

Integration eines Umweltmanagement- und Controllingsystems in die Betriebs-EDV

Petra Bußwald¹, Michael Hofer², Ernst Stadlober³, Franz Wiedenegger¹

Zusammenfassung / Résumé

Integration of material flow and/or environmental management systems into the users' EDP-systems is the only way to enlarge the application of business oriented eco controlling. Close connection between the daily EDP-business processes and the environmental management system ensures that the outcome and feedback to the optimization of the production processes will largely increase.

AUDIT-Integral, offering companies its unique functions to create material flow charts automatically, makes the use of environmental management systems really attractive and allows a fast and easy optimization of resources and costs.

1. Einleitung

In letzter Zeit wendet man sich in der Industrie immer mehr von End-of-Pipe-Technologien ab, welche die Umweltprobleme nicht an den Wurzeln erfassen, sondern die Problemlösung nur an das Ende der Verfahrenskette verlagern. Man versucht hingegen, wirkungsvollere Maßnahmen bereits an den Quellen der Emissionsentstehung, Ressourcen- bzw. Energienutzung zu setzen (Clean Technology, Cleaner Production). Das – wie unser Softwaresystem AUDIT - aus Graz stammende Projekt Ökoprofit (K. Niederl 1996, Umweltamt der Stadt Graz 1996) setzt laufend wichtige Akzente in diese Richtung, indem es Betriebe aus unterschiedlichen Branchen bei der Umsetzung entsprechender Maßnahmen begleitet.

¹ Audit Softwareentwicklungs- und Handelsges.m.b.H., A-8010 Graz, Karmeliterplatz 8, Österreich, Tel.: ++43-316-833588-0, Fax: ++43-316-833588-4, e-mail: audit@telecom.at, <http://www.audit.at>

² Montanuniversität Leoben, Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik (IED), Peter Tunner Straße 15, A-8700 Leoben, Österreich, Tel: ++43-3842-43930, Fax: ++43-3842-427911, e-mail: hofer@unileoben.ac.at

³ Institut für Statistik, Techn. Universität Graz, Lessingstraße 27, A-8010 Graz, Tel.: ++43-316-873-6478, Fax: ++43-316-873-6977, e-mail: stadlober@stat.tu-graz.ac.at, <http://www.cis.tu-graz.ac.at/stat>

Zur Unterstützung dieser Cleaner-Production-Vorgehensweisen sind Instrumentarien nötig, mit denen man Betriebsabläufe in einer ganzheitlichen Sicht transparent machen kann, um sie einer Simulation, Analyse, Bewertung und in weiterer Folge einer Verbesserung zuzuführen. Entsprechend dieser gesteigerten Nachfrage am Markt sind in den letzten Jahren einige solcher Instrumentarien mit unterschiedlichen Schwerpunkten entwickelt worden (Gruppe angepaßte Technologie 1997). Ein Teil konzentriert sich auf Life Cycle Analysis, ein anderer Teil auf die Analyse betrieblicher Stoffströme (Stadlober et al. 1996). Manche Tools haben inhaltliche Schwerpunkte (z.B. Energiesektor), andere wiederum versuchen, alle Emissionsentstehungs-Bereiche abzudecken.

Fast allen Instrumenten ist derzeit jedoch gemeinsam, daß deren Akzeptanz in Unternehmen aufgrund mangelhafter Integration in die Betriebs-EDV noch relativ gering ist und daher viele Einsatzmöglichkeiten noch zu wenig genutzt werden.

Die Bedeutung der Integration verschiedener Systeme geht auch aus den Ausführungen in (Eschenbach/Neumann 1995, 10) deutlich hervor: "Der BUIS-Markt zeichnet sich durch hohe Dynamik, Komplexität und schnelles Wachstum aus. Ziel eines BUIS sollte der Ersatz von „Insellösungen“ durch ein integriertes System sein; also eine Vernetzung einzelner Teilsysteme und/oder die Möglichkeit zum Datenaustausch bzw. der gemeinsamen Nutzung von Datenbeständen". "Weiters heißt es da: Die Entwicklung hat jedoch gezeigt, daß es sich um einen stark wachsenden Marktbereich handelt ... und daß sich das Marktvolumen bis zum Jahr 2000 gegenüber heute sogar **verfünffachen** wird." (Eschenbach/Neumann 1995, 121f)

2. AUDIT

2.1 Entwicklungsstand

Mit AUDIT 2.0 (Bußwald et al. 1997, Siemens 1997) wurde 1997 ein Standard-Softwarepaket unter Windows geschaffen, das eine breite Palette von Problemlösungen bereitstellt, die alle dazu dienen, Prozeßabläufe unterschiedlichster Natur transparent zu machen:

Zunächst wird das zu modellierende bzw. zu bewertende (Produktions-)System in Form eines Fließbildes grafisch dargestellt und mit anhängigen Daten hinterlegt. Danach werden dazu die Material-/Massen-/Energiebilanz (Bußwald 1996) erstellt sowie die Kosten (F. Niederl 1996) berechnet. Zusätzlich stellt AUDIT Funktionalitäten einer ökologischen Bewertung bzw. Analyse der Emissionssituation des Systems zur Verfügung. Schließlich erfolgt die Aufbereitung sämtlicher

eingebener und berechneter Daten in Form von Tabellen, statistischen Grafiken und Sankeydiagrammen.

Damit kann der Ist-Zustand in einem Betrieb laufend überblickt und auch mit Soll-Zuständen verglichen werden. Mittels Simulation von Szenarien werden Schwachstellen und somit Rationalisierungspotentiale aufgespürt, die dann in weiterer Folge als Grundlage für Investitionsentscheidungen oder zur Erarbeitung von Verfahrensalternativen herangezogen werden.

Die aktuelle Version AUDIT 2.1 bietet vor allem mehr Möglichkeiten im Bereich der Energiebilanz: Es können Enthalpien eingebracht, eine vollständige Energiebilanzierung durchgeführt, die Plausibilität von Energiedaten aus Verbrennungsprozessen überprüft und erweiterte Funktionalitäten für Energiefluß-Sankeydiagramme genutzt werden.

Einen weiteren Schwerpunkt bilden anwenderfreundliche Verbesserungen im Auswertungsbereich. Im Sankey können Legenden automatisch erstellt werden. Vorgegebene Einstellungen erleichtern dem Anwender die ersten Schritte einer komprimierten Datenanalyse: Über sogenannte Standard-Datenreihen sind die gängigsten Analysen nun schneller und einfacher durchführbar. Dies alles ist eingebunden in das allgemeine Grundkonzept, das dem Benutzer bei der Gestaltung von Grafiken und Tabellen in AUDIT hohe Flexibilität und Gestaltungsfreiheit einräumt.

Zusätzliche Performance-Verbesserungen haben sich bereits bei komplexen Prozeßabläufen im Rahmen von Großprojekten als sehr wertvoll erwiesen. Ein großer Anwenderkreis von AUDIT sorgt für laufendes Feedback aus der Praxis.

In verschiedenen Branchen (Produktionsbetriebe der Getränkeindustrie, Metallverarbeitung, Automobilindustrie, Papierindustrie etc.) hat sich gezeigt, daß eine große Nachfrage besteht, die Daten (Fertigungspläne, Kosten, Materialstammsätze etc.) aus den zumeist in den Betrieben bereits eingeführten betriebswirtschaftlichen EDV- bzw. Datenbanksystemen direkt nach AUDIT zu übertragen.

AUDIT ist im Vergleich zu anderen Systemen für die Integration in die Betriebs-EDV besonders gut geeignet, weil es zusätzlich zu Material-, Energie- und Ökobilanzierung betriebswirtschaftliche Aspekte (Kosten, Erlöse) integriert (Pauleser 1997, Rebhan 1996, Siemens Nixdorf Informationssysteme 1997) – ganz im Sinne eines Umweltkostenmanagements (Fischer et al. 1997). Dadurch ist für eine Verschmelzung mit einem BDE-System eine gute Basis geschaffen.

2.2 Integration von AUDIT in die Betriebs-EDV

Im Rahmen des Pilotprojektes *Ökocontrolling Murau, Beispiel Brauerei* (Ferner 1997, Rasig 1996) wurde bereits eine erste Implementierung einer statischen Schnittstelle zu betrieblichen Datenbanken geschaffen. Diese ermöglicht gezielten Datenimport in zuvor manuell erstellte Materialfluß-Darstellungen. Damit können zeitliche Fortschreibungen bzw. Abweichungs-Kontrollen weitgehend automatisiert erfolgen. Die Ersterfassung ist in diesem Fall jedoch relativ zeitaufwendig, und Verfahrensänderungen müssen manuell eingebracht werden.

3. Funktionalitäten durch Integration in die Betriebs-EDV

Der Datenimport wird nun mit dem neuen Anbindungsmodul **AUDIT-Integral** flexibler und umfassender gestaltet und enger an die Betriebs-EDV geknüpft. Damit verfügt der **Anwender des neuen Tools** über folgende Funktionalitäten:

- *Selektiver Datenimport* aus betrieblichen Datenverarbeitungssystemen (z.B. SAP R/3):
In der damit erreichbaren (graphischen) Darstellung treten die Strukturen der Betriebsabläufe, die in der Betriebs-EDV meist in Tabellenform vorliegen, endlich klar in übersichtlicher grafischer Form zutage.
- *Plausibilitätsüberprüfung der Daten* und Auffinden von „Datenlücken“:
Bei der Erstellung einer Material-/Energiebilanz des Unternehmens oder der einzelnen Prozessschritte wird deutlich, welche Daten für die Bilanzierung fehlen und wie groß das Wissensmanko im eigenen Betrieb ist. Oft liegen sogar große Widersprüche im Datenmaterial begraben: Steht der Verbrauch an Hilfsstoffen und Energieträgern in einem realen Verhältnis zu den Produktionsabläufen? Wieviel Einsparungspotential blieb bisher im Verborgenen und stellt aber einen großen Kostenfaktor dar?
- Integration von *Planung* und *Soll-Ist-Vergleichen* in den betrieblichen Datenverarbeitungsprozeß unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Kosten- und Umweltfaktoren:
Die gängige Betriebs-EDV bildet die Geschäftsprozesse eines Unternehmens zwar EDV-mäßig ab, bietet aber zuwenig Möglichkeiten, die Vorgänge intensiv zu durchleuchten: Sind die Prozesse schon optimiert? Sind durch Umstrukturierungen in den Abläufen Verbesserungen möglich? Wie ändern sich Emissionen bzw. Umweltbelastungen und Kosten, wenn eine alternative Produktionsmethode gewählt wird?
- Zurechnung von Material-/Energieströmen und Kosten zu Kostenträgern (*Kostenträger- und Prozeßkostenrechnung, Reststoffkostenrechnung*):
Die anfallenden Kosten versickern in AUDIT nicht an irgendwelchen Kostenstellen (um später über Zuschlagssätze weiterverteilt zu werden), sondern

fließen zwangsläufig über alle laufenden Prozesse automatisch bis hin zu den Produkten, die gleichzeitig Kostenträger sind. Im Sinne der Reststoffkosten kann man sich auch von dieser Sicht lösen und den gesamten Output - Produkte und Reststoffe (z.B. Abfälle) - durchleuchten.

- Laufende Beobachtung *betriebswirtschaftlicher und ökologischer Kennzahlen* - einfaches, zeitsparendes, anschauliches *Umweltreporting*: kontinuierliche Bereitstellung von Umweltinformationen:
AUDIT verknüpft die in der Betriebs-EDV vorhandenen Daten zu aussagekräftigen (branchenbezogenen) Kennzahlen. Die Größen lassen sich einfach - *per Knopfdruck* - auf den jeweils aktuellen Stand und in anschauliche Grafiken bringen.

4. Schrittweise Integration in die Betriebs-EDV

4.1 AUDIT-Connect

Mit der Systemkomponente **AUDIT-Connect** wurde ein erstes Tool geschaffen, das Datenimport aus der Betriebs-EDV in AUDIT (ab AUDIT 2.0) in einem gewissen Umfang ermöglicht:

1. Zunächst wird dabei wie üblich mit AUDIT ein **Fließbild** der zu analysierenden Prozesse angefertigt und mit Daten (Stoffströmen, Prozessen) gefüllt.
2. In einem **Parametrisierungsschritt** werden danach Verknüpfungen zwischen EDV-Datenquellen des Betriebes und dem AUDIT-Fließbild hergestellt.
3. Nach erfolgter Parametrisierung **aktualisieren** AUDIT-Connect-Funktionen das einmal erstellte Fließbild laufend mit aktuellen Werten aus der Betriebs-EDV.

Durch den Zugriff von AUDIT-Connect auf die Benutzer-Datenquellen über ODBC kann hier somit ein sehr weites Datenquellen-Spektrum abgedeckt werden: Datenbanken, die über ODBC-Driver verfügen (alle namhaften Hersteller von relationalen Datenbanksystemen wie Oracle, Informix, SQLBase, ..), natürlich zum Beispiel auch MS-Access oder MS-Excel, formatierte Textdateien, usw.

Mit den auf diese Art sehr schnell und einfach in AUDIT eingebrachten Daten können zeitliche Fortschreibungen bzw. Abweichungs-Kontrollen weitgehend automatisiert erfolgen.

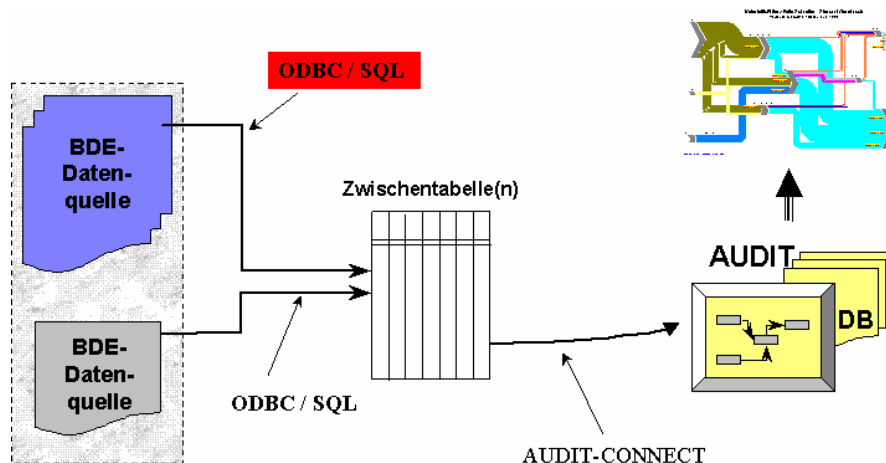


Abbildung 1
Datentransfer über ODBC/SQL und AUDIT-Connect

4.2 AUDIT-Integral

Das **neue Anbindungsmodul AUDIT-Integral** bietet neben den flexiblen ODBC-Zugriffsmöglichkeiten (siehe 4.1) eine spezielle neue, **zertifizierte Schnittstelle zu SAP** an. AUDIT-Integral bedient sich dabei für den Datentransfer der **POI-Schnittstelle** von SAP (siehe Abbildung 2).

Über die POI-Schnittstelle oder direkt aus der hinter SAP liegenden Datenbank können in weiterer Folge nicht nur Stoffstrom-Flußwerte nach der unter 4.1 beschriebenen Vorgangsweise in AUDIT importiert werden.

Mit der **neuen Funktion AUDIT-Dataport** bietet AUDIT-Integral die Möglichkeit, aus SAP-Daten Fließbilder automatisch zu generieren: AUDIT-Dataport ist in der Lage, selektiv aus SAP jene Daten herauszuziehen, die für die Umsetzung in ein AUDIT-Modell notwendig sind.

Dies können zum Beispiel folgende SAP-Daten sein:

- Arbeitsplätze bzw. Ressourcen
- Materialstammsätze
- Verarbeitungsvorschriften aus Fertigungsplänen, Arbeitsplänen, Stücklisten, Rezepturen ...
- Bearbeitungszeiten, Rüstzeiten
- Bewegungsdaten wie Produktionsmengen, Verbräuche ...

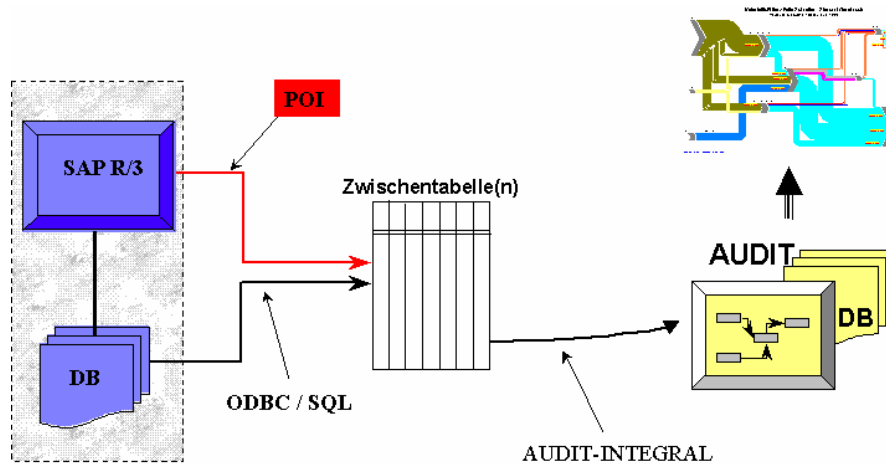


Abbildung 2
Datentransfer über POI-Schnittstelle und AUDIT-Integral

SAP-Materialien werden zu AUDIT-Stoffen, SAP-Arbeitsplätze bzw. Ressourcen werden zu AUDIT-Anlagen. Entsprechend einem für den AUDIT-Import selektierten Fertigungsplan legt AUDIT-Integral automatisch Verbindungen zwischen den Anlagen (AUDIT-Ströme) fest, sodaß die im Fertigungsplan beschriebenen Vorgänge durch AUDIT-Prozesse in AUDIT adäquat abgebildet werden und als solche ablaufen können.

Für die von AUDIT-Integral aus SAP-Daten erzeugten Fließbilder ist wiederum das gesamte AUDIT-Funktionsspektrum verfügbar und durch die enge Verknüpfung ergeben sich besondere Nutzungspotentiale für den Anwender (siehe 3).

Über AUDIT-Integral können zudem aus verschiedensten anderen elektronischen Datenquellen (z.B. Energiemanagementsystemen) zusätzliche Daten in das Fließbild eingebracht werden. Aktualisierungs-Funktionen halten die Daten immer am laufenden Stand und ermöglichen zeitbezogene Vergleiche.

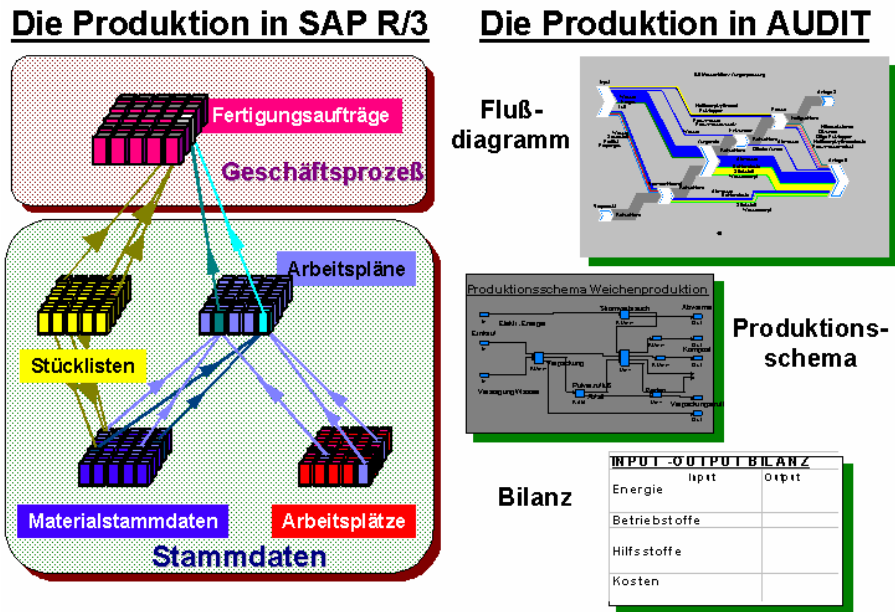


Abbildung 3
Datentransfer zwischen SAP R/3 und AUDIT

4.3 Technische Hintergründe der Integration

Eine derartige enge Verknüpfung von klassischer Betriebs-EDV mit einer Umweltmanagement-Software ist **gänzlich neu**. Daher gilt es natürlich einige (daten)technische Hürden zu überwinden:

- Die beim Anwender vorliegenden Daten sind zumeist **heterogen** auf **unterschiedlichste Datenquellen** verteilt (siehe auch 5.). Für den Datenimport müssen also flexible Funktionen zur Verfügung stehen, die auf verschiedenste BDE-Systeme zugreifen können.
- Ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen den Anwender-Daten aus der Betriebs-EDV und der Umweltmanagement-Software ist oft leicht herzustellen; die **Formate**, Zeit- und sonstigen Bezüge sind hingegen oft schwerer abzugleichen.

Der Automatisierungsgrad der Zusammenführung von Betriebs- und Umweltmanagement-EDV bedarf im Einzelfall einer genauen Analyse. Auf Grund der allgemeinen Standardisierungstendenzen im Softwarebereich werden die Systeme jedoch zunehmend einfacher ineinander verflochtbar.

5. Fallbeispiele

5.1 VAE Aktiengesellschaft, Zeltweg, Österreich

Am Gründerstandort des Weltmarktführers im Bereich Weichen läuft derzeit ein AUDIT-IED-SAP-Großprojekt. Die VAE Aktiengesellschaft benützt SAP R/3 u.a. zur Produktions- und Kapazitätsplanung in der Weichenherstellung (R/3 Module MM und PP). Weichen sind sogenannte „0-Fehler-Produkte“ mit einem hohen Grad an Kundenindividualität. Die Steuerung der Fertigung wird mit ca. 8000 Fertigungsplänen bewerkstelligt. Es liegt klar auf der Hand, daß diese hohe Zahl von unterschiedlichen Prozeßabläufen nur mit einer automatischen Anbindung/Fließbildgenerierung analysiert werden kann.

Es wurden Fließbilder für die VAE mit AUDIT entworfen und Betriebsabläufe dabei in logisch-funktionelle Teilprozesse zerlegt. Diese an der Entstehung der Produkte beteiligten Teilprozesse wurden systematisch analysiert und sowohl Primärmaterialien als auch Energien, Betriebs- sowie Hilfsstoffe quantitativ und qualitativ erfaßt.

Dafür waren - zusätzlich zur Einbringung der SAP-Daten - Messungen (z.B. Emissionen und Energieverbräuche, Wasserverbräuche, Verbräuche an Hilfsstoffen, wie Schmierölen etc.) bzw. manuelle Vorortermittlung erforderlich. Mit AUDIT erfolgte hernach die Prozeßanalyse, die Prüfung der Daten, die Plausibilitätskontrolle sowie die Berechnung fehlender Daten.

Erste Ergebnisse

- In dem in SAP vorhandenen Datenspektrum ergaben sich fehlende bzw. fehlerhafte Attribute aufgrund mangelhafter Pflege der Daten. Dies konnte im Rahmen der Bilanzierung und durch Plausibilitätschecks in AUDIT erkannt werden und hat die VAE veranlaßt, durch optimierte Arbeitsabläufe neue Maßstäbe in dieser Richtung zu setzen.
- Erste Analysen förderten beträchtliche Potentiale zur Einsparung und besseren Nutzung von Wasser, Ölen oder Kühlschmierstoffen zu Tage.

Weitere Schritte

- Hilfsstoffe (z.B. Werkzeuge) werden nicht mehr (Gemein-)Kostenstellen zugeordnet, sondern den Arbeitsplätzen (Ressourcen). Dies ist der erste Schritt in Richtung transparente Kostenträgerrechnung.

- Im Sinne eines effizienten Prozeßcontrollings sollen die Erfassung bzw. Messungen im Bereich der Hilfsstoffe intensiviert werden.
- Die mit AUDIT erstellten Varianten in der VAE Aktiengesellschaft werden anschließend einer umfassenden Ökobilanz und ökonomisch/ökologischer Prozeßvariantenanalyse unterzogen. Die ökologische Bewertung der bilanzierten Prozesse bzw. deren Varianten ist ein besonders wichtiger Schritt in Richtung Ökologisierung des Standortes. Diese Bewertung und die sich daraus ergebende Beurteilung der Handlungsalternativen muß objektiv, nachvollziehbar und ausreichend dokumentiert sein und steht derzeit im Mittelpunkt der Entwicklung. Basierend auf einer modifizierten und den Bedürfnissen der VAE Aktiengesellschaft angepaßten Methode werden u.a. Energien, Emissionen, Materialverbräuche, Abfälle und Kosten der Prozeßalternativen bewertet und durch AUDIT visualisiert.

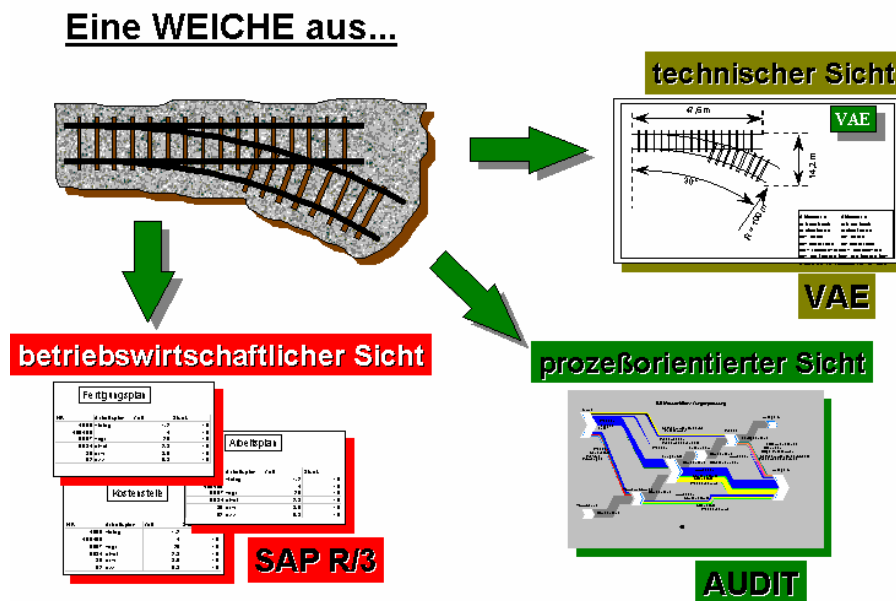


Abbildung 4
Datensichten bei der VAE Aktiengesellschaft

5.2 Felix Schoeller GmbH & Co.KG, Osnabrück, Deutschland

Im Bereich der Papierindustrie wird derzeit die Prozeßanalyse und Umweltberichtslegung bei Felix Schoeller am Standort Osnabrück mit AUDIT unterstützt.

Das Unternehmen ist einer der weltweit führenden Hersteller von Foto-, Dekor- und Spezialpapieren, das nicht nur höchste Qualität der Produkte, sondern seit vielen Jahren auch die Qualität der Prozesse in den Mittelpunkt ihres Interesses und ihrer Bemühungen stellt. Neben dem Qualitätsmanagementprogramm wird in diesem Sinne nun auch ein Umweltmanagementsystem eingeführt. Vier Standorte der Unternehmensgruppe wurden bereits erfolgreich nach EMAS zertifiziert.

Schoeller ist ein wichtiger Kunde von SAP und arbeitet maßgeblich an der Pilot-Implementierung der SAP-AUDIT-Schnittstelle mit.

Umweltrelevante Informationen werden bei Schoeller sowohl in SAP R/3, als auch in diversen anderen EDV-Systemen erfaßt und verwaltet.

Eine wesentliche Problemstellung im Projekt ergab sich eben aus dieser Tatsache, daß relevante Information aus verschiedenen Datenquellen mit unterschiedlichem Format, zeitlicher Auflösung, etc., miteinander verknüpft und in ein gemeinsames Datenmodell nach AUDIT übertragen werden mußten. Diese Aufgabe konnte bereits mittels des Datenimportmoduls AUDIT-Connect problemlos gelöst werden, womit dessen Flexibilität unter Beweis gestellt werden konnte.

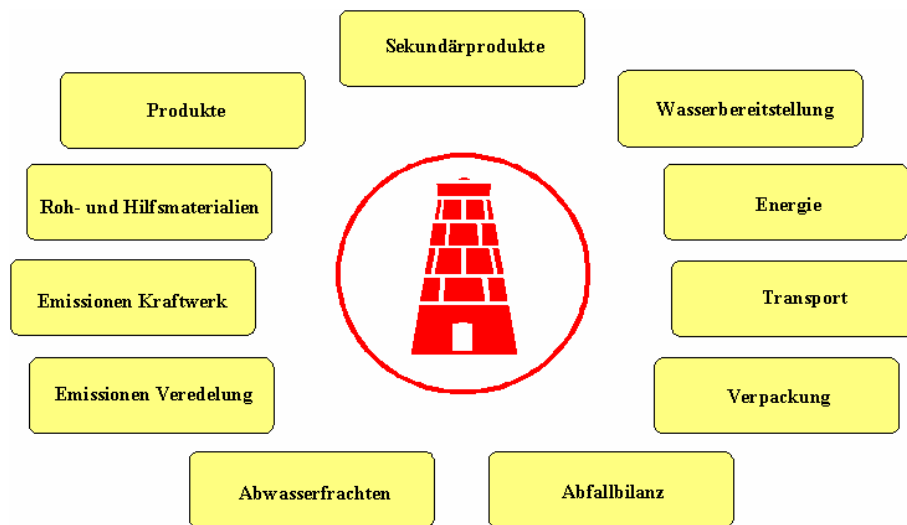


Abbildung 5
Umweltrelevante Informationen verschiedener Quellen bei Felix Schoeller,
Osnabrück

Erste Ergebnisse

- Durch die integrierte Darstellung in AUDIT konnten bereits in der Anfangsphase des Pilotprojekts nennenswerte Kosteneinsparungspotentiale festgemacht werden.
- Abwasser- und Frischwassermengen für die Produktion konnten über Simulationsrechnungen mit AUDIT weiter optimiert werden.

Weitere Schritte

- Umweltdaten - momentan noch in diversen Stand-Alone-Systemen verwaltet - werden schrittweise ins SAP R/3-System übernommen, wobei der Schwerpunkt bei den Abfallstoffen liegt.
- Nach der standortweiten Implementierung der POI-Schnittstelle wird der Datenimport weitgehend über diese Schnittstelle erfolgen.
- Der Umfang an auf unterschiedlichen Ebenen (Prozeß, Ressource, Kostenstelle,...) laufend durchgeführten Standardauswertungen wird ständig erweitert.

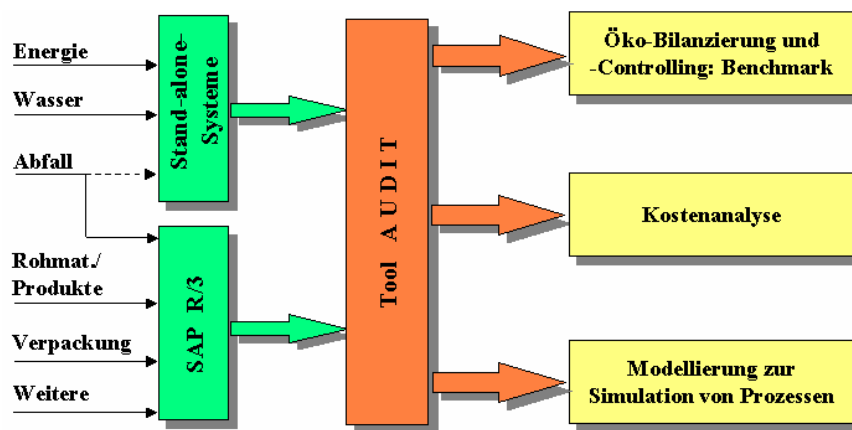


Abbildung 6
Einsatz von AUDIT bei Felix Schoeller

Literatur

- Bußwald P. (1996): Bilanzierung für ein Umweltinformations-System, Diplomarbeit, TU Graz
- Bußwald P., Niederl K., Stadlober E. (1997): AUDIT 2.0: Ein Management- und Controllingssystem für die Ökobilanzierung und die Bewertung von Umweltkosten, Umwelthinformatik 97, Straßburg, Band I, Metropolis-Verlag, Marburg, S.103-112
- Eschenbach R., Neumann W. (1995): Betriebliche Umweltinformationssysteme, Manz, Wien
- Ferner Ch. (1997): Pilotprojekt Öko-Controlling Murau, Beispiel Brauerei, Auszug aus dem Endbericht, Audit Software GmbH, Graz
- Fischer H., Wucherer C., Wagner B., Burschel C. (1997): Umweltkostenmanagement, Carl Hanser Verlag, München
- gruppe angepaßte technologie, tu wien (1997): Software-Recherche und Test von Programmen zum betrieblichen Einsatz, für die Bewertung und Umsetzung vorsorgender Umweltschutzmaßnahmen, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Abt. II/3, Wien
- Niederl F. (1996): Stoff- und Kostenanalysen für ein Umweltinformations-System, Diplomarbeit, TU Graz
- Niederl K. (1996): Graz - Ökostadt 2000, Greening Vienna 96, Symposium, Edition Dumreicher
- Pauleser M. (1997): Zukunftsfähige Geschäftsprozesse - Stoff- und Energiebilanzen, Ökologische Bewertung und Kostendarstellung mit E3 - AUDIT, in: Löbel J., Schörghuber W. (Hrsg.): EU-Umweltaudits, Zukunftsfähige Geschäftsprozesse gestalten, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1997
- Rasig H. (1996): Stoffströme: Öko-Controlling am Beispiel der Brauerei Murau, Lebensmittelzeitung 47, 22. November 1996, 62-63
- Rebhan A. (1996): Umweltinformationsmanagement verbessert auch die Wirtschaftlichkeit, Wasser, Luft und Boden, Zeitschrift für Umwelttechnik Nr.5, Mai 1996, S. 26-28
- Siemens (1997): Audit Material Flow Management System, Technology for the Environment, Corporate Communications, August 1997, 9
- Siemens Nixdorf Informationssysteme (1997): Gut für Umwelt und Kassa, Synergie 2/97, 8. Jahrgang, 33
- Stadlober E., Niederl K., Schnitzer H., Bußwald P., Niederl F., Prutsch W. (1996): Entwicklung eines Basismodells für Kosten- und Stoffanalysen in Umweltmanagementsystemen, Endbericht eines Forschungsvorhabens im Auftrag des BMU und des BMWFK.
- Umweltamt der Stadt Graz (1996): Ökoprotif Graz 1996, Grazer Umweltamt