemen und hatte die Datenübermittlung zwischen den beiden Systemtypen zum Gegenstand. Wesentliches Ergebnis dieses Projektes war die Publicly Available Specification PAS 1025 [LRW03].
- *INTUS* (Lang et al. [LSL04]): INTUS untersuchte (i) die Bedeutung und das Verhältnis von Umweltcontrollinginstrumenten zueinander, (ii) die organisatorischen Voraussetzungen und Hürden der Einführung eines Umweltcontrollings sowie (iii) die informatorischen Grundlagen des Umweltcontrollings. Im Rahmen der Untersuchungen des letzten Themenkomplexes stellte die Projektgruppe fest, dass für eine dauerhafte Bereitstellung von Umweltcontrollinginstrumenten eine integrierte ERP-Lösung erforderlich ist. Der Lösungsansatz des Projektes umfasste dabei sowohl die Erweiterung der Datenbasis der ERP-Systeme, beispielsweise der Materialstammdaten, als auch funktionale Erweiterungen, beispielsweise der Ermittlung und Darstellung von (stofflichen) Mengenverbräuchen. Die Lösungsansätze wurden ebenfalls mit Praxispartnern erprobt.
- *Intebis* (Lang-Koetz und Heubach [LH07]): Im Rahmen des Projektes wurde ein allgemeines Vorgehensmodell und Fachkonzept für die Integration von Umweltinformationen in ERP-Systeme erarbeitet, mit einem Praxisunternehmen pilotiert und als Leitfaden publiziert. Aus Sicht der Projektgruppe können die Ergebnisse für die Überwachung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Emissionsberichterstattung genutzt werden.

Ein anderer Ansatz wurde im Rahmen des Transferbereiches „Umweltgerechte Produkte durch optimierte Prozesse, Methoden und Instrumente in der Produktentwicklung“ an

der TU Darmstadt verfolgt [AAB07]. Zur automatischen Erstellung von produktbezogenen Ökobilanzen wurde ein ERP-System prototypisch dahingehend erweitert, dass die im System residenten Produkt- und Prozessdaten als Basis für eine semi-automatische Ökobilanz verwendet werden können. Ein auf der SAP-Komponente EH&S aufbauender Prototyp unterstützt dabei alle Phasen des Lifecycle Assessment nach ISO 14040. Die im ERP-System nicht vorliegenden Lebenszyklus-Daten (Umweltwirkung der Vorprodukte; Umweltwirkung in der in-use bzw. end-of-life Phase) müssen manuell nacherfasst werden. Schnittstellen zu anderen Umweltinformationssystemen wurden im Rahmen des Projektes nicht behandelt. So wurden etwa Algorithmen zum Lifecycle Impact Assessment im ERP-System direkt implementiert.

Der informationstechnische Fokus der beschriebenen Projekte liegt überwiegend in der Bereitstellung von Controllinginstrumenten für das Umweltmanagement. Eine umfassende Etablierung der entwickelten Konzepte durch einzelne Unternehmen (mit Ausnahme der jeweiligen Projektpraxispartner) oder die Umsetzung der Projekterkenntnisse in Form von ERP-Modulen- und Erweiterungen durch Softwarehersteller ist bisher nicht erfolgt.

## 2 Perspektiven und Anwendungsfelder

Die fehlende Etablierung der dargestellten Konzepte zur Integration von Umweltkennzahlen in betriebliche Anwendungssysteme deutet darauf hin, dass die Nachfrage nach entsprechenden Lösungen bislang nur gering ist. Die folgenden Entwicklungen legen nahe, dass diese Nachfrage in den kommenden Jahren steigt:

1. *Veränderte Rahmenbedingungen:* Aufgrund der sich ändernden klimapolitischen Rahmenbedingungen (Sternreport / OSB-Report) werden ökologische Kennzahlen zukünftig auch für solche Unternehmen relevant, deren unternehmerischen Ziele primär (oder ausschließlich) monetärer Art sind. So stellt eine mögliche zukünftige Besteuerung negativer Umweltwirkungen für jedes Unternehmen ein Risiko dar, das auf Basis heute verfügbarer Produktkennzahlen nicht bewertet werden kann. Ein umfassendes Enterprise Risk Management setzt somit den Zugriff auf produktbezogene ökologische Kennzahlen voraus<sup>5</sup>.
2. *Neue Methoden:* Im Bereich der Bewertung von Umweltwirkungen (Lifecycle Impact Assessment) werden zur Zeit Methoden bzw. Standards entwickelt, die eine maschinelle Sammlung und Bewertung spezifischer Umweltwirkungen ermöglichen. Als Beispiel sei der produktbezogene Carbon Footprint (PCF)

---

<sup>5</sup> Namhafte ERP-Hersteller (u.a. SAP, Oracle) entwickeln unter der Bezeichnungen Governance, Risk, Compliance (GRC) zur Zeit verschiedene Lösungen zur Unterstützung eines holistischen Risikomanagement-Ansatzes.

genannt, mit dem die im Laufe eines Produktlebenszyklus emittierten Treibhausgase gemessen werden<sup>6</sup>.

3. *Erweiterte Datenbasis*: Die Ermittlung von produktspezifischen Umweltwirkungen setzt entsprechende Daten der vorangehenden Wertschöpfungskette voraus, die von den direkten Lieferanten zur Verfügung gestellt werden. Da die Lieferanten zur Zeit selten über entsprechende Informationen verfügen, kann diese Informationslücke nur über Produktdatenbanken geschlossen werden, die Abschätzungen über die Umweltwirkung einzelner Produkte ermöglichen. Der Aufbau entsprechender Datenbanken auf nationaler wie internationaler Ebene wird zur Zeit stark forciert<sup>7</sup>.

Die folgenden aktuell laufenden Projekte<sup>8</sup> verfolgen direkt oder indirekt die Integration von betrieblichen Umweltinformationssystemen und ERP-Systemen:

- An der Universität Oldenburg wird an einer Rückführung von Stoffstromnetzen in PPS-Systeme gearbeitet. Ein Ziel des Projektes besteht darin die Beschreibung von operativen Produktionsprozessen aus ERP-Systemen in BUIS-Systeme zu importieren, dort in Hinblick auf die Umweltwirkung zu optimieren und schließlich zurück in das ERP-System zu übertragen.
- An der FHTW Berlin wird an der Verbesserung der ERP/BUIS-Schnittstelle gearbeitet. Hierzu soll die PAS1025, welche ein Format für den Transfer von Stoffstromdaten aus dem ERP System in die BUIS Systeme beschreibt, um die entsprechende Rückrichtung erweitert werden.
- In einem Projekt an der Leuphana Universität Lüneburg wird derzeit an einem Referenzmodell für die Integration von Umweltwirkungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette gearbeitet, auf deren Basis dann (i) ein umweltorientiertes Enterprise Risk Management aufsetzen [FMN07] und (ii) die automatische Berechnung beispielsweise des produktbezogenen Carbon Footprints für alle ausgehenden Produkte und Dienstleistungen erfolgen kann [FMN08].

Das Thema des vorliegenden Beitrages ist damit weiterhin ein aktives Forschungsfeld an der Schnittstelle zwischen Wirtschafts- und Umweltinformatik, das an praktischer Bedeutung gewonnen hat und das die zukünftige Entwicklung von ERP-Systemen aus Sicht der Autoren maßgeblich beeinflussen wird.

---

<sup>6</sup> Zur aktuellen Diskussion zum Thema produktbezogener Carbon Footprint vgl. [RPA07] und [SE08].

<sup>7</sup> Nationale LCA-Datenbankprojekte werden u.a. in der Schweiz (<http://www.ecoinvent.ch>), in den USA (<http://www.nrel.gov/lci/database/>) und in Südkorea (<http://www.kncpc.re.kr/eng/topics/Lci.asp>) vorangetrieben. Mit dem European Reference Life Cycle Data System wird von der Europäischen Union zur Zeit eine kontinentale LCA-Datenbank aufgebaut (<http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/datasetArea.vm>).

<sup>8</sup> Ohne Anspruch auf Vollständigkeit

## Literaturverzeichnis

- [AAB07] Abele, E.; Anderl, R.; Birkhofer, H.; Rüttinger, B.: EcoDesign – Von der Theorie zur Praxis, Springer, Berlin, 2007
- [BB04] Busch, T., Beucker, S. (2004): Computergestützte Ressourceneffizienz-Rechnung in der mittelständischen Wirtschaft, [http://www.wupperinst.org/uploads/tx\\_wiprojekt/care-schlussbericht.pdf](http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wiprojekt/care-schlussbericht.pdf), 2004
- [BEH00] Bullinger, H.-J.; Eversheim, W.; Haasis, H.-D.; Klocke, F. (Hrsg.): Auftragsabwicklung optimieren nach Umwelt- und Kostenzielen. OPUS - Organisationsmodelle und Informationssysteme für einen produktionsintegrierten Umweltschutz. Springer, Berlin, 2000
- [RPA07] Risk & Policy Analysts Ltd. (2007): A review of recent developments in, and the practical use of, ecological footprinting methodologies: A report to the Department for Environment, *Food and Rural Affairs*. Defra, London.
- [FMN07] Funk, B.; Möller, A.; Niemeyer, P.(2007): Integration of Risk-Oriented Environmental Management Information Systems and Resource Planing Systems in Environmental Informatics and Systems Research, Shaker Verlag, 2007, vol. 1, 545-552
- [FMN08] Funk, B.; Möller, A.; Niemeyer, P. (2008): Produktbezogene Carbon Footprints in ERP-Systemen, Proceedings Berliner BUIS-Tage, Shaker-Verlag
- [KDF00] Krcmar, H., Dold, G., Fischer, H., Strobel, M., Seifert, E. (2000): Informationssysteme für das Umweltmanagement – Das Referenzmodell ECO-Integral, Oldenbourg Verlag, München, 2000
- [IR07] Isenmann, R., Rautenstrauch, C. (2007): Horizontale und vertikale Integration Betrieblicher Umweltinformationssysteme (BUIS) in Betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien, UmweltWirtschaftsForum 15(2) S. 75-81
- [LSL04] Lang, C., Steinfeldt, M., Loew, T., Beucker, S., Heubach, D., Keil, M. (2004): Konzepte zur Einführung und Anwendung von Umweltcontrollinginstrumenten in Unternehmen, Endbericht des Forschungsprojekts INTUS, 2004
- [LRW03] Lang, C., Rey, U., Wohlgemuth, V., Genz, S., Pawlytsch, S. (2003): PAS 1025 - Austausch umweltrelevanter Daten zwischen ERP-Systemen und betrieblichen Umweltinformationssystemen; Ref. Nr. PAS 1025:2003-12, Beuth Verlag, 2003
- [LH07] Lang-Koetz, C., Heubach, D. (2007): Umweltcontrolling umsetzen – Erstellung von Kennzahlen für Stoff- und Energieströme und deren Integration in die betriebliche IT, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2007
- [MPR04] Marx Gómez, J., Pröttsch, S., Rautenstrauch, C (2004): Data Defects in Material Flow Networks – Classification and Approaches. *Cybernetics and Systems: An International Journal* 35 (5-6) S. 549-558
- [MGS06] Marx Gómez, J., Görmer, J., Schlehf, D.: Behandlung von Datendefekten in Stoffstromnetzen; in: Wittmann, J. (Hrsg.): Gesellschaft für Informatik e.V., ASIM - Arbeitsgemeinschaft Simulation, Workshop Simulation in Umwelt- und Geowissenschaften, 22.03.-24.03.2006, Aachen, S. 85-98.
- [Mö94] Möller, A.: Stoffstromnetze. In: Hilty L. M., Jaeschke, A., Page, B. Schwabl, A. (Hrsg.): Informatik für den Umweltschutz, 8. Symposium, Hamburg 1994, Band 2, S. 223-230
- [SE08] SETAC Europe LCA Steering Committee (2008): Standardisation Efforts to Measure Greenhouse Gases and 'Carbon Footprinting' for Products (Editorial). *Int J LCA* 13 (2) 87–88