Umweltinformatik

Die **Umweltinformatik** hat sich seit Mitte der achtziger Jahre zu einer wichtigen Disziplin im Schnittfeld von Natur-, Ingenieur-, Wirtschaftswissenschaften und Informatik entwickelt. Sie umfasst Facetten wie Modellbildung und Simulation im Umweltbereich, regionale und kommunale Umweltinformationssysteme, geografische Informationssysteme, Umweltinformationsmanagement und Hypermedia im Umweltschutz. Nach zumeist überbetrieblichen Anwendungen während der Anfangszeit konzentriert sich die Umweltinformatik in letzter Zeit zunehmend auf betriebliche Anwendungen. In diesem Zusammenhang spricht man auch von **betrieblichen Umweltinformationssystemen** (BUIS), die sich im Schnittfeld mit der Wirtschaftsinformatik befinden (vgl. Abb. 1).

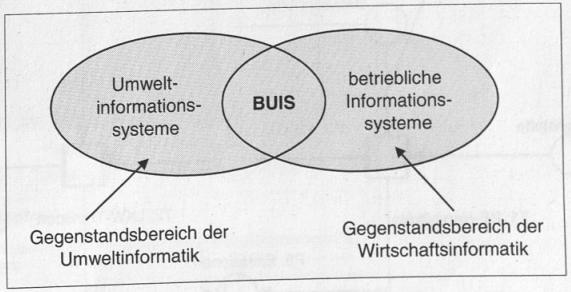

Abb. 1: Fachliche Einordnung betrieblicher Umweltinformationssysteme (Hilty/Rautenstrauch 1995, S. 295)

Schwerpunkte bei der Entwicklung betrieblicher Umweltinformationssysteme sind das **Stoffstrommanagement**, die **Erweiterung von Geschäftsprozessmodellen bzw. ERP-Systemen um umweltschutzorientierte Funktionalitäten** (wie umweltorientiertes Beschaffungsmanagement, ressourcen- und emissionsarme Fahrweise einzelner Aggregate und Entsorgungsmanagement) sowie das **Umwelt-Wissensmanagement**. Ergänzt werden diese Anwendungsfelder um zwischenbetriebliche Aufgabenstellungen wie die Entwicklung von Systemen zur effizienten Verkehrssteuerung sowie zur Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft. Damit stellt die Umweltinformatik, insbesondere der Bereich der betrieblichen Umweltinformationssysteme, eine wesentliche Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung dar.

Eine weitergehende Klassifikation betrieblicher Umweltinformationssysteme findet sich bei Rautenstrauch (vgl. Abb. 2). Analysiert man diese Klassifikation, wird eine wesentliche Motivation für den Einsatz betrieblicher Umweltinformationssysteme deutlich. Sie liegt in der informationstechnischen Unterstützung von **Umweltmanagementsystemen**. Zentrale Aufgaben dieser Systeme sind

- die ökologische Bilanzierung betrieblicher Stoff- und Energieflusssysteme,
- die Optimierung betrieblicher Prozesse unter simultaner Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher und umweltschutzorientierter Zielsetzungen sowie
- eine effiziente Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsberichterstattung.

Ökologische Bilanzierung

In Ökobilanzen werden, bezogen auf den jeweiligen Untersuchungsgegenstand, für ausgewählte Produkte bzw. Produktionseinheiten Input- und Outputströme ermittelt. Prinzipiell ist dabei zwischen **Betriebs-, Prozess- und Produktbilanzen** zu unterscheiden, wofür eine Reihe von IT-Lösungen zur Verfügung stehen.

Ein besonders interessanter Ansatz ist die Methodik der **Petri-Netzen**. Dabei werden die Stoffumwandlungsprozesse durch **Transitionen** dargestellt. Diese stellen im Sinne der Aktivitätsanalyse die Input-/Outputrelationen eines bestimmten Prozessschrittes dar. Potenzielle Lagerstätten sowie Quellen und Senken des Systems können mittels **Stellen** abgebildet werden. Durch die Transitionen (aktive Elemente) kann bei ausreichender Verfügbarkeit von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen ein

	Merkmal	Ausprägung							
Umweltorganisation	Strategie	präventiv				nachsorgend			
	Unternehmensziel	EMAS/ISO-Zertifizierung		Umweltoptimierung/ Ökoeffizienz		Erfüllen gesetzlicher Umweltauflagen		Darstellung der Umweltleistung	
	Zeithorizont	strategisch langfristig		taktisch mittelfristig		operativ kurzfristig			
	Adressaten	Unternehmensleitung	Umweltschutzabteilung	Produktion/ Materialwirtschaft	Andere Fachabteilungen	Behörden	Versicherungen	Investoren	Lieferanten und Kunden
BUIS-spezifische Aspekte	Einsatzbereich	Ökobilanzierung	Stoffstrommanagement	Demontage/ Recycling	Konstruktion	Meta IS	Umweltberichterstattung	Zwischenbetriebliche Logistik	Verbundkoordination
	Methoden	Datenbanken	Modellbildung und Simulation	Wissensbasierte Systeme	Computergrafik	Dokumentmanagement	Neuro-Fuzzy-Techniken	Metainformationen	
	Systemgrenze	Bereich / Unternehmen		Prozess		Produkt		zwischenbetrieblich	

Abb. 2: Morphologischer Kasten für BUIS-Konzepte (Rautenstrauch 1999, S. 19)

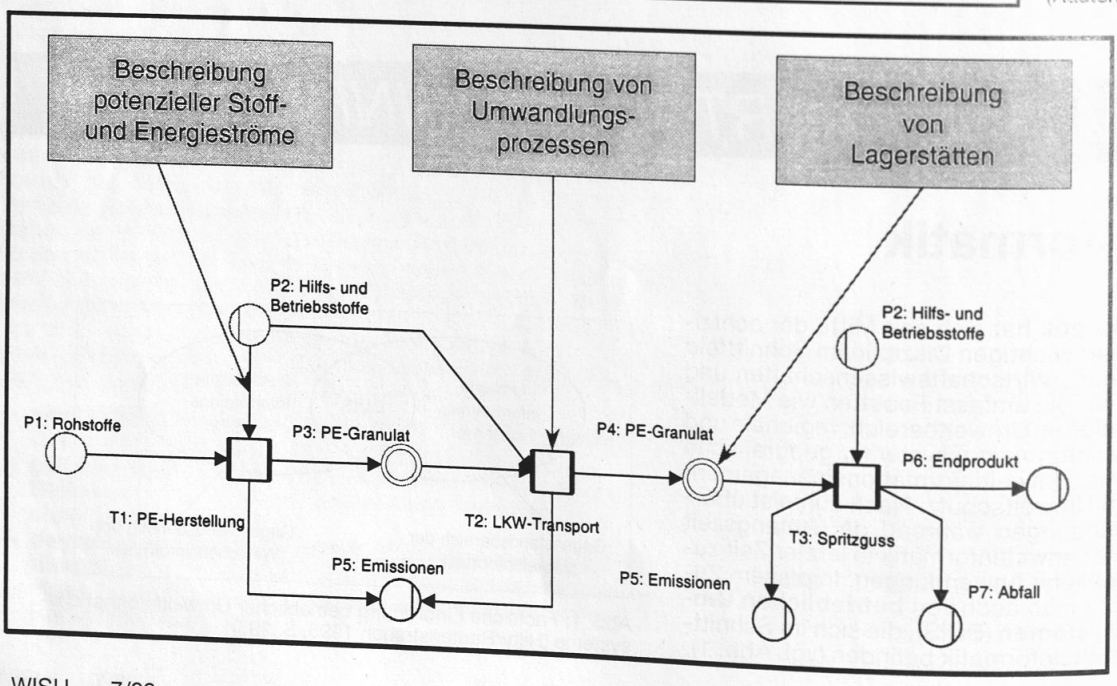

Abb. 3: Stoff- und Energieflusssystem auf Basis des Softwarewerkzeuges Umberto

Tokenfluss initiiert werden. Während durch die Transitionen und Stellen bzw. deren relationale Verknüpfung die Struktur des zu bilanzierenden Systems abgebildet wird, repräsentiert der Tokenfluss die eigentlichen Stoff- und Energieflüsse. Abb. 3 zeigt ein exemplarisches Petri-Netz zur Bilanzierung eines Kunststoff-Produktes.

Umweltschutzorientierte Geschäftsprozessoptimierung

Dahinter verbirgt sich ein weites Spektrum von umweltschutzbezogenen Anwendungen aus den Bereichen Konstruktion, Arbeitsvorbereitung sowie Produktionsplanung und -steuerung (vgl. Bullinger et al. 2000 sowie Krcmar et al. 2000). Exemplarisch sei hier kurz auf das Konzept **umweltschutzorientierter Produktionsleitstände** eingegangen.

Zentrale Aufgabe umweltschutzorientierter Produktionsleitstände ist die Zuordnung einzelner Aufträge zu Aggregaten **(Feinsteuerung)** bzw. die Festlegung der Fahrweise der einzelnen Aggregate **(Intensitätssteuerung)**. Hierbei sind aus umweltschutzorientierter Sicht neben traditionellen betriebswirtschaftlichen Zielsetzungen, wie Kapazitätsauslastung, Lieferservice und Bestandsreduktion, insbesondere auch der Emissionsanfall sowie der Ressourcenverbrauch entscheidungsrelevant. Dezidierte Entscheidungsprobleme betreffen die Reduktion von Umrüstemissionen, die Reduktion von Liegeemissionen sowie die Abstimmung von sauren und alkalischen Stoffströmen im Rahmen von Neutralisationsprozessen.

Auf den ersten Blick erscheint der Einsatz von Prioritätsregeln für derartige Aufgaben naheliegend. Wegen der angesprochenen multikriteriellen Zielfunktion ist der Einsatz singulärer Regeln jedoch oft ungenügend. Einen interessanten Ansatz bieten in diesem Zusammenhang **wissensbasierte Systeme**. Abb. 4 zeigt die Struktur eines solchen Systems zur Einlastung von Aufträgen in Abhängigkeit von relevanten Systemparametern.

Die Konstruktion wissensbasierter Systeme erfordert die Verfügbarkeit expliziten, d.h. direkt formulierbaren Produktionswissens. Oftmals sind aber die Experten vor Ort nicht in der Lage, ihr Wissen explizit zu spezifizieren. In diesem Fall können Verfahren zur Verarbeitung impliziten Wissens (z.B. **neuronale Netze**) eingesetzt werden. Diese versuchen, das in vielen einzelnen Fallbeispielen der Vergangenheit verborgene implizite (Erfahrungs-)Wissen durch **Data Mining** zu nutzen. Bei unterschiedlich strukturiertem Wissen, wie es bei ökonomischen und ökologischen Problemstellungen charakteristisch ist, empfehlen sich hybride Ansätze wie etwa **Neuro-Fuzzy-Systeme**. Diese beruhen, ebenso wie wissensbasierte Ansätze, auf expliziten Regeln. Die Gewichtung der Regeln kann aber in Analogie zu neuronalen Netzen aus Vergangenheitsdaten gelernt werden (vgl. Tuma et al. 1998).

Effiziente Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsberichterstattung

Zentrale Forschungsarbeiten bei der Umweltberichterstattung betreffen die **Standardisierung XML-basierter Document Type Definitions (DTD)**. Umweltberichte stellen ein zentrales Instrument zur Darstellung der ökologischen Situation des Unternehmens dar. Sie sind wesentlicher Bestandteil von Umweltmanagementsystemen und Voraussetzung der **Zertifizierung nach EMAS oder ISO**. Trotz der Bedeutung von Umweltberichten, auch für Kunden und andere Stakeholder, werden diese noch weitgehend über Printmedien veröffentlicht. Hier stellt die Standardisierung XML-basierter DTDs eine interessante Entwicklung dar (vgl. Isenmann et al. 2003).

Prof. Dr. Axel Tuma, Augsburg

Literaturempfehlungen:

Bullinger, H.-J. et al. (Hrsg.): Auftragsabwicklung optimieren nach Umwelt- und Kostenzielen. Berlin 2000.

Hilty, L.M./Rautenstrauch, C.: Betriebliche Umweltinformatik. In: Page, B./Hilty, L.M. (Hrsg.): Umweltinformatik — Informatikmethoden für Umweltschutz und Umweltforschung. 2. Aufl., München 1995, S. 295 - 312.

Isenmann, R. et al.: Standardisierung XML-basierter DTDs zur betrieblichen Umweltberichterstattung. In: Heubach, D./Rey, U. (Hrsg.): Integration von Umweltinformationen in betriebliche Informationssysteme. Aachen 2003, S. 69 - 84.

Krcmar, H.-K. et al. (Hrsg.): Informationssysteme für das Umweltmanagement — Das Referenzmodell ECO-Integral. München 2000.

Rautenstrauch, C.: Betriebliche Umweltinformationssysteme — Grundlagen, Konzepte und Systeme. Berlin 1999.

Tuma, A./Franke, S./Haasis, H.-D.: Innovation im Umweltschutz — Praxisbeispiele umweltschutzorientierter Produktionsleitstände. In: OR News, 1. Jg. (1998),Heft 3, S. 16 - 21.

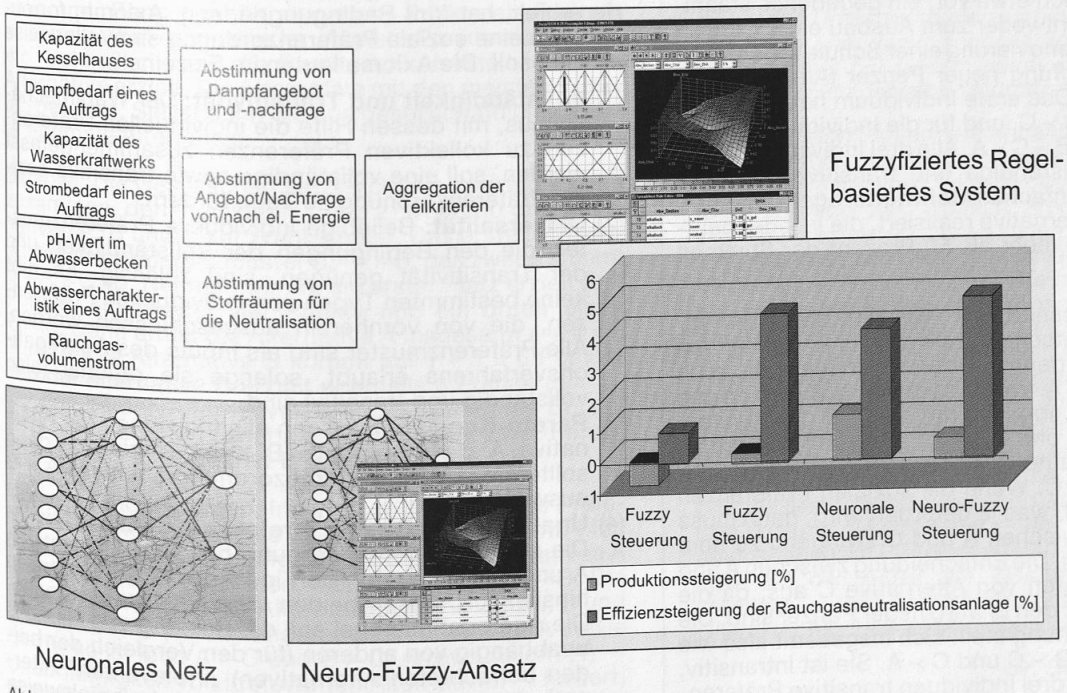

Abb. 4: Exemplarische Umsetzung eines umweltschutzorientierten Produktionsleitstandes