

Forschungsbericht FZKA-BWPLUS

Intebis - Integration von Umweltinformationen in betriebliche Informationssysteme

von

Daniel Heubach, Claus Lang-Koetz

Fraunhofer-Institut
für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)
Stuttgart

Förderkennzeichen: BWI 23003

Die Arbeiten des Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

April 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Motivation	6
2	Aufgabenstellung	8
3	Planung und Ablauf des Vorhabens	10
3.1	Projektinstallation und -management (AP1)	10
3.2	Organisations- und IT-Analyse (AP2)	10
3.3	Konzepterstellung (AP3)	11
3.4	Implementierung und Evaluation (AP4)	12
4	Stand des Wissens	14
5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	16
6	Beitrag der Ergebnisse zu den Zielen des Förderprogramms.....	18
7	Erzielte Ergebnisse	19
7.1	Umfrage: Stand des Umweltcontrollings und dessen Softwareunterstützung in der Industrie	19
7.1.1	Umweltcontrolling in produzierenden Unternehmen.....	20
7.1.2	Nutzungsintensität von Instrumenten des Umweltcontrolling.....	22
7.1.3	Anwendung von Instrumenten des Umweltcontrolling...	25
7.1.4	Softwareunterstützung für das Umweltcontrolling	30
7.1.5	Ausblick	34
7.2	Vorgehensmodell zur Implementierung eines Umweltkennzahlensystems im ERP-System.....	35
7.2.1	Grobe Stoffstromanalyse und Branchenrecherche	37
7.2.2	Erfassung des Informationsbedarfs	40
7.2.3	Aufbau des Umweltkennzahlensystems	42

7.2.4	Analyse der vorhandenen Informationssysteme.....	47
7.2.5	Implementierung des Umweltkennzahlensystems im ERP-System.....	49
7.2.6	Organisatorische Integration.....	52
7.2.7	Fazit	53
7.3	Fachkonzept für die Integration eines Umweltkennzahlensystems (UKZ-System) im ERP-System.....	54
7.3.1	Funktionen des UKZ-Moduls.....	56
7.3.2	Daten des UKZ-Moduls.....	57
7.3.3	Leistungen des UKZ-Moduls	65
7.3.4	Funktionale Anforderungen und Qualitätsanforderungen.....	68
8	Voraussichtlicher Nutzen.....	69
9	Bekannt gewordene Fortschritte anderer Stellen	70
10	Erfolge und geplante Veröffentlichungen.....	71
10.1	Fachvorträge und Artikel	71
10.1.1	Vorträge.....	71
10.1.2	Artikel.....	72
10.2	Veranstaltungen und Ergebnistransfer	73
10.3	Veröffentlichung durch andere Stellen.....	73
11	Literatur	75

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Branchenverteilung der Unternehmen	20
Abbildung 2:	Stellenwert des Umweltschutzes im Unternehmen heute und in 1-3 Jahren	21
Abbildung 3:	Einsatz von Instrumenten des Umweltcontrolling nach Einsatzintervall.....	24
Abbildung 4:	Nutzer von Umweltinformationen im Unternehmen	26
Abbildung 5:	Zweck des Einsatzes von Umweltcontrolling- Instrumenten.....	28
Abbildung 6:	Softwareunterstützung für den Einsatz von Instrumenten des Umweltcontrolling	31
Abbildung 7:	Integration von Umweltkennzahlen in ERP-Systeme	33
Abbildung 8:	Vorgehen zur Bedarfserfassung	37
Abbildung 9:	Beispielhafte Darstellung der Materialflüsse bei Kappa BADENKARTON als Sankey-Diagramm....	39
Abbildung 10:	Stoffstromorientierte Umweltkennzahlmatrix mit Beispielkennzahlen von Kappa BADENKARTON.....	43
Abbildung 11:	Strukturierung der Umweltsleistungskennzahlen (Stoff- und Energie)	45
Abbildung 12:	Mengenstellen-Struktur für die Kennzahlverbuchung am Beispiel von Kappa BADENKARTON	46
Abbildung 13:	Darstellung der Kennzahlenkarten zur Beschreibung von Umweltkennzahlen	46
Abbildung 14:	Beispiel für eine heterogene EDV-Landschaft in einem mittelständischen Unternehmen	47
Abbildung 15:	Übersicht über das UKZ-Modul	56
Abbildung 16:	Datenstruktur (ER-Modell)	58
Abbildung 17:	idealtypischen IT-Landschaft	64

Abbildung 18:	Excel-Sheet.....	65
Abbildung 19:	Ablauf zur Erstellung der Umweltkennzahlen.....	67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Funktionsträger und deren Informationsbedarf	41
Tabelle 2:	Umweltkennzahltypen	43
Tabelle 3:	Für das Umweltcontrolling nutzbare Datenstrukturen in betrieblichen Informationssystemen	48
Tabelle 4:	Felder der Tabelle UKZ-Werte	59
Tabelle 5:	Felder der Tabelle UKZ-Werttypen	60
Tabelle 6:	Felder der Tabelle UKZ-Stellen	60
Tabelle 7:	Felder der Tabelle UKZ-Definition	60
Tabelle 8:	Felder der Tabelle UKZ-Berechnung	61
Tabelle 9:	Felder der Tabelle UKZ-Maßeinheiten	62
Tabelle 10:	Felder der Tabelle UKZ-Stellen	62
Tabelle 11:	Felder der Tabelle UKZ-Materialien	62
Tabelle 12:	Qualitätsanforderungen	68

1

Motivation

Um den betrieblichen Umweltschutz nachhaltig verbessern zu können, müssen unterschiedliche umweltrelevante Informationen durch das Management und das Controlling im Unternehmen bereitgestellt werden. Umweltaspekte sollen damit dauerhaft in die Entscheidungsprozesse der verschiedenen Unternehmensebenen und -funktionen integriert werden. Der spezifische Informationsbedarf orientiert sich dabei an den organisatorischen Funktionen der Entscheidungsträger und deren zu unterstützende Geschäftsprozesse.

Aus Sicht der produzierenden Unternehmen stellen vor allem Kosten, Stoffstrominformationen und Umwelteigenschaften von Materialien entscheidungsrelevante Umweltinformationen dar, um das Umweltcontrolling bei der Analyse, Planung und Kontrolle der Unternehmung unterstützen (Loew et al. 2002) und damit die Umweltleistung des Unternehmens gezielt zu verbessern.

Die Analyse und ökonomische Steuerung der Material- und Energieströme ist das Ziel des betrieblichen Stoffstrommanagements: Stoffkreisläufe werden etabliert, Prozesse nach Effizienzkriterien optimiert oder gefährliche Stoffe substituiert. Gleichzeitig ist mit der Reduktion des Materialeinsatzes meist ein Kosteneinsparpotenzial verbunden (siehe Loew et al. 2001). Von dem Informationsbedarf im Unternehmen leiten sich notwendige Bilanzierungen und Auswertungen ab, die Grundlage für die dauerhafte Steuerung der Material- und Energieströme sind. Davon ausgehend müssen einerseits betriebliche Stoffstromdaten, bspw. eingesetzte Rohstoffe, verbrauchte Medien, Ressourceneinsatz auf Prozessebene, produzierte Güter, Reststoffanfall oder Lagerbuchungen erfasst, analysiert und um Kosteninformationen ergänzt werden. Andererseits müssen diese Informationen so mit einander verknüpft und aufbereitet werden, dass sie die Organisation in ihren unterschiedlichen Aufgaben – Planung und Steuerung auf operativer und strategischer Ebene – ziel führend unterstützen. Daraus können neue Arten und Formen der Auswertung und Informationszusammenstellung resultieren.

Die gezielte Steuerung der Material- und Energieströme im Unternehmen betrifft den Wirkungsbereich unterschiedlicher Personen und Unternehmensfunktionen: die Umweltabteilung, aber auch das Management und das Controlling sowie Fachabteilungen wie die Produktionsplanung, der Einkauf, die Logistik oder das Lagermanagement. Umwelt-

informationen müssen als Grundlage für unternehmerische Entscheidungen einen Bezug zu Verursacher und Zeit sowie möglichen Entscheidungsfeldern haben. Daten müssen hierfür systematisch und einfach erfasst werden können, um dauerhaft in die Entscheidungsprozesse integriert zu werden.

In der Praxis können jedoch hinsichtlich der Informationsbereitstellung Hemmnisse identifiziert werden, die eine dauerhafte Anwendung von Stoffstromauswertungen behindern: Die IT-Landschaft ist oftmals heterogen, so dass entsprechende umweltrelevante Informationen aus verschiedenen Verantwortungsbereichen und Informationssystemen mit hohem personellen Aufwand zusammengeführt und ausgewertet werden müssen. Daten haben einen unterschiedlichen Bezug zu Unternehmensbereich und Zeit, oder die unterschiedliche Datenbasis lässt eine Verknüpfung relevanter Daten zu einer Aussage nicht zu.

Enterprise Resource Planning Systeme (ERP-Systeme) sind integrierte Gesamtsysteme für Administration, Disposition, Planung und Führung eines Unternehmens. Sie stellen die wichtigsten betrieblichen Informationssysteme für produzierende Unternehmen. Die in ERP-Systemen vorhandenen Informationsstrukturen sind vor allem auf Erzeugnisstrukturen, Arbeitsplätze und Arbeitspläne ausgerichtet und können deshalb – bisher ohne weitere Anpassungen – nur bedingt für eine Auswertung von Stoff- und Energieströmen genutzt werden (Krcmar 1999 und Spath, Heubach 2003). Aus Sicht der Organisation bedeutet dies, dass eine einfache, schnelle, spezifische und umfassende Sicht auf umweltrelevante Informationen im Unternehmen unter den beschriebenen Umständen nicht gegeben ist.

Ein Lösungsansatz für eine integrierte Sicht auf umweltrelevante Informationen ist die informationstechnische Einbindung von Stoffstromauswertungen in die betriebliche IT-Landschaft. Der hier verfolgte Ansatz will die integrierte Sicht auf Umweltinformationen durch das ERP-System als Software ermöglichen (vgl. Spath, Heubach 2003).

Ziel des Projektes intebis war es, exemplarisch die Funktionalitäten eines ERP-Systems in einem KMU zu erweitern, so dass Stoffstromauswertungen entsprechend der Nutzeranforderungen erstellt, in ein ERP-System integriert und anwenderspezifisch angezeigt werden können. Datengrundlage dieser Auswertungen sind vorhandene Mengen- und Kosteninformationen und Kostenstellenstrukturdaten im ERP-System sowie weitere relevante Mengeninformationen aus anderen Softwaresystemen (bspw. Abfallmanagement-Tool) im Unternehmen. Dazu ist zunächst ein Konzept notwendig, welches die für die Entscheidungsunterstützung im Unternehmen notwendigen Umweltinformationen mit ihrem Bezug zu Organisation und Entscheidungsträgern systematisch identifiziert.

Zusätzlich zur Analyse beim beteiligten Pilotunternehmen wurde in einer Unternehmensumfrage der Bedarf an Umweltinformationen erhoben. Darauf aufbauend wurde ein Fachkonzept erstellt, welches die Datenintegration und Auswertefunktionalitäten im ERP-System beschreibt. Das Konzept wurde sowohl in Bezug auf die Unterstützung der Ablauf- und Aufbauorganisation als auch auf die informationstechnische Integration von Stoffstrom-Funktionalitäten in das ERP-System in einem KMU angewandt und validiert. Aus den Projektergebnissen und -erfahrungen wird ein Vorgehensmodell zur Einführung eines betrieblichen Umweltcontrolling durch die Integration von Kennzahlen zu Stoff- und Energieströmen in die betriebliche IT abgeleitet und in einem praxisnahen Leitfaden für KMU veröffentlicht

In die Erstellung des informationstechnischen Fachkonzeptes waren die SAP AG und die TechniData AG als Entwicklungspartner beteiligt.

Als Pilotunternehmen für die Evaluation des Fachkonzeptes konnte das Unternehmen Kappa BADENKARTON, Gernsbach gewonnen werden. Kappa BADENKARTON (jetzt: Smurfit Kappa BADENKARTON) ist ein mittleres Unternehmen der Papierindustrie in Baden-Württemberg. Das Unternehmen produziert Spezial-Kartonmaterial mit 155 Mitarbeitern und einem Jahresumsatz von 55 Mio. Euro.

Die Forschungsarbeiten lassen sich in die folgenden Bereiche unterteilen:

- Ermittlung des aktuellen Stands der Anwendung von Instrumenten des Umweltcontrolling und deren informationstechnischer Unterstützung in produzierenden Unternehmen.
- Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse in ein allgemeines anwenderorientiertes Vorgehensmodell für KMU zur Umsetzung eines Umweltkennzahlensystems in dem ERP-System, ausgerichtet an der Entscheidungsunterstützung im Unternehmen und den umweltrelevanten betrieblichen Stoff- und Energieströmen.
- Strukturierung des Umweltinformationsbedarfs in einem Umweltkennzahlensystem sowie Entwicklung eines Fachkonzeptes zur informationstechnischen Integration von stoffstromrelevanten Daten und Kosten – auch aus anderen IT-Systemen – in das ERP-System als Grundlage für regelmäßige Stoffstromauswertungen.

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Im Folgenden sind die Arbeitsschritte des Projektes zusammengestellt, welche ausgehend von der Organisations- und IT-Analyse und Konzepterstellung zur Implementierung und Evaluation führen sollten, begleitet von einer Umfrage zum aktuellen Stand des Einsatzes von Umweltcontrolling-Instrumenten und deren Softwareunterstützung.

3.1 Projektinstallation und -management (AP1)

Zu Beginn des Projektes wurden ein Projektteam, bestehend aus Mitarbeitern von Kappa BADENAKRTON aus den Bereichen Controlling und Umweltschutz und dem Fraunhofer IAO gebildet. Dieses Projektteam überwachte den Fortschritt der Arbeiten und berichtete die Zwischenstände an die Geschäftsleitung bei Kappa BADENKARTON.

Zu Beginn des Projektes wurden in einem Kick-Off-Workshop bei Kappa BADENKARTON die Detailarbeiten in den Arbeitspaketen sowie der Informationsaustausch definiert. Die Zwischenergebnisse wurden auf einem Meilensteintreffen in der Projektmitte mit dem gesamten Projektkonsortium diskutiert.

3.2 Organisations- und IT-Analyse (AP2)

Ziel des AP2 war es, zunächst den organisatorischen Informationsbedarf und die zu unterstützenden Geschäftsprozesse sowie den daraus abgeleiteten Datenbedarf und die Softwaresysteme im Pilotunternehmen zu analysieren.

In einer Umfrage unter produzierenden Unternehmen wurde der aktuelle Stand erhoben (siehe Kapitel 7.1).

Im Pilotunternehmen wurden anwenderspezifische Geschäftsprozesse des betrieblichen Umweltschutzes und deren aufbauorganisatorische Einbettung im Unternehmen identifiziert und analysiert. Der Informationsbedarf der einzelnen Abteilungen „Einkauf und Logistik“, „Energie“, „Instandhaltung“, „Produktion und FuE“, Umwelt und Arbeitssicherheit“ sowie dem „Management und Controlling“ wurde in Einzel-Workshops erfasst. Grundlage bildete eine bereits durchgeführte Stoffstromanalyse (siehe LfU 2001) sowie die von den einzelnen Bereich zu erstellenden Berichte. Daraus wurden Anforderungen an die neuen Funktionalitäten im ERP-System identifiziert.

Die zunächst unstrukturiert dargestellten Anforderungen an Umweltdaten wurden in einem Umweltkennzahlensystem strukturiert (siehe BMU, UBA 1997). Das Umweltkennzahlensystem für Kappa BADENKARTON besteht aus Input- und Outputkennzahlen sowie Effizienzkennzahlen (siehe Kapitel 7.2.3) und umfasst ca. 150 Kennzahlen, deren Wert für einen Zeitbereich (Monat), ein Produkt/ Stoffstrom (Kartonsorten) und einen Ort (Kartonmaschine, Dampfturbine, etc., siehe Kapitel 7.2.3.3) im Unternehmen berechnet wird.

Auf Seiten der Datenbereitstellung wurden als IT-Systeme, die umweltrelevante Informationen im Unternehmen bereithalten, das SAP R/3-System, die Betriebsdatenerfassung (BDE), das Plant Information System (PI) sowie Excel-Anwendungen für Abfallmanagement und Abwasser-Kennwerte identifiziert.

3.3 Konzepterstellung (AP3)

Im AP3 wurde aufbauend auf den Ergebnissen der Analyse-Phase (AP2) ein Fachkonzept zur Integration des Umweltkennzahlensystems mit den notwendigen Funktionalitäten, der Datenverarbeitung und den organisatorischen Fragestellungen erstellt (siehe Kapitel 7.3).

Hierfür wurde ein Entwurf zur Datenintegration und -haltung von materialrelevanten Umweltkennzahlen zur Bilanzierung von Input- und Outputströmen im ERP-System mit Bezug zu Unternehmensbereich, Zeit und Stoffgruppe erarbeitet. Das Konzept wurde mit den Entwicklungspartnern TechniData und SAP AG diskutiert und ausgearbeitet.

Folgende Aspekte wurden in dem Fachkonzept ausgeführt:

- **Datenerfassung**
Daten werden über ein definiertes Austauschformat aus den vorgelagerten IT-Systemen über Schnittstellen in das ERP-basierte Umweltkennzahlensystem eingelesen.
- **Datenhaltung**
Die Daten werden aus inhaltlicher Sicht mit verschiedenen Bezugsarten (Zeit, Ort, Stoffstrom, siehe Kapitel 7.2.3) spezifiziert, Datenformate analysiert und eine gemeinsame Datenstruktur erarbeitet.
- **Datenausgabe**
Die Bereitstellung der Umweltinformationen erfolgt in Form von definierten Berichten und Auswertungen, die sich an den identifizierten Erfordernissen der Entscheidungsträger und an bestehenden Formen der Berichtserstellung orientieren.

Die Funktionssicht im Fachkonzept beschreibt die für die Berichtstypen notwendige Bilanzierungsfunktionen, die hierarchische Gliederung des Umweltkennzahlensystems, sowie die Bezugsarten. Die Organisationsicht zeigt sowohl Verantwortlichkeiten im Rahmen einer Aufbauorganisation als auch Entscheidungsträger innerhalb der Ablauforganisation mit deren Geschäftsprozessen auf.

3.4 Implementierung und Evaluation (AP4)

Für das Pilotunternehmen Kapp BADENKARTON wurde ein umsetzungsfähiges Konzept für die Integration des Umweltkennzahlensystems in das SAP R/3-System entwickelt.

Das Konzept sieht die Erweiterung der Funktionalitäten des ERP-Systems SAP R/3 vor. Die Berechnungsfunktionen für die Aggregation von Kennzahlen bauen zum allergrößten Teil auf vorhandene Algorithmen auf. Für die Integration der bisher nicht im SAP R/3-System vorgehaltenen Daten in das ERP-System werden Schnittstellen (Datei-Upload) vorgesehen. Zur Unterstützung der identifizierten Geschäftsprozesse und der zu erstellenden Berichte wurde auf der Basis der Stoffstromauswertungen und -bilanzierungen Berichtsarten beschrieben.

Für die Entwicklung und Implementierung des Umweltkennzahlensystems wurde ein „Top-Down“ Ansatz gewählt, d.h. ausgehend von dem Informationsbedarf wurden die relevanten IT-Systeme identifiziert und ein Fachkonzept erstellt. Die Erkenntnisse aus der konkreten Umsetzung bei Kappa BADENKARTON wurden abgeglichen und mit dem generalisierten Vorgehensmodell rückgekoppelt. Sie bilden die Grundlage für den Leitfaden.

Die informationstechnische Umsetzung im SAP R/3-System (Programmierung der Datenbanken) steht zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch aus, eine Implementierung ist aber im Anschluss an das Projekt aus Eigenmitteln des Pilotunternehmens geplant.

4 Stand des Wissens

Die Bewertung und Optimierung der Ökoeffizienz eines Unternehmens basiert auf einer Betrachtung der betrieblichen Stoff- und Energieströme, da mit ihnen direkt oder indirekt Umweltwirkungen verbunden sind.

Das Umweltcontrolling ist ein Teilsystem des betrieblichen Umweltmanagements. Es umfasst die Definition von Umweltzielen, die Analyse, Planung und Kontrolle der betrieblichen Stoff- und Energieverbräuche und Umweltbelastungen (Schulz et al. 2001). Das Umweltcontrolling stellt Kriterien zur Bewertung von Ergebnissen des betrieblichen Umweltschutzes zur Verfügung (Günther et al. 2002) und trägt damit zur Operationalisierung des ökoeffizienten Wirtschaftens bei.

Umweltkennzahlen haben sich als praxistaugliches Instrument für das Umweltcontrolling von produzierenden Unternehmen erwiesen: Sie sind leicht an unternehmensspezifische Einsatzbedingungen anpassbar und weisen eine hohe Anschlussfähigkeit an Methoden der betrieblichen Leistungsbewertung auf. Umweltkennzahlen bilden die ökonomisch und ökologisch relevanten Stoff- und Energieströme in einem Kennzahlensystem ab. Sie bilden Informationen ab, die für interne und externe Berichte und zur regelmäßigen Überprüfung und Verbesserung des betrieblichen Handelns genutzt werden können, z. B. in Trendanalysen oder im Benchmarking. So können die Umweltwirkung des Unternehmens verringert und Materialkosten gesenkt werden (Loew 2003).

Zur Erstellung von Umweltkennzahlen müssen komplexe Informationen aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen erfasst, aufbereitet und ausgewertet werden. Dies ist zumeist mit einem hohen Aufwand verbunden. Existierende Leitfäden zur Einführung von Umweltkennzahlen (ISO 2000; VDI 2001; BMU, UBA 1997) beinhalten jedoch keine durchgängige Vorgehensweise, mit der auch eine Informationsversorgung der Umweltkennzahlen hergestellt werden kann.

Enterprise Resource Planning Systeme (ERP-Systeme) sind integrierte Gesamtsysteme für Administration, Disposition, Planung und Führung eines Unternehmens. Sie stellen die wichtigsten betrieblichen Informationssysteme für produzierende Unternehmen. Sie stellen Umweltcontrolling-Funktionalitäten in so genannten „Umweltmodulen“ zur Verfügung, beschränken sich aber auf Teilfunktionalitäten wie Abfall- und Gefahr-

stoffmanagement (siehe z. B. Eul, Rey 2000; TechnidataAG 2005a) oder die Verwaltung überwiegend manuell erfasster standortbezogener Umweltkennzahlen für die Umweltberichterstattung (TechnidataAG 2005b).

Bisher unterstützen ERP-Systeme ein durchgängiges Umweltcontrolling jedoch nicht (Rey et al. 2003). Sie beinhalten allerdings viele relevante Daten für das Umweltcontrolling, da sie Stoff- und Energieströme durch Materialbewegungen und über Materialstammdaten abbilden. Weiterhin erlauben ERP-Systeme die Implementierung von Kennzahlensystemen unterschiedlicher Ausprägung. Sie sind flexibel erweiterbar und können über Schnittstellen gut mit anderen Informationssystemen gekoppelt werden. Daraus folgt, dass sich ERP-Systeme zur informationstechnischen Unterstützung eines Umweltkennzahlensystems anbieten.

5

Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Kappa BADENKARTON (jetzt: Smurfit Kappa BADENKARTON)

Die Kappa BADENKARTON fungiert in dem Projekt als Pilotunternehmen für die Evaluation des Fachkonzeptes. Gemeinsam mit dem Projektteam bei Kappa BADENKARTON wurde das Vorgehensmodell in der praktischen Umsetzung erprobt und besonders auf die Praktikabilität für KMUs geachtet.

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart

Mit dem IAT der Universität Stuttgart wurde gemeinsam das Vorgehensmodell zur Implementierung eines Umweltkennzahlensystems und das Fachkonzept zur Integration des Umweltkennzahlensystems im ERP-System entwickelt. Hierbei konnte auf die Projekterfahrung des IAT im Rahmen der BMBF-Projekte „Care“ und „INTUS“ im BMBF-Schwerpunkt „Instrumente des Nachhaltigen Wirtschaftens“ zurückgegriffen werden.

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), ehemals Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)

Gemeinsam mit der LUBW wurde der Transfer der Ergebnisse bewerkstelligt. So war die LUBW Mitveranstalter der Veranstaltung „Kosteneinsparung und Transparenz durch Energie- und Stoffstrommanagement“ (23. Februar 2006). Mit finanzieller und fachlicher Unterstützung der LUBW wird ein Leitfaden für KMUs herausgegeben, indem die Projektergebnisse praxisnah dargestellt sind.

SAP AG und TechniData AG

Die SAP AG als Entwickler des weit verbreiteten ERP-Systems SAP R/3 und die TechniData AG als SAP-Entwicklungspartner für den Themenbereich Umwelt-, Abfall- und Gefahrstoffmanagement unterstützten die Entwicklung des Fachkonzeptes zur Integration des Umweltkennzahlensystems im ERP-System und überprüften es im Hinblick auf ihre Allgemeingültigkeit.

ABAG-itm GmbH

Gemeinsam mit der ABAG-itm GmbH und der LUBW wurden am 23. Februar 2006 auf der intebis-Veranstaltung „Kosteneinsparung und Transparenz durch Energie- und Stoffstrommanagement“ am Fraunhofer IAO, Stuttgart, die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse interessierten Unternehmen präsentiert. Rund 40 Teilnehmern wurde das Vorgehensmodell vorgestellt, sowie die Motivation aus Sicht des Pilotunternehmens erläutert. Mit dem BEST-Programm der LUBW wurden Möglichkeiten für Unternehmen aufgezeigt, mit Unterstützung des Landes Baden-Württemberg die betrieblichen Stoffströme zu analysieren.

6

Beitrag der Ergebnisse zu den Zielen des Förderprogramms

Die erarbeiteten Vorgehensweisen dienen nicht nur der Bereitstellung entscheidungsrelevanter Informationen zur Umweltwirkung der Unternehmensaktivitäten und der notwendigen organisatorischen Einbettung und informationstechnischen Implementierung, sondern insbesondere auch der ökonomisch tragbaren Umsetzung für KMUs.

Die Steuerung betrieblicher Material- und Energieströme ist gerade für produzierende Unternehmen ein wesentlicher Ansatzpunkt, um die unternehmerische Umweltleistung zu verbessern. Mit dem aufgezeigten Vorgehen und dem Fachkonzept für die Integration des Umweltkennzahlensystems in die betriebliche IT wird das ökoeffiziente Wirtschaften unterstützt, indem die Datensammlung und deren -verarbeitung aufwandsarm informationstechnisch umgesetzt wird. Verbräuche und Effizienzkennzahlen können so kontinuierlich erfasst und über einen Zeitraum verfolgt werden. Kennzahlenberichte werden nutzerspezifisch erstellt und so die Akzeptanz und Praktikabilität der Kennzahlen erhöht. Damit wird ein Beitrag geleistet für ein zukunftsfähiges Stoffstrommanagement-Konzept. So wird die Grundlage zur Einsparung von Stoffen und Energien und zur Verminderung von Emissionen geschaffen sowie der Schutz der Umwelt aus Unternehmenssicht methodisch und organisatorisch unterstützt.

7 Erzielte Ergebnisse

7.1 Umfrage: Stand des Umweltcontrollings und dessen Softwareunterstützung in der Industrie

Um den aktuellen Stand der Anwendung von Instrumenten des Umweltcontrolling und deren informationstechnischer Unterstützung zu ermitteln hat das Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Umweltmanagement der Universität Hohenheim im Frühjahr 2004 eine Umfrage unter produzierenden Unternehmen durchgeführt.¹

Der Fragebogen wurde an 1594 produzierende Unternehmen versandt. Adressaten waren dabei produzierende Unternehmen in Baden-Württemberg mit mindestens 50 Mitarbeitern, Mitglieder von Umweltarbeitskreisen der Industrie- und Handelskammern Baden-Württembergs sowie einige produzierende Unternehmen im restlichen Bundesgebiet.

160 Unternehmen antworteten; dies entspricht einer Rücklaufquote von 10,04%. Davon stammten 134 (84%) aus Baden-Württemberg. Die Rückläufer verteilen sich auf produzierende Unternehmen unterschiedlicher Branchen. Ein Schwerpunkt liegt dabei im Maschinenbau (vgl. Abbildung 1). 68 Unternehmen haben weniger als 250 Mitarbeiter und 49 unter 40 Millionen Euro jährlichen Umsatz und sind demnach kleine und mittlere Unternehmen (KMU) nach Definition der Europäischen Union. Somit haben überwiegend größere Unternehmen auf die Umfrage geantwortet.

¹ Veröffentlicht als: Claus Lang-Koetz, Daniel Heubach, Stand des Umweltcontrolling und dessen Softwareunterstützung in der Industrie: Ergebnisse einer Umfrage unter produzierenden Unternehmen in Baden-Württemberg, Stuttgart, Dezember 2004, Download unter www.intebis.iao.fraunhofer.de

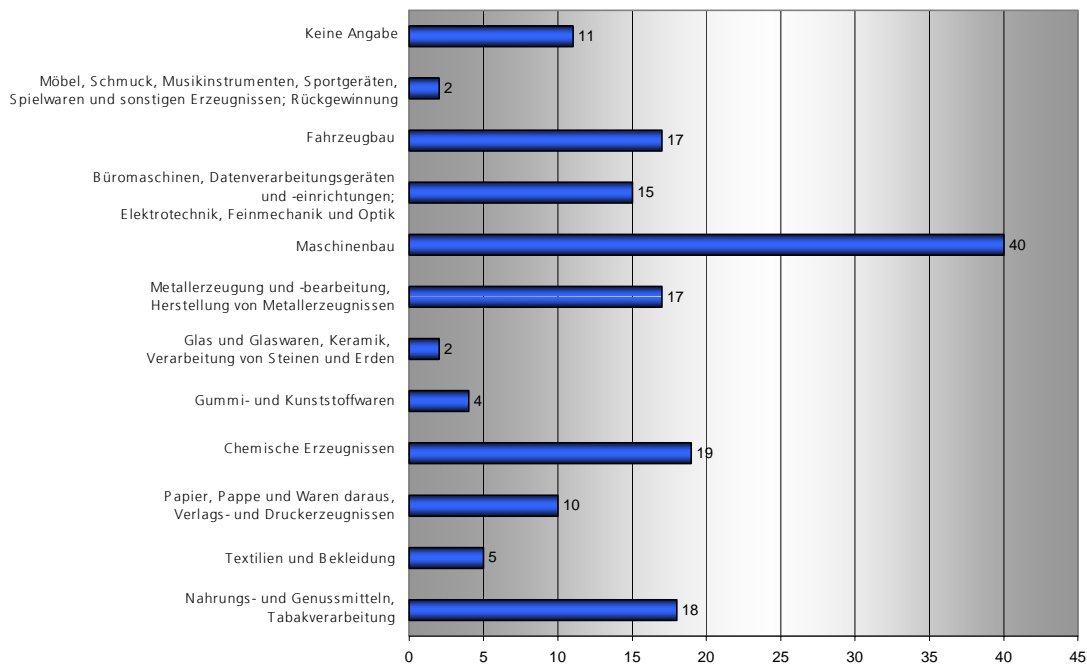


Abbildung 1: Branchenverteilung der Unternehmen

7.1.1 Umweltcontrolling in produzierenden Unternehmen

Die überwiegende Zahl der antwortenden Unternehmen betreiben ein systematisches Umweltmanagement – nur 40 verfügen über kein **Umweltmanagementsystem**. Dabei überwiegen Umweltmanagementsysteme nach ISO 14000 (86 Nennungen) gegenüber EMAS, dem Managementsystem nach EU-Öko-Audit-Verordnung (48 Nennungen). 38 Unternehmen gaben an sowohl Umweltmanagement nach EMAS als auch nach ISO 14000 zu betreiben. Dies bedeutet, dass von den antwortenden Unternehmen überdurchschnittlich viele über ein Umweltmanagementsystem verfügen. Die Gruppe der antwortenden Unternehmen beschäftigt sich also im Durchschnitt schon intensiver mit Umweltmanagement als der Durchschnitt der produzierenden Unternehmen in Baden-Württemberg.

Der **Stellenwert des Umweltschutzes** im Unternehmen wird zumeist mit „mittel“ oder „mittel bis hoch“ für den Zeitpunkt der Befragung eingeschätzt. Für die Zukunft (in ein bis drei Jahren) ergab sich eine leichte Verschiebung der Einschätzung nach „mittel bis hoch“ bzw.

„hoch“ (vgl. Abbildung 2). Damit scheint die Bedeutung des betrieblichen Umweltschutzes in der Zukunft weiter zuzunehmen.

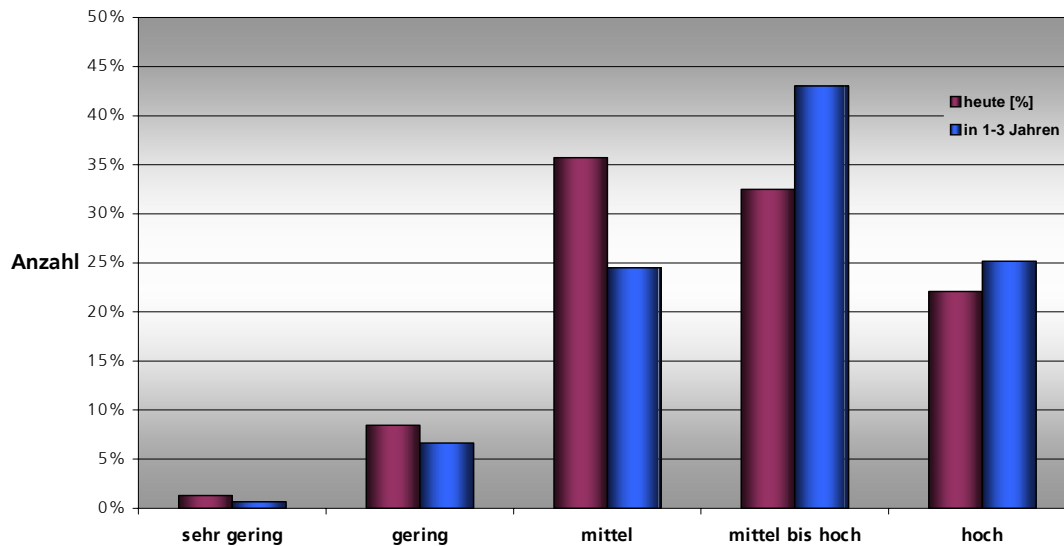


Abbildung 2: Stellenwert des Umweltschutzes im Unternehmen heute und in 1-3 Jahren

Umweltcontrolling stellt ein Teilsystem des betrieblichen Umweltmanagements dar und umfasst die Definition von Umweltzielen, die Analyse, Planung und Kontrolle der betrieblichen Stoff- und Energieverbräuche und Umweltbelastungen (vgl. Schulz et al. 2001). Die Durchführung des Umweltcontrolling folgt einem Kreislauf, der mit der Zielbestimmung beginnt. Dort wird festgelegt welche Bereiche analysiert werden sollen und welche Instrumente angewendet werden. Instrumente des Umweltcontrollings sind beispielsweise die Betriebliche Umweltbilanz, Umweltkennzahlen oder Verfahren der Umweltkostenrechnung. Sie basieren überwiegend auf der Erfassung und Bewertung betrieblicher Stoff- und Energieströme mit unterschiedlichem Bezug (z. B. Standort, Anlagen, Prozesse, Produkte). Diese werden ökologisch beurteilt und die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Strömen untersucht. So können Ansatzpunkte zur Reduzierung der Umweltbelastungen identifiziert werden. Daraus werden dann konkrete Maßnahmen herausgearbeitet, die dann umgesetzt werden. Schließlich wird deren Erfolg kontrolliert, was wiederum zu einer Anpassung der Ziele führen kann – der Umweltcontrollingkreislauf beginnt dann von Neuem (Loew et al. 2002).

7.1.2 Nutzungsintensität von Instrumenten des Umweltcontrolling

Instrumente des Umweltcontrollings werden in der Praxis verschieden intensiv genutzt. In der Umfrage wurde der Einsatz verschiedener Instrumente und ihre Nutzungsintensität abgefragt (vgl. Abbildung 3). Bei der Auswertung werden dabei im Folgenden die beiden ersten Kategorien der Nutzungsintensität (von der täglichen bis zur quartalsweisen Nutzung) zusammengefasst betrachtet.

Täglich bis quartalsweise genutzte Instrumente

Am häufigsten werden Gefahrstoffmanagement, Umweltkennzahlen und Abfallbilanz angewandt. Dies ist sicherlich durch die vielfältigen gesetzlichen Regularien in dem Gefahrstoffbereich und in der Abfallwirtschaft begründet.

Dabei wurde das **Gefahrstoffmanagement** am meisten genannt (44% der Nennungen). Es beschäftigt sich mit dem Schutz der Mitarbeiter und der Umwelt vor Gefahrstoffen und wird von vielen Unternehmen gesetzlich gefordert.

Umweltkennzahlen dienen dazu, umfangreiche Umweltinformationen zu aussagekräftigen und vergleichbaren Schlüsselinformationen zu verdichten (BMU, UBA 1997) und gelten als klassisches Controllinginstrument für das Umweltmanagement (vgl. Loew 2003). Ein Umweltkennzahlensystem wird von 75% der Unternehmen genutzt, von den meisten (rund 40%) allerdings nur mit halbjährlicher bis jährlicher Nutzungsfrequenz. In einer gesonderten Frage wurden die Unternehmen, die Umweltkennzahlen nutzen, gefragt, in welchem Detaillierungsgrad sie diese nutzen (Mehrfachnennungen waren möglich). 38% nutzen sie für das gesamte Unternehmen, 61% auf Betriebs- und Standortebene. Nur 22% gaben an Umweltkennzahlen auf Abteilungsebene zu nutzen, 17% auf Kostenstellenebene und nur 11% verfügen über Umweltkennzahlen mit Prozessbezug (Abbildung im Anhang). Dies deutet darauf hin, dass Umweltkennzahlen nicht als Steuerungsinstrumente zur operativen Unterstützung genutzt werden, sondern eher zum strategischen Einsatz oder zum Monitoring des Unternehmens.

Eine **Abfallbilanz** wird im Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz von Unternehmen mit einem bestimmten Abfallaufkommen gefordert. Sie wird hauptsächlich (zu über 60%) halbjährlich bis jährlich eingesetzt.

An vierter Stelle (10% bzw. knapp darüber) folgen Berichte an andere Firmen, die ökologische Stoffbewertung, Fluss- und Reststoffkostenrechnung sowie die Ermittlung der Umweltschutzkosten. Andere Instrumente werden in diesem Nutzungsintervall fast gar nicht angewandt.

Mindestens einmal pro Jahr genutzte Instrumente

Betrachtet man die Instrumente, die laut den befragten Unternehmen zumindest jährlich angewendet werden, so ergibt sich ein ähnliches Bild: Abfallbilanz und Gefahrstoffmanagement stehen hier mit 84% bzw. 78% an erster Stelle. Sie stellen damit Instrumente dar, die im betrieblichen Alltag fest verankert sind und kontinuierlich in der Unternehmensorganisation zum Einsatz kommen. An zweiter Stelle folgen die Instrumente Umweltkennzahlen und Betriebliche Umweltbilanz, die immerhin von 62% bzw. 60% der Unternehmen genutzt werden.

Bei bis zu 15.000 produzierenden Unternehmen werden vom Staat jährlich die Umweltschutzkosten erhoben um die ökonomische Bedeutung des Umweltschutzes in Deutschland zu quantifizieren und um die Zusammenhänge zwischen den Umweltschutzaufwendungen und den Erfolgen zu beobachten. Umweltschutzkosten sind Kosten für Umweltschutzanlagen und jene Maßnahmen, mit denen negative Umweltauswirkungen vermieden, verringert, beseitigt, überwacht oder dokumentiert werden sollen (BMU, UBA 2003). Mit der Berechnung der Umweltschutzkosten setzen sich über die Hälfte der antwortenden Unternehmen (51%) zumindest jährlich auseinander.

Von ca. 30% der Unternehmen wird zumindest jährlich (oder häufiger) eine Lieferantenbewertung nach Umweltgesichtspunkten, eine Flusskosten- oder Reststoffkostenrechnung als Instrument zum Aufspüren ökologischer und ökonomischer Potenziale oder eine ökologische Stoffbewertung durchgeführt.

Berichte an andere Firmen werden noch von 22% der Firmen durchgeführt, während das Instrument der Stoffstromanalyse/ Materialflussanalyse von 15% der Firmen angewendet wird. Die produktbezogene Ökobilanz und ihre vereinfachte Version, das Ökoprofil spielen mit 9% der Nennungen keine Rolle als kontinuierlich angewendetes Instrument.

Die betriebliche Umweltbilanz, die Darstellung der mit der betrieblichen Leistungserbringung verbundenen Input- und Outputströme (Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Energie, Produkte, Reststoffe, Emissionen) wird ebenfalls hauptsächlich (rund 50%) halbjährlich bis jährlich aufgestellt.

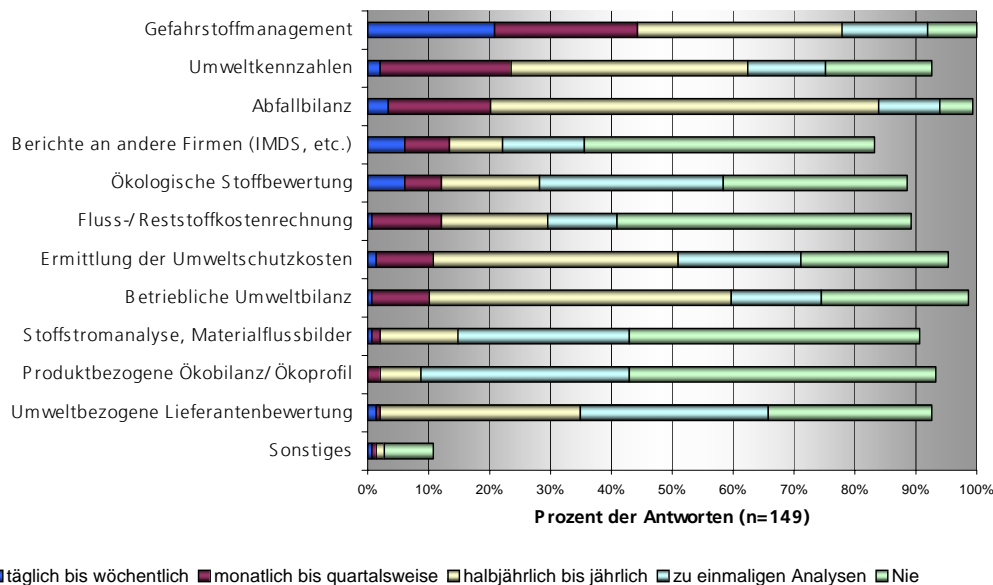


Abbildung 3: Einsatz von Instrumenten des Umweltcontrolling nach Einsatzintervall

Instrumente zur einmaligen Analyse

Bestimmte Instrumente des Umweltcontrolling spielen für einmalige Analysen eine wichtigere Rolle als in der kontinuierlichen Anwendung: So werden produktbezogene Ökobilanz/ Ökoprofil mit 34%, ökologische Stoffbewertung (30%) und Stoffstromanalyse/ Materialflussbilder (28%) vorwiegend als Instrumente zur einmaligen Analyse eingesetzt. Die umweltbezogene Lieferantenbewertung wird zwar auch halbjährlich bis jährlich von einigen Unternehmen eingesetzt (33%), spielt aber auch für einmalige Analysen eine wichtige Rolle (31%).

Zusammenfassung

Die am häufigsten kontinuierlich eingesetzten Instrumente des Umweltcontrollings sind Gefahrstoffmanagement, Umweltkennzahlen und Abfallbilanz. Dies lässt sich dadurch erklären, dass diese Instrumente von vielen Unternehmen gesetzlich bedingt angewandt werden müssen. Umweltkennzahlensysteme werden ebenfalls häufig eingesetzt, jedoch oft nur halbjährlich bis jährlich und mit geringem Detaillierungsgrad, so dass sie nur bedingt als Steuerungsinstrument im Rahmen des Controlling angewendet werden können. Eine betriebliche Umweltbilanz wird

von vielen Unternehmen erstellt. Diese kann Grundlage für ausgewählte Umweltkennzahlen sein und dient auch zur externen Kommunikation, z. B. für einen Umweltbericht. Diese Instrumente dienen der standortbezogenen Darstellung der mit der Unternehmensleistung zusammenhängenden Umweltauswirkungen. Eine prozess- oder produktbezogene Umweltbewertung (in Ökopprofilen, Stoffstromanalysen, u.a.) findet weniger häufig oder nur einmalig statt. Gründe können zum einen in der geringen internen/ externen Nachfrage liegen, zum anderen stellen diese Instrumente größere Herausforderungen an den Detaillierungsgrad und Erhebungstiefe der Daten.

7.1.3 Anwendung von Instrumenten des Umweltcontrolling

In zwei Fragen wurden Nutzer von Umweltinformationen und der Zweck der Anwendung von Umweltcontrolling-Instrumenten ermittelt.

Nutzer von Umweltinformationen

Abbildung 4 gibt einen Überblick über die Nutzer von Umweltinformationen und deren Nutzungsintervall im Unternehmen. Bei der Betrachtung der täglich bis quartalsweisen Nutzung der Instrumente ergab sich folgendes Bild:

Umweltmanagement/ Umweltbeauftragter stellen in der Nutzung von Umweltinformationen den wichtigsten Personenkreis im Unternehmen dar (69%). An zweiter Stelle steht die Produktion/ Fertigung (43%), in der im Allgemeinen die wesentlichsten Umweltwirkungen produzierender Unternehmen hervorgerufen werden sowie die führungsunterstützenden Unternehmensfunktionen Controlling/ Kostenrechnung (36%) und Qualitätsmanagement (34%).

Schließlich folgen Unternehmenskommunikation (28%), Beschaffung/Einkauf (27%) und Geschäftsführung (26%). Geschäftsführung sind ebenso wie Umweltmanagement/ Umweltbeauftragter die Unternehmensfunktionen, die auf die Frage der Nutzung von Umweltfunktionen am wenigsten mit der Antwort „nie“ geantwortet haben.

An vierter Stelle steht die Forschung und Entwicklung (21%). Dort werden im Allgemeinen wesentliche Entscheidungen zu Umweltwirkungen der dort entwickelten Produkte bzw. Dienstleistungen getroffen. Sehr gering fallen die Nennungen im Bereich Logistik (16%), wo u. a. Ent-

scheidungen über den Transport von Gütern getroffen werden, der mitunter wesentliche Umweltwirkungen hervorrufen kann und im Bereich Marketing/ Verkauf (11%) aus, wo Informationen über umweltgerechte Produkte als Verkaufsargument genutzt werden können.

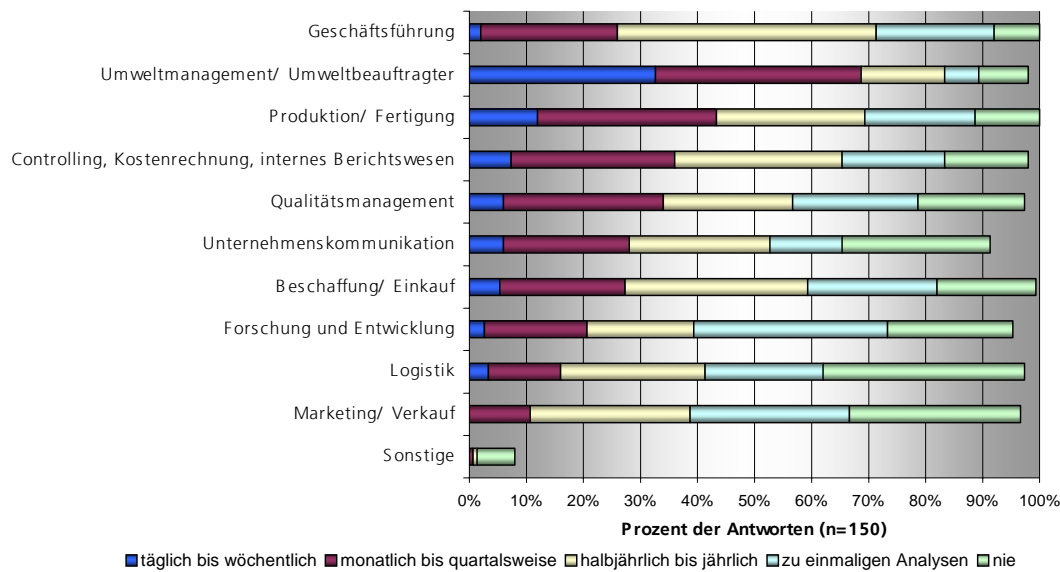


Abbildung 4: Nutzer von Umweltinformationen im Unternehmen

Zweck des Einsatzes von Umweltcontrolling-Instrumenten

In der Frage nach dem Zweck des Einsatzes von Umweltcontrolling-Instrumenten wurde eine Vielzahl von theoretisch verfügbaren Einsatzmöglichkeiten aus den drei Bereichen Planung/Steuerung, Controlling sowie Kommunikation vorgegeben.

Generell ergaben sich die meisten Nennungen im Bereich des eigentlichen Controllings und der Kommunikation. Über 60% der Unternehmen gaben an, die interne Kommunikation mit Instrumenten des Umweltcontrolling zu unterstützen (67%), generell die Mitarbeiter zu informieren (67%), die Anforderungen des Umweltmanagementsystems zu erfüllen (63%) und die zuständigen Behörden zu informieren (61%). Noch über der 50%-Marke lagen die Ermittlung der relevanten Umweltaspekte (54%), Analyse von Trends sowie die Unterstützung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (beide 52%). Schließlich werden Instrumente des Umweltcontrollings genutzt um Umweltberichte und -

erklärungen zu verfassen (48%) sowie um Schwachstellen zu identifizieren und Optimierungspotenziale zu erschließen (44%).

Eine wichtige Funktion können Instrumente des Umweltcontrolling beim Auslösen von Lernprozessen einnehmen (Steinfeldt, Lang 2004). Dies kann geschehen, indem technische Prozesse kontrolliert werden oder menschliches Handeln kontinuierlich überprüft wird. Allerdings nutzen nur 38% der Unternehmen die Möglichkeit mit Umweltcontrolling-Instrumenten Maschinen zu kontrollieren und zu überwachen und ebenfalls 38% nutzen diese Instrumente um Zielvereinbarungen zu kontrollieren und zu erfüllen.

Aus Sicht des betrieblichen Umweltschutzes kann ein Benchmarking dazu dienen Prozessverbesserungen anzustoßen, in dem Kennzahlen zu Anlagen, Betriebsteile oder Betriebe mit internen oder externen Vergleichsmöglichkeiten abgeglichen werden. Diese Möglichkeit wird nur von 28% der Unternehmen genutzt. Dies kann daran liegen, dass Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Unternehmen fehlen.

In der Planung und Steuerung werden Instrumente des Umweltcontrollings nur wenig genutzt (bis auf eine Kategorie lagen hier alle Werte unter 20%).

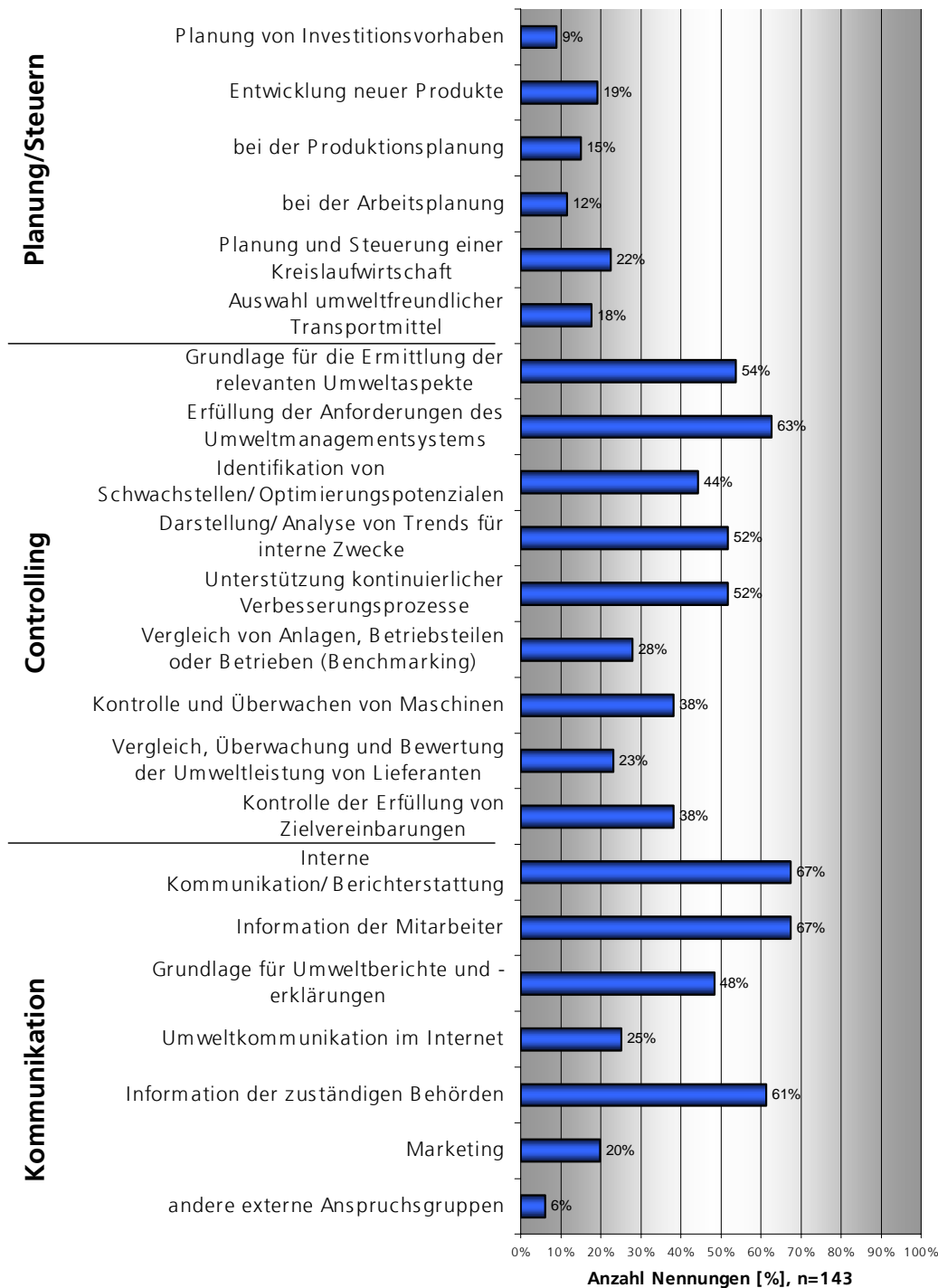


Abbildung 5: Zweck des Einsatzes von Umweltcontrolling-Instrumenten

Zusammenfassung

Hauptzielgruppen von Umweltinformationen in Unternehmen sind das Umweltmanagement, Produktion, Controlling sowie das Qualitätsmanagement. Instrumente des Umweltcontrolling werden dabei überwiegend als Methodenunterstützung und zur Informationsbereitstellung für das Umweltmanagement sowie für die interne/ externe Kommunikation genutzt. Motivation scheinen überwiegend gesetzlicher Druck von außen, externe wie interne Informationsbedürfnisse sowie die Anforderungen des eigenen Umweltmanagementsystems darzustellen.

Planerische und steuernde Methoden die in produzierenden Unternehmen zum Beispiel in der Produktionsplanung und -steuerung zum Einsatz kommen, scheinen bisher kaum Anwendung zu finden. Dies kann am mangelnden Interesse an der Berücksichtigung von Umweltbelangen liegen, aber auch an der Notwendigkeit, sehr detaillierte Informationen und Kennzahlen zu Steuerung/ Planung auf Prozessebene bereitstellen zu müssen, was sich mitunter sehr aufwändig gestalten kann.

Der Unternehmensbereich Forschung und Entwicklung nutzt Umweltcontrolling-Instrumente nur wenig. Vorgehensweisen zur umweltgerechten Produktgestaltung sind schon seit einigen Jahren etabliert. Insofern verwundert das Ergebnis, dass in Forschung und Entwicklung nur in geringem Maße Umweltinformationen genutzt werden. Dies mag jedoch auch am vielfach noch unklaren Verständnis des Begriffs „Umweltinformation“ liegen. Des Weiteren ist offen, ob der gesamte Innovations- und Entwicklungsprozess zu komplex ist, als dass Umweltaspekte bisher verankert sind oder aber ob diese Aspekte bereits in die Entwicklungstools integriert sind und somit nicht mehr zu den Instrumenten des Umweltcontrolling gezählt werden. Hier stehen eine Reihe von Methoden und Ansätze bereit um Kreislaufwirtschaftssysteme zu etablieren, den Lebenszyklus eines Produktes zu analysieren oder die Umweltauswirkungen zu bewerten.

Erstaunlich sind die sehr gering ausfallenden Nennungen in den Bereichen Logistik und Marketing/ Verkauf. In der Logistik werden u. a. Entscheidungen über den Transport von Gütern getroffen, der mitunter wesentliche Umweltwirkungen hervorrufen kann. Die Nutzung von Umweltinformationen in Marketing/ Verkauf wird immer wieder als Argument für ein besseres Image von Produkten hervorgehoben, scheint aber in der Praxis nicht besonders weit verbreitet.

7.1.4 Softwareunterstützung für das Umweltcontrolling

Überblick

Im Umweltcontrolling kommt der Informationsfunktion eine wichtige Aufgabe zu. Erhebung und Aktualisierung von Informationen kann sich als sehr aufwändig gestalten. Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) oder anderer betriebliche Software können eine aufwandsarme Erfassung, Aufbereitung und Verteilung umweltrelevanter Informationen ermöglichen.

Die Frage nach der Softwareunterstützung für das Umweltcontrolling in der Industrie führte zu einem ähnlichen Bild wie in vorherigen Umfragen (siehe z. B. Beucker et al. 2002). Überwiegend kommen **Office-Produkte** wie zum Beispiel Microsoft Excel als weit verbreitete Tabellenkalkulationssoftware zum Einsatz.

Kleine und mittlere Unternehmen nutzen oftmals ein **Intranet** um Informationen und Dateien bereitzustellen (Spath, Wilhelm 2003). Es wird zur Datenkommunikation innerhalb des Unternehmens genutzt, z. B. für das Dokumentenmanagement, Groupware-Anwendungen sowie für Zugriffe auf Datenbanken und andere Anwendungen. Für das Umweltcontrolling wird es allerdings nur wenig genutzt. Nur für die Betriebliche Umweltbilanz ergab sich mit 14% eine relevante Nennung von über 10%. Ansonsten wurden noch Umweltkennzahlen, Abfallbilanz und Gefahrstoffmanagement mit jeweils 9% genannt.

Spezielle Softwaretools, so genannte Betriebliche Umweltinformationssysteme, werden vor allem in den Bereichen *Gefahrstoffmanagement* und *Berichte an andere Firmen* eingesetzt. Hier scheint vor allem das Internationale Materialdatensystem (IMDS) der Automobilindustrie eine wichtige Rolle zu spielen, mit dem Werkstoffe und Werkstoffverbundteile in Fahrzeugkomponenten erfasst werden um ein späteres Recycling zu erleichtern.

Unternehmen setzen als EDV-Systeme für die kaufmännische Verwaltung und die Produktionswirtschaft zunehmend so genannte **ERP-Systeme** (Enterprise Resource Planning-Systeme) ein. Ein ERP-System ist ein integriertes Gesamtsystem mit der Aufgabe alle wesentlichen Funktionen der Administration, Disposition, Planung und Führung eines Unternehmens softwareseitig zu unterstützen (Stahlknecht, Hasenkamp 2002). Es enthält oft auch wesentliche Daten für das Umweltcontrolling eines Unternehmens (Heubach et al. 2003). Von den befragten Unter-

nehmen setzt der überwiegende Teil (46%) das ERP-System SAP R/3 der SAP AG, Walldorf, ein.

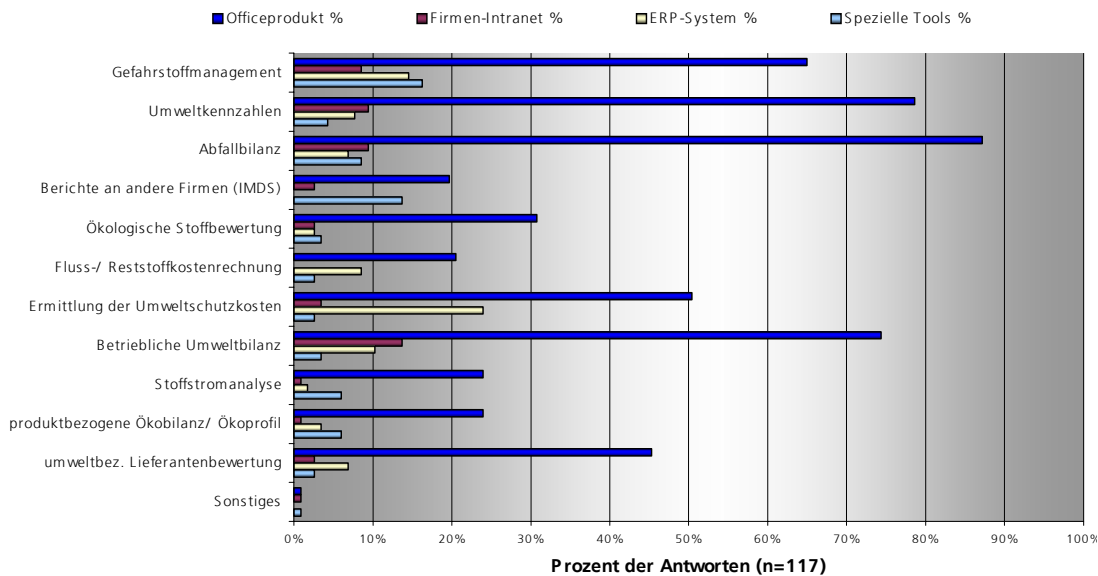


Abbildung 6: Softwareunterstützung für den Einsatz von Instrumenten des Umweltcontrolling

Einsatz von ERP-Systemen

Mit einer Integration von Umweltkennzahlen im ERP-System kann langfristig und zielgerichtet eine Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes und der Planung, Steuerung und Kontrolle im Umweltmanagement erreicht werden. Die Qualität der Informationen kann verbessert und durch schnelleren und systematischen Zugriff auf Umweltdaten mit einem hohen Detaillierungsgrad die betriebliche Transparenz erhöht werden. Dadurch kann werks- oder unternehmensweit besser auf neue Herausforderungen reagiert sowie interne und externe Berichte leichter erstellt werden (Biebel, Heubach 2003).

In der durchgeführten Umfrage zeigte sich jedoch, dass in der Praxis ERP-Systeme von nur wenigen Unternehmen für das Umweltcontrolling eingesetzt werden. Als wichtigsten Anwendungsbereich zeigte sich die Ermittlung der Umweltschutzkosten (24%). Nutzbare Informationen im ERP-System können dabei getätigte Investitionen, laufende Betriebskosten, Instandhaltungskosten sowie bestimmte Betriebsausgaben sein. Ein weiterer Bereich ist das das Gefahrstoffmanagement (15%). Dazu werden von einer Reihe von ERP-Anbietern mittlerweile eigenständige Mo-

dule angeboten. Die Erstellung einer Betrieblichen Umweltbilanz wird von einigen wenigen Unternehmen (10%) auch mit dem ERP-System unterstützt.

In einer gesonderten Frage wurde um die Bewertung von Thesen zum Einsatz von Umweltkennzahlen in ERP-Systemen gebeten (vgl. Abbildung 7). Mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen stimmt teilweise oder ganz zu, dass die Integration von Umweltkennzahlen in das ERP-System zu einer stärkeren Verankerung des betrieblichen Umweltschutzes im Unternehmen führen kann. Nach Nutzeneffekten einer solchen Integration gefragt, stimmten 70% der Unternehmen der Aussage teilweise oder ganz zu, dass damit eine Arbeitserleichterung bei der Erstellung interner oder externer Berichte erreicht werden könnte. 65% denken, dass die Integration von Umweltkennzahlen in das ERP-System auch zu einer verursachergerechten Zuordnung der Umweltauswirkungen im Betrieb führen kann. Schließlich erwarten über die Hälfte der Unternehmen, dass durch eine solche Integration Umweltkennzahlen häufiger und durch einen größeren Personenkreis genutzt würden (58% bzw. 56%), während vorhandene Hemmnisse in ihrer Anwendung abgebaut werden könnte (51%).

Jedoch vermuten 60% der antwortenden Unternehmen, dass eine solche Integration zu umständlich und zu kompliziert wäre. Gründe hierfür könnten fachlicher Natur sein wie ein hoher Aufwand zur durchgängigen Aufarbeitung, Detaillierung und Informationsversorgung der Umweltkennzahlen, unbekannte technische Möglichkeiten zur Nutzung von ERP-Systemen sowie erwartete hohe Kosten zur Umsetzung.

Die antwortenden Unternehmen lehnten allerdings das ERP-System als pauschales Mittel zur Erreichung einer verstärkten Wahrnehmung der Umweltbelange in betriebliche Entscheidung ab: 56% geben an, dass diese Aussage eher nicht zu trifft oder falsch ist. Die alleinige Nutzung von Software für diese Zwecke ist auch im Allgemeinen nicht ausreichend, sondern muss durch organisatorische Maßnahmen ergänzt werden. (Steinfeldt, Lang 2004).

Eine Integration von Umweltkennzahlen in das von Ihnen verwendete ERP-System...

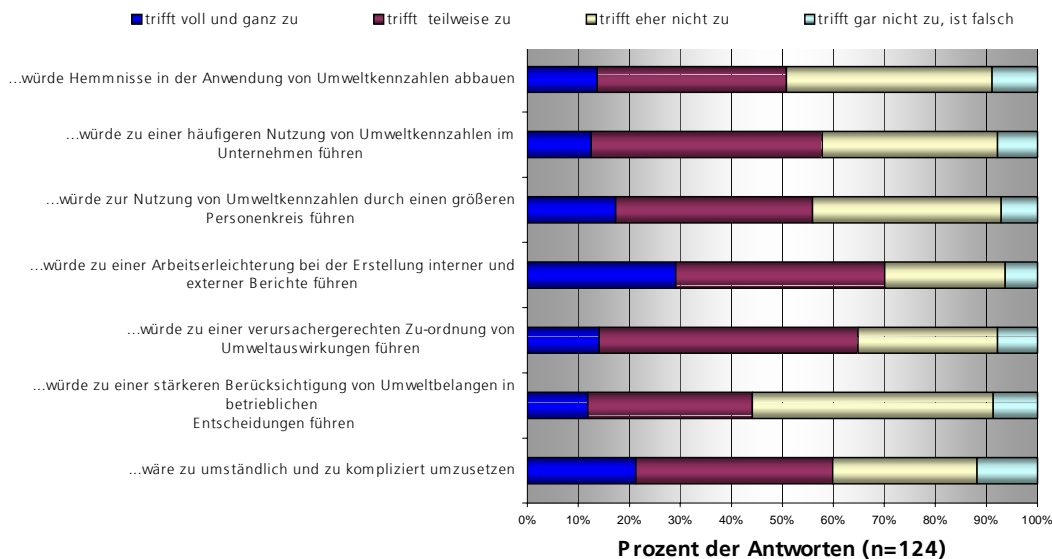


Abbildung 7: Integration von Umweltkennzahlen in ERP-Systeme

Zusammenfassung

Zur Softwareunterstützung für das Umweltcontrolling werden überwiegend Office-Produkte wie zum Beispiel Microsoft Excel eingesetzt. Das Intranet, das in kleinen und mittleren Unternehmen oftmals zum Einsatz kommt, wird für das Umweltcontrolling nur wenig genutzt. Während für die kaufmännische Verwaltung und die Produktionswirtschaft zunehmend ERP-Systeme (wie z. B. SAP R/3) die Geschäftsprozesse unterstützen, werden sie in der Praxis von nur wenigen Unternehmen für das Umweltcontrolling eingesetzt.

In Praxisbeispielen wurde bereits der Nutzeneffekt der Integration von Umweltkennzahlen im ERP-System aufgezeigt (Heubach et al. 2003). Die Umfrage zeigt jedoch, dass sich der Einsatz der ERP-Systeme hauptsächlich auf die Ermittlung der Umweltschutzkosten beschränkt. Mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen stimmen teilweise oder ganz der These zu, dass die Integration von Umweltkennzahlen in das ERP-System zu einer stärkeren Verankerung des betrieblichen Umweltschutzes im Unternehmen führen kann. Erwartete Nutzeneffekten sind hauptsächlich eine Arbeitserleichterung bei der Erstellung interner oder externer Berichte, eine verursachergerechte Zuordnung der Umweltauswirkungen

im Betrieb, eine häufigere Nutzung von Umweltkennzahlen sowie ihrer Nutzung durch einen größeren Personenkreis. Jedoch glauben auch über die Hälfte der Unternehmen, dass eine solche Integration zu umständlich und zu kompliziert wäre und eine Integration der Umweltbelange in betriebliche Entscheidungen nicht zutrifft.

Diese Rückmeldung von Praktikern aus der Industrie wird im laufenden Forschungsprojekt *intebis* am Fraunhofer IAO aufgegriffen, wo ein übertragbares generalisiertes Fachkonzept für die Integration von Umweltdaten in ERP-Systemen entwickelt wird. Ziel ist die Unterstützung des Umweltcontrolling und eine integrierte Sicht auf umweltrelevante Informationen und deren anwenderspezifische Auswertung. Das Vorgehen wird in einem Unternehmen in Baden-Württemberg exemplarisch implementiert und evaluiert.

7.1.5 **Ausblick**

Aufgaben und Herausforderungen des Umweltmanagement in den kommenden drei Jahren sehen die antwortenden Unternehmen in verschiedenen Bereichen. Im Folgenden werden die Bereiche beschrieben, die mindestens 10mal genannt wurden (detaillierte Ergebnisse befinden sich im Anhang).

Als eine wichtige Aufgabe für die Zukunft wurde von einigen Unternehmen die bessere **Integration von Umweltschutzbelangen in die betrieblichen Abläufe**, der Aufbau oder die Verbesserung eines integrierten Managementsystem sowie grundsätzlich die bessere Berücksichtigung von Umweltschutzbelangen am Arbeitsplatz bei den einzelnen Mitarbeitern genannt.

Die **Verwendung von Ressourcen** zu optimieren, bzw. den Einsatz von Ressourcen (Materialien, Wasser, Energie) zu minimieren sowie Verbesserungen im Bereich Abfallwirtschaft zu erzielen, kann Umweltwirkungen verringern und gleichzeitig Kosten einsparen. Dies wurde als Herausforderung in einigen Unternehmen angesehen. Die Verbesserung der Ressourceneffizienz ist eine kontinuierliche Aufgabe. Einige befragte Unternehmen sehen die **Umsetzung eines Umweltcontrolling**, z. B. mit Hilfe von Umweltkennzahlen und die dazu nötige Erfassung umweltrelevanter Daten als Aufgabe für die Zukunft an, auch um Umweltbelange besser in den kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) zu integrieren.

Des Weiteren wurde die Einführung einer **umweltgerechten Produktgestaltung** und -entwicklung, zum Beispiel über Ökodesign-Richtlinien als wichtig angesehen.

7.2 Vorgehensmodell zur Implementierung eines Umweltkennzahlensystems im ERP-System

Die Transparenz der Stoff- und Energieströme im Unternehmen ist eine wesentliche Voraussetzung für ein ökoeffizientes Wirtschaften und kann damit zur Verringerung der Umweltwirkungen des Unternehmens beitragen.

Diese Transparenz kann mit einem Umweltkennzahlensystem erreicht werden. Umweltkennzahlen bilden Stoff- und Energieströme ab. Für ihre Erstellung werden Informationen benötigt, die in Betrieblichen Informationssystemen vorliegen oder gesondert erfasst werden müssen. ERP-Systeme enthalten viele der benötigten Informationen über Stoff- und Energieströme in Form von Materialbuchungen.

Durch die Implementierung eines Umweltkennzahlensystems im ERP-System werden Umweltkennzahlen parallel zu betriebswirtschaftlichen Kennzahlen dargestellt. Dadurch können sie durch einen größeren Personenkreis genutzt werden. Außerdem können so Umweltwirkungen verursachergerecht zugeordnet werden und interne und externe Berichten leichter erstellt werden.

Im Projekt intebis wurde ein Vorgehensmodell zur Implementierung eines Umweltkennzahlensystems im ERP-System entwickelt, mit dem Umweltkennzahlensystem aufgebaut und dessen Informationsversorgung auf Basis eines ERP-Systems erstellt werden kann.

Verbindung von Umweltkennzahlen und Informationsflüssen

Umweltkennzahlen stellen Informationen über Stoff- und Energieströme für das Controlling im Unternehmen zur Verfügung. Diese Informationen müssen individuell für unterschiedliche Nutzer unter Berücksichtigung ihres jeweiligen Informationsbedarfs zugeschnitten werden, um eine hohe Akzeptanz im Unternehmen zu erreichen.

Zur strukturierten Abbildung der benötigten Informationen werden Umweltkennzahlen in einem Umweltkennzahlensystem abgebildet. Die Umweltkennzahlen müssen in unterschiedlichen Aggregationsgraden in Bezug auf Zeit, Ort und betrachtete Stoffe bzw. Stoffgruppen zur Verfügung gestellt werden. Um sie als Steuerungsgrößen nutzen zu können, werden ihnen ein oder mehrere Verursacher zugeordnet, am besten unter Nutzung eines bestehenden Kostenstellensystems.

Informationsflüsse bilden die im Unternehmen fließenden physischen Stoff- und Energieströme in Informationssystemen ab. Sie enthalten quantitative Angaben (z. B. Bewegungen und Bestände der Stoffe) und qualitative Angaben (z. B. Stoffeigenschaften oder Qualität). Die Informationsflüsse sind im Enterprise Resource Planning-System (ERP-System) oder weiteren Informationssystemen abgebildet.²

Um die richtigen Umweltkennzahlen aufzustellen, muss zunächst ein Überblick über die wichtigsten Stoffströme im Unternehmen aufgestellt werden und nach in der Branche relevanten Themen im betrieblichen Umweltschutz recherchiert werden. Außerdem wird in Interviews der Informationsbedarf der Nutzer ermittelt (siehe Abbildung 8). Hierzu dienen die ersten beiden Phasen des Vorgehensmodells.

² Ein Enterprise Resource Planning-System (ERP-System) ist ein integriertes Gesamtsystem, mit dem alle wesentlichen Funktionen der Administration, Disposition, Planung und Führung eines Unternehmens softwaretechnisch unterstützt werden können (Stahlknecht, Hasenkamp 2002).

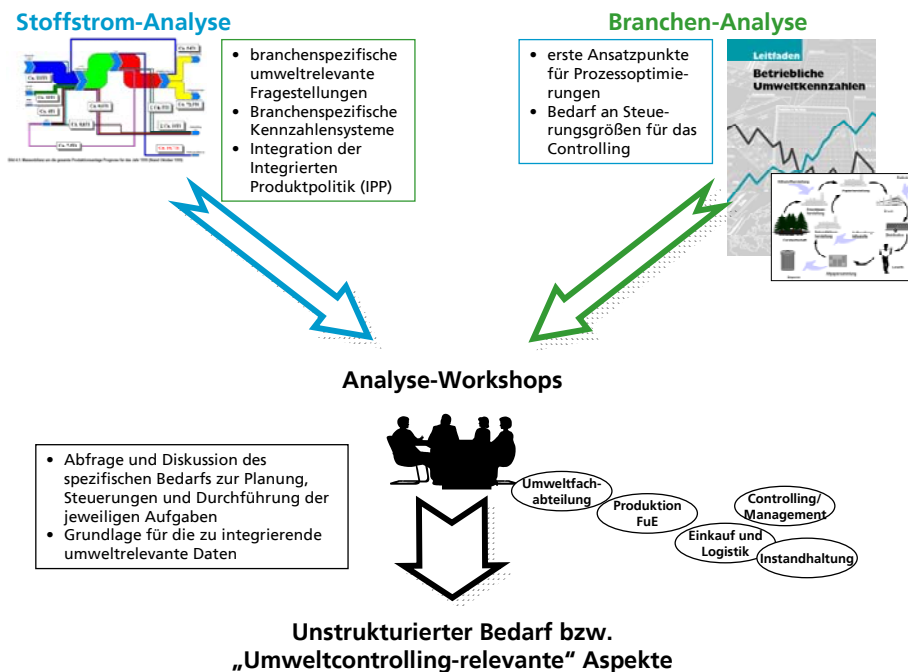


Abbildung 8: Vorgehen zur Bedarfserfassung

7.2.1 Grobe Stoffstromanalyse und Branchenrecherche

Motivation und Ziel

Die ökonomisch und ökologisch relevanten Stoffströme und ihre Verursacher werden identifiziert und erfasst, um einen ersten groben Überblick über Stoffmengen (Input/ Output) und deren Verursacher sowie relevante Prozesse aus Kosten-/ Umweltsicht zu gewinnen. Dies dient als Grundlage für die Erstellung des Umweltkennzahlensystems.

Zunächst werden dazu die im Unternehmen verwendeten Stoffe in einer ökonomisch-ökologischen ABC-Analyse bewertet. In einer Priorisierung werden die wichtigsten Stoffe ermittelt. Für diese im Folgenden als „relevante Stoffe“ bezeichneten Stoffe wird eine grobe Stoffstromanalyse durchgeführt. Parallel dazu werden branchenspezifische Informationen analysiert. Damit können erste Ansatzpunkte für Prozessoptimierungen identifiziert und bereits der erste Bedarf an Steuerungsgrößen für das

Umweltcontrolling mit Hilfe einer ökologisch-ökonomischen Priorisierung abgeleitet werden.

7.2.1.1 Ökonomische und ökologische ABC-Analyse

Als Grundlage dieses Schrittes wird eine Übersicht über die im Unternehmen verwendeten Stoffe benötigt. Diese findet sich in der Betrieblichen Umweltbilanz. Die verwendeten Stoffe und Energien werden qualitativ nach ihrer ökologischen und ökonomischen Relevanz bewertet. Diese Bewertung dient als Grundlage für die Festlegung von Prioritäten für das weitere Vorgehen.

In der ökonomischen ABC-Analyse werden alle im Unternehmen verwendeten Stoffe nach den Zielkriterien Mengenanteil und Wertanteil bewertet. Für beide Kriterien wird eine Einstufung in eine der drei Kategorien A, B oder C durchgeführt. Dabei steht A für „hoch“, B für „mittel“ und C für „niedrig“.

In der ökologischen ABC-Analyse werden die Stoffe nach ihrer Umweltrelevanz bewertet. Dazu werden die Stoffe nach folgenden ökologischen Kriterien bewertet (vgl. BMU, UBA 2001):

- umweltrechtliche/-politische Anforderungen,
- gesellschaftliche Kritik,
- Gefährdungs-/Störfallpotenzial,
- Umweltkosten,
- Umweltwirkungen auf vor- und nachgelagerte Stufen,
- Erschöpfung nichtregenerativer/regenerativer Ressourcen.

Dazu wird eine Einstufung in eine der drei Kategorien A, B oder C durchgeführt. A steht dabei für eine „hohe Umweltrelevanz“, B für eine „mittlere Umweltrelevanz“ und C für „keine/geringe Umweltrelevanz“.

Aufgrund der ökonomischen und der ökologischen Bewertung wird eine Prioritätenliste der im Unternehmen verwendeten Stoffe erstellt, die als Vorlage für die weiteren Arbeiten dient. Es empfiehlt sich dabei den Verbrauch von Stoffen, die mindestens zwei „B-Bewertungen“ aufweisen, genauer zu betrachten. Die Verwendung dieser so genannten „relevanten Stoffe“ sollte im Unternehmen kontinuierlich kontrolliert wer-

den. Dies bedeutet, dass für diese Stoffe Umweltkennzahlen definiert werden sollten. Zunächst wird jedoch ihr Verbrauch in einer groben Stoffstromanalyse genauer untersucht.

7.2.1.2 Grobe Stoffstromanalyse

Für die relevanten Stoffe werden für einen Referenzmonat die Stoffströme mit Mengen und Kosten sowie Quelle und Ziel erfasst. Die Menge wird dabei ausgedrückt als Masse (z. B. [kg] oder [t]) oder in Energie (z. B. [KWh]). Kosten werden auf einheitlicher Preisbasis basierend dargestellt (z. B. als Einstandspreis oder Durchschnittspreis). Quelle und Ziel des jeweiligen Stoffstroms werden durch einen Unternehmensbereich oder eine Kostenstelle dargestellt. Die Stoffströme werden in einem Stoffstromdiagramm abgebildet. Die folgende Abbildung 9 zeigt beispielhafte Darstellung die Materialflüsse bei Kappa BADENKARTON als Sankey-Diagramm (LfU 2001).

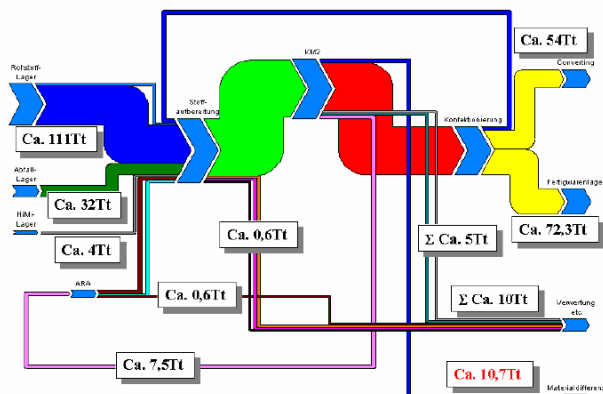


Bild 4.1: Massenbilanz um die gesamte Produktionsanlage Prognose für das Jahr 1999 (Stand Oktober 1999)

Abbildung 9: Beispielhafte Darstellung der Materialflüsse bei Kappa BADENKARTON als Sankey-Diagramm

7.2.1.3 Recherche branchenspezifischer Informationen

Generelle Anhaltspunkte für umweltrelevante Themen im Unternehmen können aus branchenspezifischen Berichten, der Integrierten Produktpolitik (IPP), Stoffklassifizierungen und Umweltkennzahlensystemen entnommen werden.

Diese Informationen geben Hinweise, welche Bereiche besonders zu beachten sind (z. B. CO₂-Emissionen, oder der Verbrauch besonders umweltgefährdender Stoffe in bestimmten Branchen). Für deren Kontrolle werden dann später gezielt Umweltkennzahlen gebildet werden.

7.2.2 Erfassung des Informationsbedarfs

Motivation und Ziel

Ein Umweltkennzahlensystem verdichtet Informationen über Stoff- und Energieströme und führt daher auch zu einem gewissen Informationsverlust. Daher muss klargestellt werden, welche Informationen mit einem Umweltkennzahlensystem dargestellt werden sollen. Dabei unterstützt die Erfassung des Informationsbedarfs der Nutzer. Eine nutzergerechte Anzeige der Umweltkennzahlen gewährleistet außerdem eine größtmögliche Akzeptanz im Unternehmen.

Ziele des Umweltcontrollings definieren

Zunächst wird definiert, mit welchen Zielen ein Umweltkennzahlensystem aufgestellt wird und welche Nutzer vorgesehen sind. Die Ziele müssen sich dabei an der Strategie des Unternehmens orientieren.

Dann wird bestimmt, welche Unternehmensfunktionen und welche räumliche Grenzen (Betriebsteile, Standorte, technische Anlagen etc.) das Umweltcontrolling umfassen soll. Außerdem wird der zeitliche Detaillierungsgrad bestimmt. Dieser gibt die kleinste Zeitperiode als Bezugsperiode an, auf die sich das Umweltcontrolling bezieht. Mögliche Perioden können eine Produktionsschicht, ein Tag, eine Woche, ein Monat oder ein Geschäftsjahr sein. Die kleinste Periode ist unter Berücksichtigung eines ausgewogenen Kosten-Nutzen-Verhältnisses auszuwählen. Bei einer zu kleinen Periode kann der Erfassungs- und Verarbeitungsaufwand steigen und es können Abgrenzungsprobleme auftreten. Der sinnvollste zeitliche Detaillierungsgrad für Umweltkennzahlen in produzierenden Unternehmen ist ein Monat.

Befragung der Nutzer

Der Informationsbedarf kann je nach Aufgabe des jeweiligen Nutzers stark variieren. Er sollte über eine Befragung der Nutzer des Umweltkennzahlensystems ermittelt werden, zum Beispiel in gezielt durchgeführten Halbtages-Workshops. Für die ermittelten Stoffströme werden den Nutzern folgende Fragen gestellt:

- Werden Informationen über den Stoffstrom benötigt?
- Werden absolute Informationen über den Stoffstrom benötigt (Menge und Kosten)? Muss der Stoffstrom zusätzlich ins Verhältnis zu anderen Größen gesetzt werden (wenn ja, welche)?
- Für welchen Unternehmensbereich werden Informationen über den Stoffstrom benötigt?
- In welchem zeitlichen Detaillierungsgrad werden Informationen über den Stoffstrom benötigt?

Mit Hilfe der Antworten auf diese Fragen können die Umweltkennzahlen zielgruppengerecht in der richtigen Aggregationsstufe aufbereitet werden. Ein Beispiel für den möglichen Informationsbedarf unterschiedlicher Zielgruppen findet sich in der folgenden Tabelle 1.

Tabelle 1: Funktionsträger und deren Informationsbedarf

Wer	Warum	Was
Umwelt und Arbeitssicherheit	Behörden, Abwasser, Abfall, Emission, Energie, Mitarbeiter	Einhaltung, Mengen, Reduktion
Produktion und FuE	Produktion, Rohstoffe, Produkt (-Entwicklung)	Effizienz, Stoffeigenschaften
Einkauf und Logistik	Rohstoffauswahl, Transport, Lagerung	Stoffeigenschaften, Zeit, Art, Distanz
Management und Controlling	Unternehmen, Umweltpolitik, Stakeholder, Kosten	Einhaltung, Reduktion, Verbesserung/Optimierung
Instandhaltung	Maschinen, Nutzungsphase	Laufzeit, Ausfallzeiten, Mengenverbrauch

7.2.3 Aufbau des Umweltkennzahlensystems

Motivation und Ziel

Um die Transparenz der Stoff- und Energieströme im Unternehmen zu erhöhen, wird in dieser Phase ein Umweltkennzahlensystem aufgebaut.

7.2.3.1 Aufbau und Strukturierung des Umweltkennzahlensystems

Zunächst werden absolute Umweltkennzahlen definiert. Diese stellen einen Stoffstrom oder die Summe aus mehreren Stoffströmen dar. Sie können zur räumlichen und fachlichen Aggregation in Kennzahlgruppen zusammengefasst werden.

Zur Verknüpfung der Umweltkennzahlen mit dem Geschäftsprozess werden relative Umweltkennzahlen und Effizienzkennzahlen gebildet.

Die gebildeten Umweltkennzahlen werden im Kennzahlensystem in einem Kontenrahmen gegliedert. Dieser unterscheidet die drei Hauptkategorien Input, Output und Bezugsgrößen, Unterkategorien sowie bei Bedarf Stoffgruppen gemäß einer branchenspezifischen Einteilung. Umweltkennzahlen werden mittels eines Kennzahlenschlüssels nummeriert, um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen

Input- und Outputkennzahlen

Als Input werden alle die Stoffströme erfasst die über die Bilanzgrenze „Werk“ in das Unternehmen fließen (Bezug [B]), sowie die Stoffströme, die intern in eine Stelle (Kostenstelle, Anlage, Bereich) fließen (Verbrauch [V]). Als Output werden alle die Stoffströme erfasst die über die Bilanzgrenze „Werk“ aus dem Unternehmen abgegeben werden (Output, Abgabe [A]), sowie die Stoffströme, die intern von einer Stelle (Kostenstelle, Anlage, Bereich) im Unternehmen bereitgestellt werden (Erzeugung [E]). Mit Hilfe der Input- und Outputkategorisierung sollen einfache Materialbilanzen für die Kennzahl i für einen bestimmten Zeitraum über die unterschiedlichen Stellen (siehe Kapitel 7.2.3.3) im Unternehmen erstellt werden können:

$$E_i + B_i = V_i + A_i$$

In Abbildung 10 ist die Struktur der stoffstromorientierte Umweltkennzahlmatrix abgebildet. Die Tabelle 2 zeigt die unterschiedlichen Kennzahltypen.

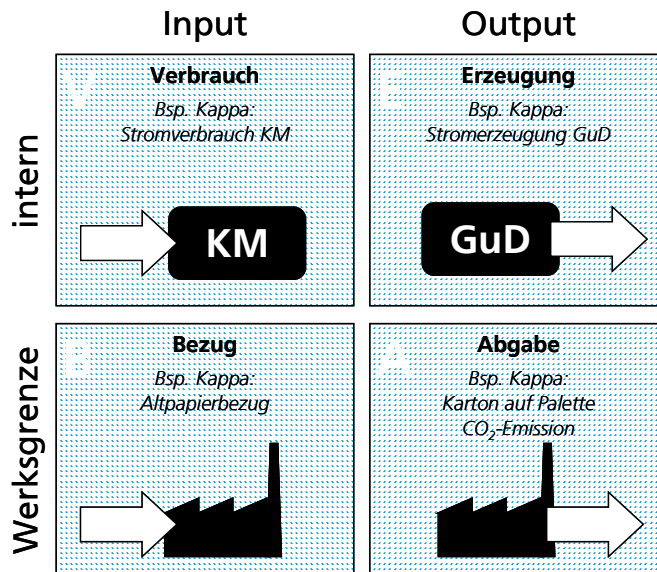


Abbildung 10: Stoffstromorientierte Umweltkennzahlmatrix mit Beispielkennzahlen von Kappa BADENKARTON

Tabelle 2: Umweltkennzahltypen

Bezug zu			Erklärung
Produktion	Stoffstrom	Bilanzgrenze	
Bezug [B]	Input	extern	Input eines Material- oder Energiestroms über die Werksgrenze (Bilanzgrenze) in das Werk (Bsp: Altpapier)
Verbrauch [V]	Input	intern	(Prozess-)Input eines Material- oder Energiestroms in einer Stelle (Prozess) (Bsp: Verbrauch elektr. Energie in der Kartonmaschine)
Abgabe [A]	Output	extern	Output eines Material- oder Energiestroms über die Werksgrenze (Bilanzgrenze) aus dem Werk (Bsp Kappa BADENKARTON: Emission, Produkt)
Erzeugung [E]	Output	intern	(Prozess-)Output eines Material- oder Energiestroms aus einer Stelle (Prozess) (Bsp: Erzeugung elektr. Energie in dem Kraftwerk)

Relative Umweltkennzahlen

Relative Kennzahlen setzen einen Stoffstrom in Beziehung zu einer Bezugsgröße. Als Bezugsgröße kann der Produktionsausstoß oder die verkaufte Gesamtmenge eines oder mehrerer Produkte dienen. Ein Beispiel für eine relative Umweltkennzahl aus der Papierindustrie ist der *Frischwasserverbrauch pro spezifischer Produktion monatlich an der Kartonmaschine*, die in $[m^3/(kg/(h*m))]$ ausgedrückt wird.

Effizienz-Kennzahlen

Effizienz-Kennzahlen werden gebildet, um den Bezug der betrachteten absoluten Kennzahlen zu betrieblichen Abläufen zu verdeutlichen. Dabei werden Input, erwünschter Output (Haupt- und Nebenprodukte) und unerwünschter Output (nicht wertschöpfende umweltrelevante Stoffe wie Reststoffe, Abwasser, Abluft) eines Unternehmensbereiches miteinander in Beziehung gesetzt.

- Die Input-Effizienz stellt den Rohstoffeinsatz dem Produkt als erwünschtem Output gegenüber.
- Die Output-Effizienz stellt das gewünschte Produkt dem nicht-erwünschten Output gegenüber. Output-Effizienz-Kennzahlen dienen damit zur Darstellung der Öko-Effizienz.
- Die Prozess-Effizienz stellt bestimmte Kenngrößen, die den Prozess aus Sicht der Material- und Energieeffizienz hinreichend beschreiben, dem prozessspezifischen Materialdurchsatz gegenüber. Damit können Materialeinsatz oder Materialausbeute einzelner Prozesse kontrolliert und gesteuert werden.

Die Abbildung 11 zeigt den hierarchischen Aufbau des Kennzahlensystems für Stoff- und Energiekennzahlen (siehe BMU, UBA 1997).

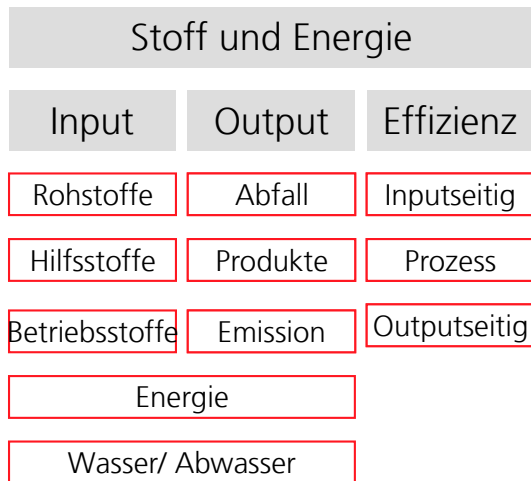


Abbildung 11: Strukturierung der Umwelleistungskennzahlen (Stoff- und Energie)

7.2.3.2 Nutzergerechte Anpassung der Umweltkennzahlen

Die Umweltkennzahlen werden auf den jeweiligen Nutzer angepasst, indem unterschiedliche fachliche, räumliche und zeitliche Aggregationsstufen vorgesehen werden.

7.2.3.3 Verursacherbezug: die Mengenstellen

Umweltkennzahlen können zur Überprüfung menschlichen Handelns oder zur Überwachung von Maschinen oder technischen Prozessen genutzt werden. Dazu müssen ihnen betrieblichen Prozessen oder Organisationseinheiten als Verursacher zugeordnet werden. Dafür bietet sich die Nutzung eines vorhandenen Kostenstellensystems an. Ist es nicht detailliert genug aufgegliedert, so müssen neue Kostenstellen bzw. Anfallstellen definiert werden. Die Abbildung 12 zeigt beispielhaft den hierarchischen Aufbau der Mengenstellen bei Kappa BADENKARTON. Eine Mengenstelle repräsentiert den Bezugsort für Umweltkennzahl. Aggregationen über einzelne Prozessschritte sollen dadurch ermöglicht werden.

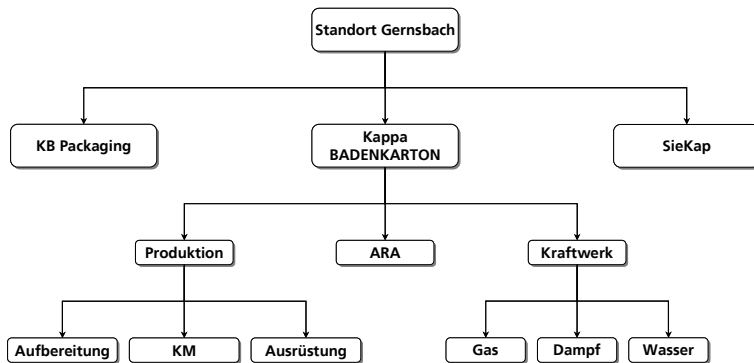


Abbildung 12: Mengenstellen-Struktur für die Kennzahlverbuchung am Beispiel von Kappa BADENKARTON

7.2.3.4

Dokumentation von Umweltkennzahlen: die Kennzahlenkarten

Um eine Verstetigung der Anwendung von Umweltkennzahlen im betrieblichen Alltag zu ermöglichen, muss deren Anwendung unabhängig von den ausführenden Personen sein. Daher müssen die wichtigsten Informationen zu jeder Umweltkennzahl dokumentiert werden. Dazu werden so genannte Kennzahlenkarten ausgefüllt (vgl. Vorlage in Abbildung 13).

Informationsmerkmal	Beschreibung
Umweltkennzahl	Präzise Bezeichnung der Umweltkennzahl
Metrik	Quantitative/qualitative Merkmalsausprägung der UKZ
Beschreibung	Detaillierte Beschreibung von Zweck und Anwendung der UKZ
Auswirkung auf weitere Umweltkennzahlen	Beschreibung der Wirkung auf weitere Umweltkennzahlen
Einwirkung durch weitere Umweltkennzahlen	Beschreibung der Abhängigkeit von weiteren Umweltkennzahlen
Zielgröße	Operationalisierter Ziel- und Vergleichswert (z.B. Benchmark)
Berechnung	Formel zur Kalkulation der Metrik
Messhäufigkeit	Frequenz der Bestimmung der Metrik
Datenquelle	Informationsquellen für die Berechnung, Erhebungsart
Verantwortlichkeit	Personen/Einheiten, die für die Metrik verantwortlich zeichnen
Zielgruppe und Aktion	Zielgruppe, Beschreibung von Konsequenzen und Reaktionen
Bemerkungen	Spezifische anwenderbezogene Kommentare und Erklärungen

Abbildung 13: Darstellung der Kennzahlenkarten zur Beschreibung von Umweltkennzahlen

7.2.4 Analyse der vorhandenen Informationssysteme

Motivation und Ziel

Zur Berechnung von Umweltkennzahlen werden Informationen über Stoff- und Energieströme benötigt. Diese müssen mit vertretbarem Aufwand unter Nutzung vorhandener Informationsquellen gewonnen werden. Das ERP-System stellt wichtige Informationen für das Umweltcontrolling zur Verfügung und kann zur Implementierung eines Umweltkennzahlensystems genutzt werden. Bei Bedarf müssen weitere Informationsquellen hinzugezogen werden.

Identifizierung relevanter Systeme und relevanter Daten

Die für ein Umweltkennzahlensystem benötigten Daten zu Stoff- und Energieströmen liegen in der Praxis in unterschiedlichen Informationssystemen vor, die über eine Vielzahl unterschiedlicher Schnittstellen miteinander gekoppelt sind („heterogene EDV-Landschaft“, vgl. Beispiel in Abbildung 14). Die relevanten Daten haben unterschiedliche Bezugssysteme und Datenformate. Sie können zentral im ERP-System zusammengeführt und den jeweiligen Umweltkennzahlen zugeordnet werden.

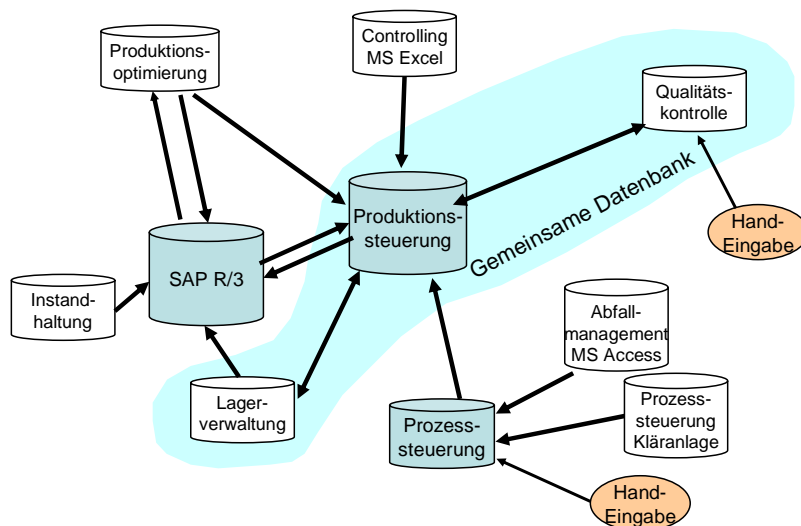


Abbildung 14: Beispiel für eine heterogene EDV-Landschaft in einem mittelständischen Unternehmen

Informationsquellen in produzierenden Unternehmen

ERP-Systeme enthalten in der Regel viele der benötigten Daten zu Stoff- und Energieströmen in Form von Materialstammdaten und: Materialbewegungen. Nicht im ERP-System vorhandene Informationen müssen aus anderen Informationsquellen bereitgestellt werden. Relevante Daten finden sich in der Betriebsdatenerfassung (BDE), in Software für Qualitätsmanagement, technischen Informationssystemen zur Maschinen-, Prozess- und Anlagensteuerung oder Betrieblichen Umweltinformationssystemen (BUIS) (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Für das Umweltcontrolling nutzbare Datenstrukturen in betrieblichen Informationssystemen

Nutzbare Datenstrukturen für das Umweltcontrolling	Informationssystem
Materialstammdaten (betriebswirtschaftliche Grunddaten und z. T. physikalische Eigenschaften)	ERP-System
physikalische Stoffeigenschaften	zum Großteil in technischen Informationssystemen
umweltrelevante Eigenschaften	Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS)
Kostenstellenstruktur, Fertigungsstruktur, Arbeitsplätze	ERP-System
Betriebsdaten wie produzierte Stückzahlen und Ausschuss	Betriebsdatenerfassung (BDE), Qualitätsdatensystem
Steuerungs- und Messdaten über Stoffverbräuche, erzeugte Emissionen und Abfälle	in technischen Informationssystemen und speziellen Betrieblichen Umweltinformationssystemen (BUIS)
Materialbewegungen in Materialbuchungen, Wareneingangs- und ausgangsbuchungen, Fertigungsaufträgen, Investitionsaufträgen	ERP-System, zum Teil auch in technischen Informationssystemen
Abfall- und Gefahrstoffbilanzen, Entsorgungsaufträge und -rechnungen im	Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS)

Analyse der vorhandenen Software

Zur Analyse der vorhandenen Software werden für jedes bestehende Informationssystem folgende Informationen erhoben:

- Art der Datenhaltung (Datenbank),
- Beschreibung der enthaltenen Daten zu Stoff –und Energieströmen mit Bezugssystem und Einheiten (kg, kWh, ...), deren De-

taillierungsgrad (räumlich, fachlich und zeitlich) und deren Bezug zu einzelnen Umweltkennzahlen,

- Nutzer des Informationssystems,
- verfügbare Schnittstellen zu anderen Informationssystemen zum Export der Daten.

Diese Informationen werden für jedes Informationssystem dokumentiert und dienen als Grundlage für die Implementierungsarbeiten.

7.2.5 Implementierung des Umweltkennzahlensystems im ERP-System

Motivation und Ziel

Die informationstechnische Unterstützung des Umweltkennzahlensystems wird im ERP-System implementiert. Dazu werden bestehende Datenstrukturen und Funktionalitäten zur Verwaltung und Auswertung betrieblicher Kennzahlen genutzt. Die Umsetzung im ERP-System wird beispielhaft am System SAP R/3 der SAP AG beschrieben.

Erweiterung der Materialstammdaten

Die Materialstammdaten im ERP-System werden erweitert für die Zuordnung der ermittelten relevanten Stoffe zu den jeweiligen Umweltkennzahlen. Dafür müssen alle relevanten Stoffe (einschließlich Reststoffe) im Materialstamm mit Masse und Preis abgelegt sein. Jedem der Stoffe werden im Materialstamm ein oder mehrere Kennzahlenschlüssel zugeordnet, um ihn in das Umweltkennzahlensystem einordnen zu können.

Zuordnung einer Kostenstelle als Verursacher

Das Kostenstellensystem dient der räumlichen und fachlichen Abbildung des Unternehmens. Es ist hierarchisch aufgebaut und Kostenstellen und Kostenstellengruppen. Jeder Umweltkennzahl werden eine oder mehrere Kostenstelle als Verursacher zugeordnet. Gegebenenfalls ist die Einführung neuer Kostenstellen nötig.

Nutzung von Materialbuchungen

Materialbuchungen bilden die physischen Stoff- und Energieströme eines Unternehmens ab. Die geläufigsten Materialbuchungen sind Wareneingangs-/Warenausgangsbuchungen, rückgemeldeter Fertigungsauftrag, Gemeinkostenauftrag und Investitionsauftrag, sowie Inventurdifferenzenbuchung. Sie werden genutzt, um die einzelnen Umweltkennzahlen zu bebuchen.

Materialbuchungen sind im ERP-System über so genannte Bewegungsarten gekennzeichnet, die für alle Materialbuchungsarten gültig sind. Sie werden daher genutzt, um Materialbuchungen zur Bebuchung der Umweltkennzahlen zuzuordnen. Die Bewegungsarten können in die die Bewegungsartengruppen (BAG) Zugang, Abgang, und Inventurdifferenz unterteilt werden. „Zugang“ entspricht dabei einem Input „Abgang“ einem Output.

Datentransfer in das ERP-System über Schnittstellen

Die in anderen Informationssystemen identifizierten Daten zu Stoff- und Energieströmen müssen über eine Software-Schnittstelle exportiert und in das ERP-System eingelesen werden. Für diesen Transfer wird eine einheitliche Datenstruktur benötigt. Diese kann z. B. in einem Tabellenkalkulationsblatt dargestellt werden, das dann in das ERP-System importiert wird.

Die Daten müssen in ausreichendem zeitlichen Detaillierungsgrad und mit Bezug zur jeweiligen Kostenstelle zur Verfügung stehen. Ist dies nicht der Fall, so ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- Der Detaillierungsgrad wird vergrößert: Es wird z. B. auf eine in der Hierarchie höher gelegene Kostenstelle bzw. Kostenstellengruppe ausgewichen, oder ein größerer Zeitraum als Detaillierungsgrad gewählt.
- Die benötigten Daten werden aus vorhandenen Daten errechnet. Dazu müssen Berechnungsalgorithmen definiert werden.
- Die benötigten Daten werden zusätzlich erfasst, z. B. manuell oder über Messeinrichtungen, die mit einem betrieblichen Informationssystem gekoppelt sind.

Zusätzliche manuelle Datenerfassung

Eine zusätzliche Datenerfassung wird für die Daten durchgeführt, die nicht anderweitig beschafft oder berechnet werden können. Bei Bedarf müssen zusätzliche Messvorrichtungen (wie z. B. Zähler oder Durchflussgeräte) eingerichtet werden.

Implementierung in ERP-System

Das ERP-System SAP R/3 Enterprise der SAP AG ist ein offenes, branchenneutrales System und kommt vor allem bei größeren Unternehmen zum Einsatz. Für das Umweltcontrolling relevant sind vor allem die Funktionsbereiche Materialwirtschaft, Controlling sowie Produktionsplanung und -steuerung. SAP R/3 ist sehr weit verbreitet: Die SAP AG hatte 2004 einen Anteil von über 40% am europäischen Markt für ERP-Systeme (AMR-Research 2005).

Zur Implementierung des Umweltkennzahlensystems werden im SAP-System so genannte Statistische Kennzahlen im Bereich der Kostenstellenrechnung angelegt. Diese werden in einer einfachen Datentabelle verwaltet und können mit Informationen aus dem SAP-System oder anderen Informationssystemen bebucht werden. Für komplexe Kennzahlensysteme ist auch die Verwendung eines Data Warehouses möglich.

Die Erfassung der im ERP-System vorhandenen Daten kann mit vorhandenen Systemfunktionalitäten durchgeführt werden, ebenso die Prüfung und Zuordnung von Buchungsdaten zu den Umweltkennzahlen. Die Berechnung komplexer Umweltkennzahlen muss gesondert programmier-technisch implementiert werden. Dazu müssen Berechnungsformeln definiert und benötigte Algorithmen im ERP-System programmiert werden.

Die Bedürfnisse der Anwender sollten frühzeitig abgefragt und bei der Entwicklung berücksichtigt werden. Dazu empfiehlt sich die Implementierung eines Software-Prototyps. Dieser kann dann zu einer voll funktionsfähigen informationstechnischen Unterstützung ausgebaut werden.

Darstellung der Umweltkennzahlen

Für die Darstellung der Umweltkennzahlen stehen verschiedene Visualisierungsfunktionen zur Verfügung, die eine Aggregation über Stoffgruppen, Buchungsstellen oder Zeitperioden erlauben. Durch Rollenkonzepte und Zugriffsberechtigungen können die Umweltkennzahlen im richtigen Detaillierungsgrad den unterschiedlichen Nutzern zur Verfügung gestellt werden.

7.2.6 Organisatorische Integration

Motivation und Ziel

Das Umweltkennzahlensystem soll im Unternehmensalltag routinemäßig in betrieblichen Bewertungs- und Controllingabläufen angewendet werden. Dazu muss eine organisatorische Integration durchgeführt werden, die durch die im Folgenden beschriebenen Elemente erreicht werden kann.

Angepasstes Vorgehen

Das dargestellte Vorgehen sollte nicht streng linear durchgeführt, sondern auf spezifische Situation im Unternehmen angepasst werden. Bei Bedarf werden einzelne Phasen wiederholt oder Rückkopplungen durchgeführt. Am Ende jeder Phase sollte überprüft werden, ob der zu erwartende Nutzen des Einsatzes von Umweltkennzahlen den Aufwand für die Durchführung der nächsten Phase rechtfertigt.

Einbindung der Mitarbeiter

Bei der Definition der Ziele des Umweltcontrollings sind alle relevanten Personen im Unternehmen zu beteiligen. Bei der Erstellung des Umweltkennzahlensystems sind die zukünftigen Nutzer intensiv einzubinden, um die Akzeptanz des Kennzahlensystems im Unternehmensalltag zu erhöhen.

Nutzergerechte Darstellung der Umweltkennzahlen

Die nutzergerechte Darstellung der Umweltkennzahlen erhöht die Akzeptanz des Kennzahlensystems im Unternehmen. Auf Basis des identifizierten Informationsbedarfs wird ein Nutzerkonzept entwickelt, in dem für jeden Nutzer die benötigten Umweltkennzahlen und der benötigte fachliche, räumliche und zeitliche Aggregationsgrad aufgeführt sind.

Das entwickelte Nutzerkonzept ermöglicht die Implementierung einer zielgruppengerechten Anzeige der Umweltkennzahlen im ERP-System. Dies wird ermöglicht, indem ein so genanntes Rollenkonzept implementiert wird.

Integration der Umweltkennzahlen in betriebliche Abläufe

Die Umweltkennzahlen sind in das bestehende betriebswirtschaftliche Berichtswesen, ein bestehende Controlling-Kennzahlensystem sowie Managementsysteme wie die Balanced Scorecard zu integrieren. Für Umweltkennzahlen gesetzte Zielwerte sollten in bestehende Anreizsysteme und Zielvereinbarungen für Mitarbeiter aufgenommen werden.

Definition von Arbeitsabläufen

Um die kontinuierliche Informationsversorgung der Umweltkennzahlen sicher zu stellen, müssen zum Teil Daten manuell erfasst oder transferiert werden. Dazu sollten klare Arbeitsabläufe definiert und in Arbeitsanweisungen dokumentiert werden.

Dokumentierung

Die wichtigsten Informationen zu jeder Umweltkennzahl sind in Kennzahlenkarten zu dokumentieren, um eine Anwendung des Umweltkennzahlensystems unabhängig von den ausführenden Personen zu erreichen. Eine Vorlage für eine solche Kennzahlenkarte findet sich im Anhang.

Anpassung bei betrieblichen Veränderungen

Bei Bedarf können Teile des Vorgehensmodells erneut durchgeführt werden, z. B. bei der Einführung eines neuen Materials im Unternehmen. Es empfiehlt sich, zur Anpassung der entwickelten Lösung bei Veränderungen im Unternehmen Arbeitsabläufe zu definieren.

7.2.7

Fazit

Mit dem entwickelten Vorgehensmodell kann ein Umweltkennzahlensystem aufgebaut, dessen Informationsversorgung hergestellt und eine informationstechnische Unterstützung auf Basis eines ERP-Systems implementiert werden.

Damit kann Transparenz der Stoff- und Energieströme im Unternehmen erhöht werden und eine Grundlage zur Senkung des Stoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen geschaffen werden.

Weiterhin kann so eine einfachere Rechenschaftslegung gegenüber den Anspruchsgruppen (wie Kunden, Anteilseigner, Mitarbeiter und öffentlicher Hand) erreicht werden. Es wird eine Aufwandsreduzierung bei der Erstellung interner Berichte (z. B. für Kostenstellenverantwortliche oder Mitarbeiter) und externer Berichte (z. B. zu CO₂- oder VOC-Emissionen oder zum Verbrauch umweltrelevanter Stoffe) erreicht.

Bei der Umsetzung der informationstechnischen Unterstützung des Umweltkennzahlensystems im ERP-System kann weitest gehend auf verfügbare Funktionalitäten zurückgegriffen werden kann. Programmierarbeiten sind nur im geringen Umfang nötig. Damit sind ERP-Systeme als integrierte Gesamtsysteme zur informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrollings gut geeignet.

7.3 Fachkonzept für die Integration eines Umweltkennzahlensystems (UKZ-System) im ERP-System

Für die Integration des Umweltkennzahlensystems im ERP-System wurde ein Fachkonzept erstellt. Dieses beschreibt die notwendigen Anpassungen und Formate für die Datenhaltung, den Aufbau des Kennzahlensystems, Berechnungsalgorithmen sowie die Abläufe zur Berechnung und zum Reporting der Kennzahlen in einem Umweltkennzahlen-Modul (im Folgenden als UKZ-Modul bezeichnet). Das Fachkonzept wurde im Projektverlauf entwickelt, mit SAP AG und TechniData AG auf technische Machbarkeit validiert und beim Pilotunternehmen erprobt. Die wesentlichen Aspekte des Fachkonzepts sind:

- Das Fachkonzept dient als Grundlage für eine informationstechnische Implementierung eines Umweltkennzahlensystems im ERP-System (am Beispiel SAP R/3). Die notwendigen Berechnung für Kennzahlensystem (Aggregation, Bilanzierung, Spezifische Kennzahlen) greifen auf Funktionalitäten zurück, die mittlerweile zum Standard der meisten ERP-Systeme gehören. Somit kann das Konzept als allgemein anwendbar angesehen werden.
- Die Zusammenführung der relevanten Daten soll sowohl aus den verschiedenen Informationssystemen (SAP R/3, Betriebsdatenerfassungssystem (BDE), System zur Prozessintegration (PI), Insellö-

sungen auf Basis der Tabellenkalkulationssoftware EXCEL) wie auch aus manueller Eingabe erfolgen.

- Die Auswertung dieser Daten erfolgt durch Aggregation und Anwendung vorgegebener Auswertungsalgorithmen zur Berechnung der abhängigen Umweltkennzahlen.
- Die Umweltkennzahlen werden in standardisierter Form berichtet, wobei eine möglichst flexible Auswahl der anzuzeigenden Umweltkennzahlen ermöglicht werden soll.
- Alle Daten für die Kennzahlen sollen im ERP-System abgelegt, (teilweise) berechnet, ausgewertet sowie angezeigt werden.

Zielgruppe des UKZ-Moduls sind vor allem die Geschäftsführung, das Controlling und die Beauftragten im Umweltbereich (Gewässerschutz-, Abfall- und Gefahrstoffbeauftragter). Allerdings soll das Produkt prinzipiell von allen Mitarbeitern verwendet werden können, da ein Teil der UKZ auch für andere Unternehmensbereiche von Interesse ist.

Eine Übersicht über das UKZ-Modul ist in Abbildung 15 dargestellt.

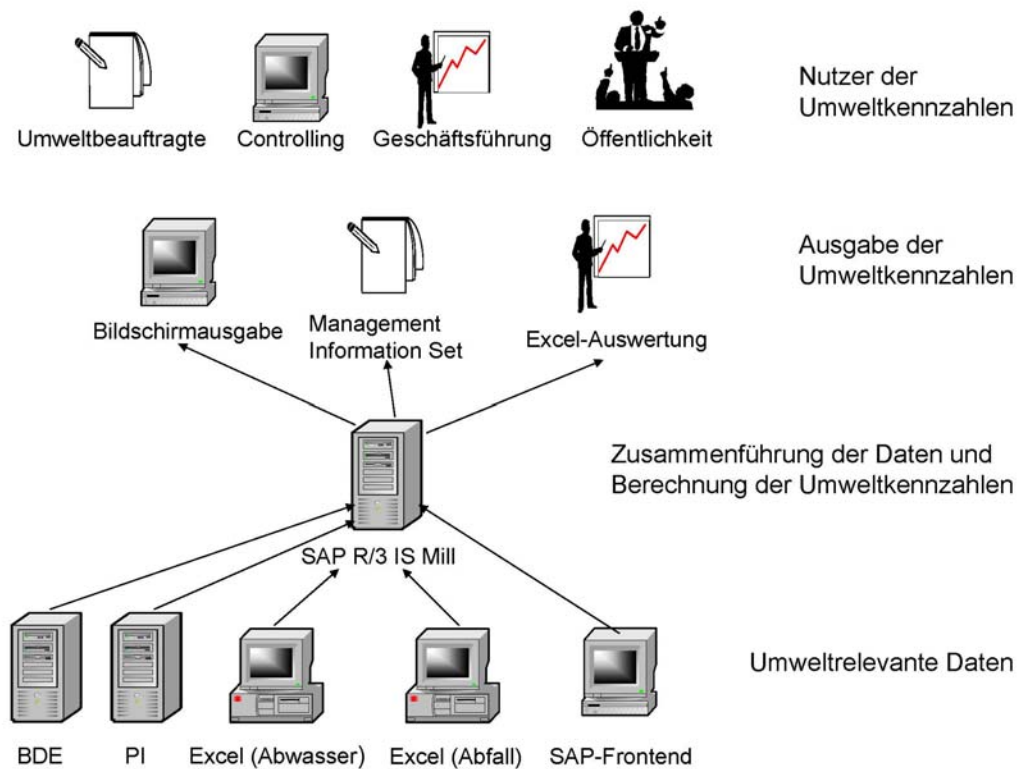


Abbildung 15: Übersicht über das UKZ-Modul

7.3.1 Funktionen des UKZ-Moduls

Das UKZ-Modul muss folgende Prozesse durchführen können:

- **Daten zusammenführen:** die Daten müssen mit Hilfe eines definierten Schnittstellenformats in das Zielsystem gelangen. Hierzu sind auch manuelle Eingabemöglichkeiten sowie der Upload entsprechend formatierter Excel-Sheets vorzusehen.
- **UKZ berechnen:** die gesammelten Daten müssen durch Aggregationsfunktionen und Berechnungsalgorithmen berechnet und ausgewertet werden. Diese Auswertung erfolgt monatlich nach der Zusammenführung aller Daten des jeweiligen Monats

- **Daten speichern und vorhalten:** Die berechneten und ausgewerteten Daten müssen in einer Tabellenstruktur abgespeichert und für Ausgabe oder Aggregation z.B. über Zeitbereiche vorgehalten werden.
- **UKZ ausgeben:** Auf Anfrage müssen möglichst flexibel auswählbare Daten nach einem einheitlichen Schema angezeigt werden können. Die Anzeige soll in tabellarischer Form erfolgen. Es soll möglich sein, mehrfach verwendete eigene Abfragen zu speichern und Daten zur weiteren Verwendung in Excel zu exportieren.

7.3.2 Daten des UKZ-Moduls

Dazu wird zunächst eine mögliche Tabellenstruktur für die Umsetzung des UKZ-Moduls beschrieben. Die Datenherkunft wird mit Hilfe der Analyse der Informationssysteme (vgl. Kapitel 7.2.1) dargestellt.

Zur Verdeutlichung finden sich das abzubildende Umweltkennzahlensystem und die geplante Stellenstruktur mit den hierarchischen Schlüsseln im Anhang. Bei den Umweltkennzahlen (UKZ) sind die auszuführenden Berechnungsformeln mit angegeben.

7.3.2.1 Datenstruktur

Die Tabellenstruktur (Abbildung 16) ist so angelegt, dass alle Datensätze für UKZ mit ihren Werten (sowohl Mess- als auch Sollwerte) in einer Tabelle abgelegt werden. Die weiteren Tabellen dienen der Vorhaltung in der Wertetabelle verwendeter Stammdaten. Außerdem werden dort Zuordnungen abgelegt und Berechnungsformeln dargestellt.

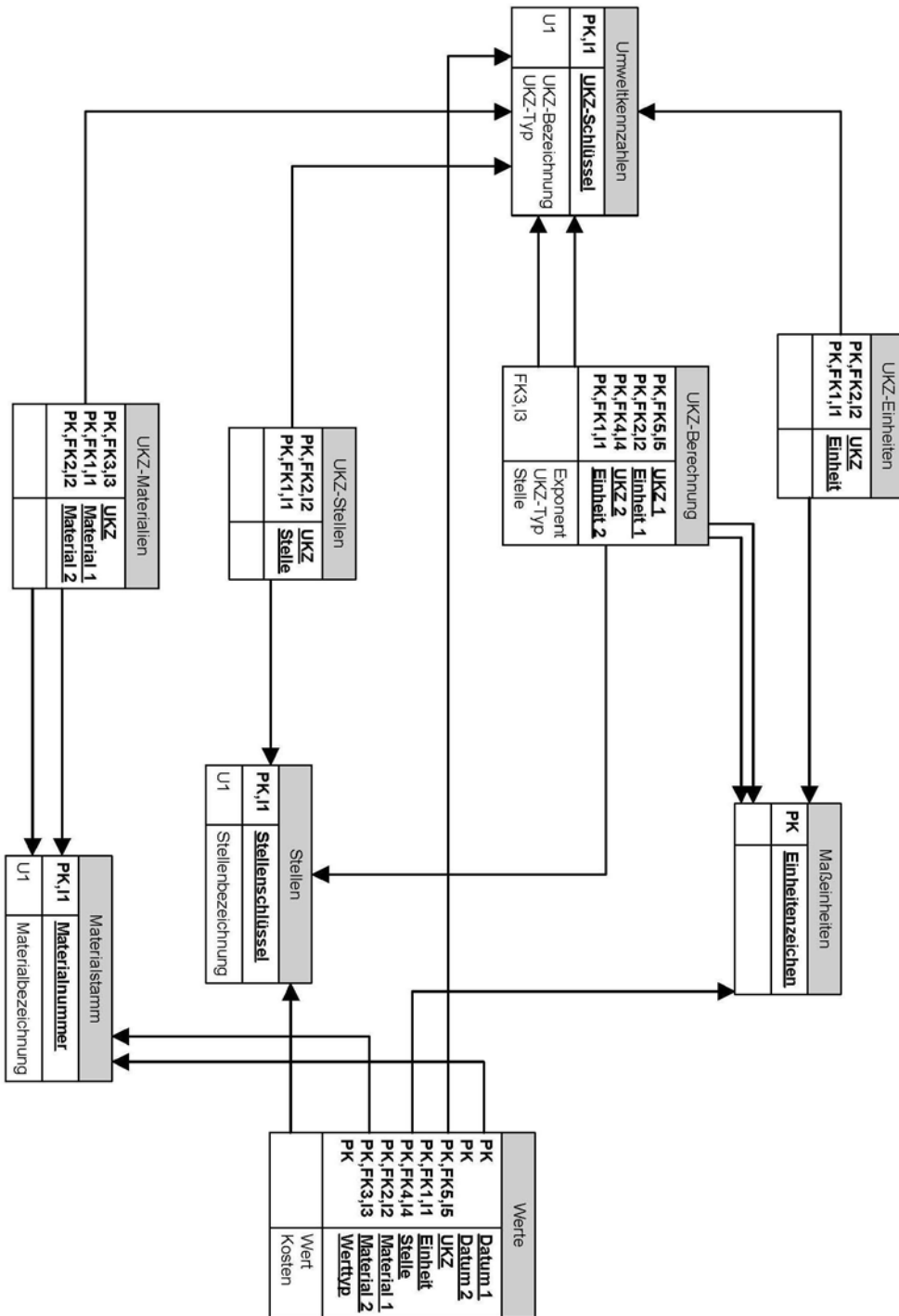


Abbildung 16: Datenstruktur (ER-Modell)

Die in der Wertetabelle UKZ-Werte (Tabelle 4) Wertdatensätze bestehen jeweils aus folgenden Feldern:

- Zwei Datumswerten (Datum 1 und Datum 2) für den Anfang und das Ende des Zeitintervalls, auf das sich die UKZ bezieht. Zur Vereinfachung sollten für die „Rohdaten“ nur einzelne Tage oder ganze Monate als Zeitintervalle zugelassen werden.
- Die dem Wert zugeordnete UKZ, dessen Maßeinheit und die Stelle, an der der Wert anfiel. UKZ und Stelle werden über die hierarchischen Schlüssel referenziert.
- Zwei Materialnummern (Material 1 und Material 2) zur weiteren Detaillierung der UKZ. Beim ersten Material (Material 1) handelt es sich um eine Teilkomponente der UKZ (z. B. ein bestimmtes als Hilfsstoff verwendetes Produkt zur UKZ Hilfsstoffe), über das zweite Material (Material 2) lässt sich ein Produktbezug herstellen (z. B. Hilfsstoffverbrauch pro Produktsorte).
- Dem Werttyp zur Unterscheidung tatsächlich ermittelter Daten von Soll-, Grenz- und Überwachungswerten, dem Wert selbst sowie den entstandenen Kosten.

Tabelle 4: Felder der Tabelle UKZ-Werte

Feldname	Datentyp
Datum 1	Datum
Datum 2	Datum
UKZ	Zehnstellige Ganzzahl
Maßeinheit	Zeichenkette bzw. SAP-Typ Einheit
Stelle	Zehnstellige Ganzzahl
Material 1	Elfstellige Ganzzahl bzw. SAP-Typ Material
Material 2	Elfstellige Ganzzahl bzw. SAP-Typ Material
Werttyp	Buchstabe: G (Grenzwert), Ü (Überwachungswert), B (Benchmark) oder leer (tatsächlicher Messwert)
Wert	Gleitkommazahl
Kosten	Gleitkommazahl

Um weitere Werttypen einführen zu können, sollten diese in einer eigenen Tabelle `UKZ-Werttypen` (Tabelle 5) hinterlegt und über den Buchstaben referenziert werden.

Tabelle 5: Felder der Tabelle UKZ-Werttypen

Feldname	Datentyp
Werttypschlüssel	Buchstabe
Werttypbezeichnung	Zeichenkette

Für die Materialien werden SAP-Materialnummern verwendet. Ebenso werden die Maßeinheiten aus der SAP-Tabelle T006 verwendet, ohne dass deren Stammdaten benötigt werden, da keine Umrechnung auf der Basis von Maßeinheiten vorgesehen sind.

Die Stellen werden in der Tabelle `UKZ-Stellen` (Tabelle 6) definiert.

Tabelle 6: Felder der Tabelle UKZ-Stellen

Feldname	Datentyp
Stellenschlüssel	Zehnstellige Ganzzahl
Stellenbezeichnung	Zeichenkette

Die UKZ werden in der Tabelle `UKZ-Definition` (Tabelle 7) vorgehalten. Neben dem Schlüssel und der Bezeichnung ist hier zur Unterscheidung von Input-, Output- und Effizienzkennzahlen sowie Bezugsgrößen (Referenzen) zusätzlich der `UKZ-Typ` anzugeben.

Manche Werte lassen sich zeitlich nicht sinnvoll aggregieren (z. B. produktions-spezifische Kennzahlen), während bei anderen UKZ nur die Summation bzw. Mittelwertbildung oder aber beides sinnvoll ist. Daher muss zusätzlich eine `UKZ-Aggregationsart` spezifiziert werden.

Tabelle 7: Felder der Tabelle UKZ-Definition

Feldname	Datentyp
UKZ-Schlüssel	Zehnstellige Ganzzahl
UKZ-Bezeichnung	Zeichenkette
UKZ-Typ	Buchstabe: B (Bezug), V (Verbrauch), A (Abgabe), E

Feldname	Datentyp
	(Erzeugung), K (Kreislauf), F (Effizienz), R (Referenz)
UKZ-Aggregationsart	Buchstabe: S (Summe), M (Mittelwert), A (beides) oder leer (keine zeitliche Aggregation)

Die Berechnungsformeln für abhängige Kennzahlen werden ebenfalls in tabellarischer Form (Tabelle 8: UKZ-Berechnung) hinterlegt. Da UKZ in verschiedenen Maßeinheiten vorliegen können, werden hier UKZ-Maßeinheiten-Paare zusammengeführt; einem solchen Paar (UKZ 1 und Maßeinheit 1) können mehrere andere Paare (jeweils UKZ 2 und Maßeinheit 2) als Faktoren zugeordnet werden, um eine Berechnungsformel darzustellen. Jeder dieser Faktoren muss mit einem Exponenten versehen werden, um auch Divisionen zu erlauben, und kann auf einen UKZ-Typ (für aggregierte Kennzahlen) und eine Stelle beschränkt werden. Die Beschränkung auf einen UKZ-Typ erlaubt hierbei, bei Kategorien mit Kennzahlen verschiedener Typen über einen bestimmten UKZ-Typ aggregierte Werte zu verwenden (z. B. den Brennstoffverbrauch als Summe über alle Verbräuche in der Kategorie Brennstoffe). Zusätzlich kann noch ein (Vor-)Faktor eingeführt werden, um Einheiten-Umrechnungen abzubilden (z. B. um „Betriebsstoffe pro Nettoproduktion“ in kg/t angeben zu können, obwohl „Betriebsstoffe“ in t vorliegen).

Tabelle 8: Felder der Tabelle UKZ-Berechnung

Feldname	Datentyp
UKZ 1	Zehnstellige Ganzzahl
Maßeinheit 1	Zeichenkette bzw. SAP-Typ Einheit
UKZ 2	Zehnstellige Ganzzahl
Maßeinheit 2	Zeichenkette bzw. SAP-Typ Einheit
Exponent	Gleitkommazahl
Faktor	Gleitkommazahl
UKZ-Typ	Buchstabe (siehe Tabelle UKZ-Definition)
Stelle	Zehnstellige Ganzzahl

Um die Konsistenz der UKZ-Werte sicherzustellen, werden für jede UKZ die zulässigen Maßeinheiten, Stellen und Materialien in separaten Tabellen (Tabelle 9, Tabelle 10, Tabelle 11) festgelegt. Datensätze für die Tabellen UKZ-werte und UKZ-Berechnung müssen den so vorgegebenen Bedingungen entsprechen.

Tabelle 9: Felder der Tabelle UKZ-Maßeinheiten

Feldname	Datentyp
UKZ	Zehnstellige Ganzzahl
Maßeinheit	Zeichenkette bzw. SAP-Typ Einheit

Tabelle 10: Felder der Tabelle UKZ-Stellen

Feldname	Datentyp
UKZ	Zehnstellige Ganzzahl
Stelle	Zehnstellige Ganzzahl

Bei der UKZ-Material-Zuordnung ist zusätzlich die `Material-Aggregationsart` anzugeben; bleibt diese leer, handelt es sich um ein `Material 1`, sonst um ein `Material 2`. Hintergrund ist, dass bei der Aggregation über Einzelkomponenten-Materialien (`Material 1`) immer summiert wird, während bei Bezugs-Materialien teilweise gemittelt werden muss.

Tabelle 11: Felder der Tabelle UKZ-Materialien

Feldname	Datentyp
UKZ	Zehnstellige Ganzzahl
Material	Elfstellige Ganzzahl bzw. SAP-Typ Material
Material-Aggregationsart	Buchstabe: S (Summe), M (Mittelwert) oder leer (<code>Material 1</code>)

7.3.2.2 IT-Landschaft

Die für das UKZ-Modul relevante IT-Landschaft ist in Abbildung 17 idealtypisch abgebildet. Sie besteht aus den drei Hauptsystemen (SAP, BDE und PI) und zwei davon praktisch unabhängigen Excel-Insellösungen für die Bereiche Abfall und Abwasser.

Das **SAP-System** bildet einen Großteil der betriebswirtschaftlichen Abläufe ab und fungiert so als führende Software im kaufmännischen Bereich. Mit der Branchenlösung IS-Mill wird die in der Papierindustrie übliche SAP-Variante eingesetzt. Das SAP-System beherbergt Inventurdaten

(Verbräuche und Kosten) zu den verwendeten Materialien und dient so als Datenquelle für den Bereich Material, abgesehen von den Hilfsstoffverbräuchen, die im PI-System detaillierter vorliegen.

Das **BDE-System** (BDE: Betriebsdatenerfassung) dient als führendes System im Produktionsbereich. Es übernimmt Produktionsaufträge aus dem SAP-System und überwacht deren Ausführung mit Hilfe produktionsbezogener Daten aus dem PI-System. Beim BDE-System handelt es sich um eine in Visual Basic geschriebene Anwendung, die auf einer eigenständigen Oracle-Datenbank aufsetzt. Das BDE-System stellt die Daten der Kategorie Produktion bereit.

Das **PI-System** ist die zentrale Sammelstelle für produktionsbezogene Daten. Es wird ständig von mehreren Prozessleitsystemen und manuellen Eingabemöglichkeiten mit Daten versorgt und ermöglicht so eine quasi-kontinuierliche Überwachung der meisten technischen Prozesse. Das PI-System läuft auf einem Windows-Server und hält die Daten in einem eigenen Datenbankformat vor, das über ODBC-Schnittstellen angesprochen werden kann. Aus dem PI-System kommen die Hilfsstoffverbräuche, nahezu alle Energiedaten und die Abluft-Emissionen.

Bei den beiden **Excel-Insellösungen** handelt es sich um umfangreiche Tabellenwerke, in die täglich Daten manuell eingegeben werden, die dann monatlich und jährlich mit Makros ausgewertet werden. Sie enthalten alle UKZ aus dem Abfall- bzw. Abwasserbereich.

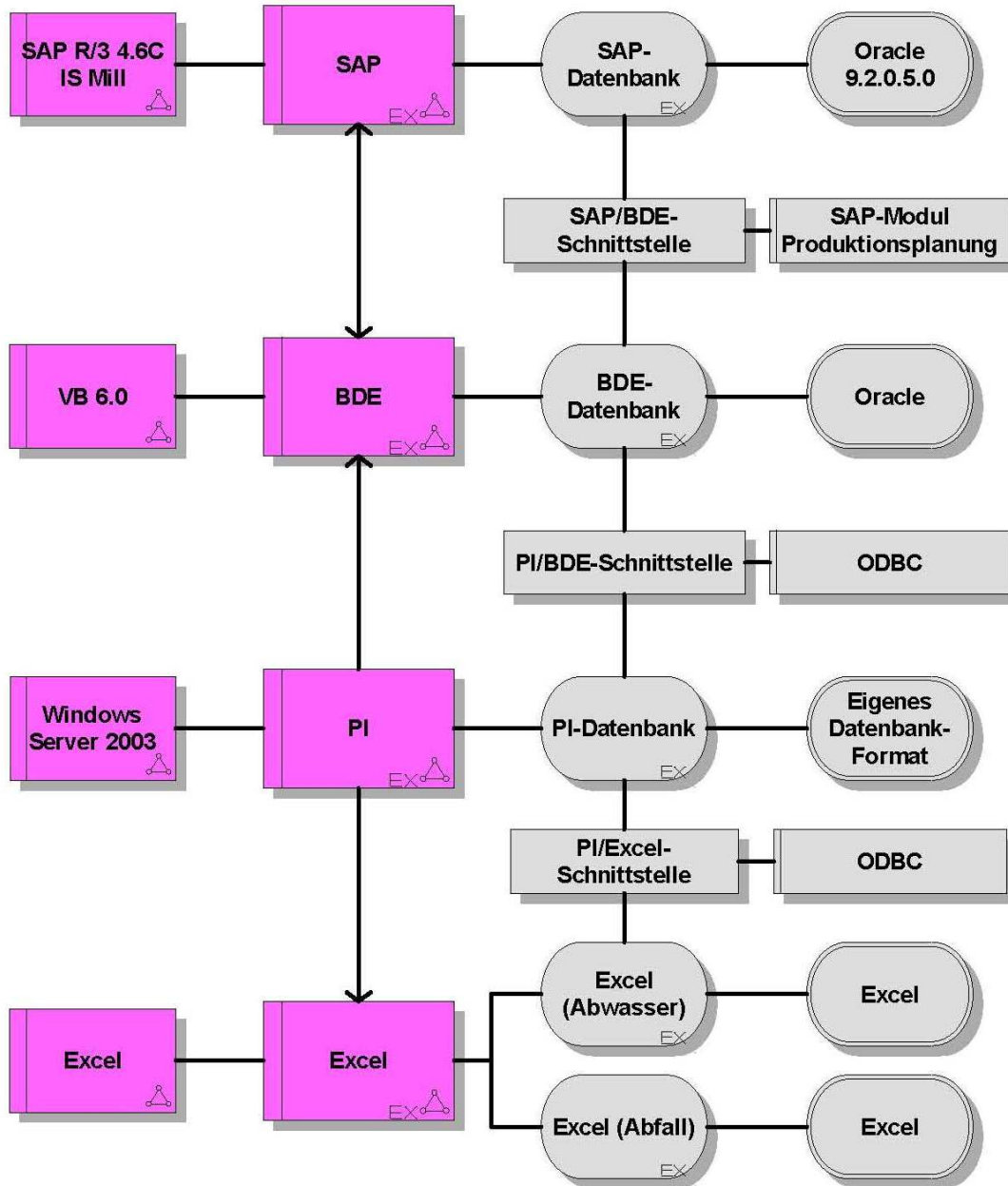


Abbildung 17: idealtypischen IT-Landschaft

7.3.3 Leistungen des UKZ-Moduls

7.3.3.1 Datensammlung

Die Zusammenführung der benötigten Daten erfolgt zunächst über den Upload von Excel-Sheets in einem vordefinierten Format. Mittelfristig sollte allerdings auch eine automatische Datenübertragung über Schnittstellen oder mithilfe des Austauschs von XML-Dateien möglich sein, dies ist jedoch nicht Gegenstand der hier zu leistenden Arbeiten).

Analog zur Wertetabelle sollen die Excel-Sheets (Abbildung 18) folgendes Format haben:

Datum 1	Datum 2	UKZ	Maßeinheit	Stelle	Material 1	Material 2	Werttyp	Wert	Kosten
01.02.2005	28.02.2005	010301	kg		00-0000-5-1033			5	
01.02.2005	28.02.2005	010301	kg		00-0000-5-1851			7	
01.02.2005	28.02.2005	010301	kg		00-0000-5-1906			7	
01.02.2005	28.02.2005	010301	Fl		00-0000-7-9030			2	
01.02.2005	28.02.2005	010301	Fl		00-0000-7-9051			2	

Abbildung 18: Excel-Sheet

7.3.3.2 Auswertung

Die Auswertung erzeugt aus den zahlreichen Einzel-Datensätzen (z. B. „Erdgasverbrauch im Monat Mai an der Stelle Dampfturbine während der Produktion der Sorte GDW mit dem Flächengewicht 500 g/m²“) aggregierte Informationen (z. B. „Erdgasverbrauch im Monat Mai an der Stelle Dampfturbine über alle Produkte“, „Erdgasverbrauch im Monat Mai im gesamten Kraftwerk“, „Erdgasverbrauch insgesamt im Monat Mai“, „Erdgasverbrauch im Jahr“). Zudem lassen sich berechnete Kennzahlen ermitteln (z. B. „Erdgasverbrauch pro Bruttoproduktion“, „Wasserverbrauch pro spezifische Produktion“). Solche Effizienz-Kennzahlen sollen nicht weiter aggregiert werden können.

Die Berechnung der abhängigen Kennzahlen soll jeweils periodisch nach der Zusammenführung aller Daten eines Monats erfolgen, während die Aggregation der unabhängigen Kennzahlen jeweils auf Anfrage zur Laufzeit erfolgen soll. Dadurch lässt sich zumindest ein Großteil der UKZ „tagesaktuell“ darstellen, auch wenn die Effizienzkennzahlen erst nach Monatsende verfügbar sind.

Es gibt folgende Arten von Aggregationen: Aggregation über die Stellen, über Materialien (`Material 1` und `Material 2`), über die UKZ selbst sowie die zeitliche Aggregation. Diese werden im Folgenden erläutert.

Zur Berechnung der abhängigen Kennzahlen müssen die in der Tabelle UKZ-Berechnung (Tabelle 8) abgebildeten Formeln angewandt werden. Hierfür sind zum Teil bereits Aggregationsschritte nötig, die entsprechend der nachfolgenden Beschreibung anzuwenden sind. Die Aggregation der Kennzahlen funktioniert folgendermaßen:

- Da bei der Aggregation über die Stellen deren hierarchische Gliederung beachtet werden muss, sollte dieser Schritt zuerst erfolgen. Um den Wert für eine UKZ an einer gewünschten Stelle zu errechnen, muss von dieser Stelle aus nach unten hin aufaddiert werden. Hierbei ist die Hierarchie zu beachten, so dass z. B. zur Berechnung des gesamten Stromverbrauchs die Werte „Stromverbrauch Kappa Badenkarton“ und „Stromverbrauch Stoffaufbereitung“ nicht zusammengezählt werden dürfen, da die Stoffaufbereitung der Stelle „Kappa Badenkarton“ untergeordnet ist
- Bei den Materialien wird zuerst entsprechend der Spezifikation in der Tabelle UKZ-Materialien über Material 2 summiert oder gemittelt. Eine produktionsbezogene Mittelung ist nicht vorgesehen, da solche Konstruktionen über Berechnungsformeln (Tabelle UKZ-Berechnung) abgebildet werden können. Daraufhin erfolgt die Summation über die Material 1-Materialien
- Die Aggregation über UKZ bzw. UKZ-Kategorien wird über den UKZ-Typ gesteuert. Existieren zu einer UKZ hierarchisch untergeordnete UKZ desselben (bzw. des in der Tabelle UKZ-Berechnung verlangten) Typs und in derselben Einheit, ist über die untergeordneten Kennzahlen (wie bei den Stellen unter Beachtung der Hierarchie) zu summieren
- Bei der Aggregation über die Zeit muss die UKZ-Aggregationsart beachtet werden. Dies führt insbesondere dazu, dass bei Kennzahlen, die die Berechnung einer Summe und eines Mittelwerts erlauben, eine Auswahlmöglichkeit vorzusehen ist

Um die Vollständigkeit der Daten für die Berechnung der Effizienzkennzahlen sicherzustellen, müssen Verantwortlichkeiten für die UKZ festgelegt werden. Jeder Verantwortliche muss sicherstellen, dass „seine“ Kennzahlen in das System gelangen und dies entsprechend an den für das Gesamtsystem Verantwortlichen melden, der nach Vorliegen aller Erfolgsmeldungen den Berechnungsvorgang anstößt. Dieser Ablauf ist in Abbildung 19 dargestellt.

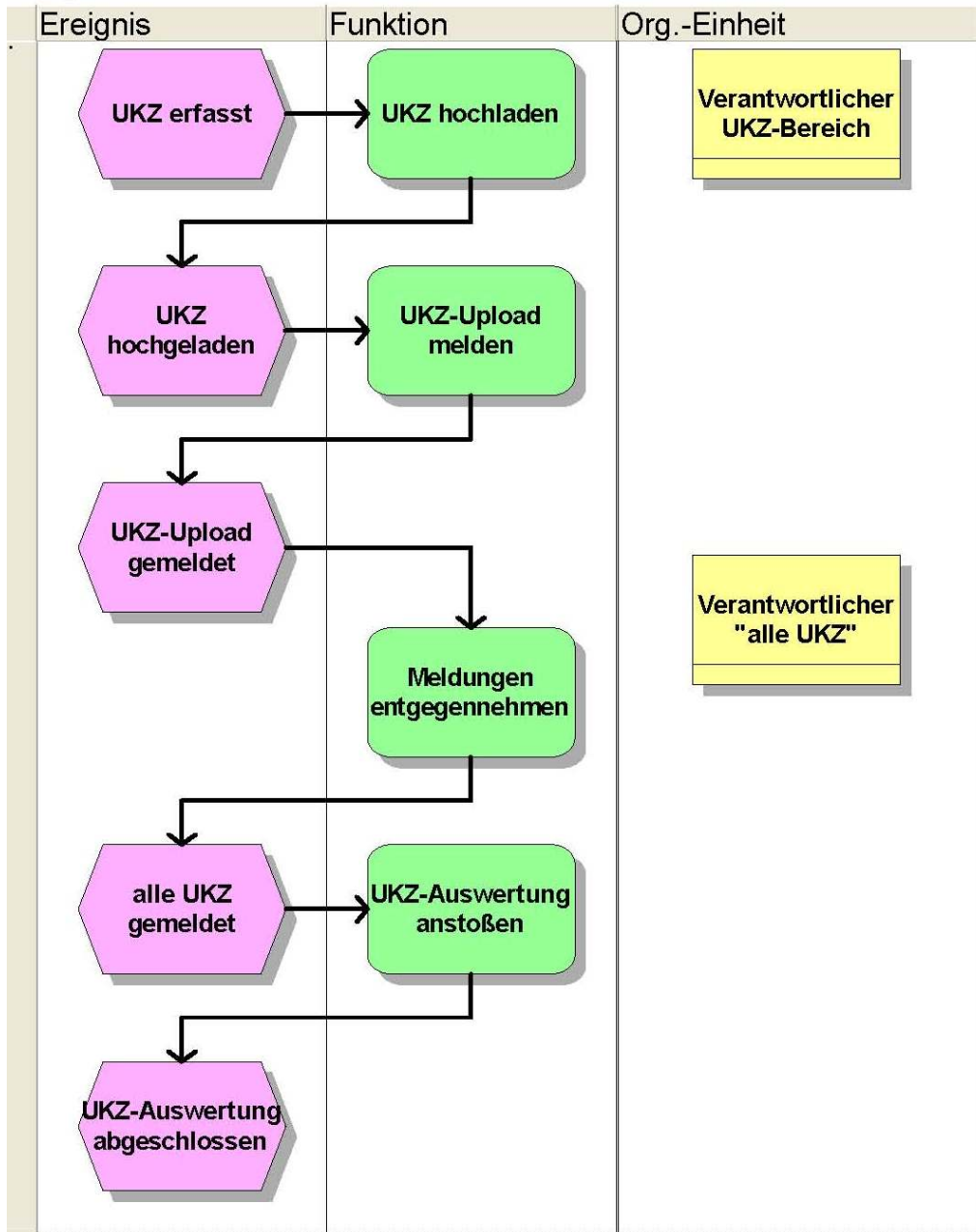


Abbildung 19: Ablauf zur Erstellung der Umweltkennzahlen

7.3.3.3 Darstellung

Die Ausgabe der UKZ sollte so flexibel wie möglich erfolgen können. Der Benutzer soll über eine Auswahlmaske beliebige Kennzahlen, Einheiten, Zeiträume, Stellen und Materialien selektieren können, die ihm dann tabellarisch angezeigt werden. Die angezeigten Tabellendaten müssen in Excel-Tabellen exportiert werden können.

7.3.4 Funktionale Anforderungen und Qualitätsanforderungen

Die Daten müssen langfristig gespeichert werden. Qualitätsanforderungen sind in Tabelle 12 dargestellt).

Tabelle 12: Qualitätsanforderungen

Produktqualität	Sehr gut	Gut	Normal	Nicht relevant
Funktionalität		X		
Zuverlässigkeit		X		
Benutzbarkeit	X			
Effizienz		X		
Änderbarkeit	X			
Übertragbarkeit			X	

Das Produkt sollte möglichst einfach zu bedienen sein, um die Akzeptanz der Nutzer gewährleisten. Weiterhin darf das Einpflegen neuer Kennzahlen keine Probleme bereiten, da einige UKZ nachträglich hinzugefügt werden sollen, wenn sich das Produkt bewährt hat.

8 Voraussichtlicher Nutzen

Mit dem entwickelten Vorgehensmodell kann ein Umweltkennzahlensystem aufgebaut, dessen Informationsversorgung hergestellt und eine informationstechnische Unterstützung auf Basis eines ERP-Systems implementiert werden.

Damit kann Transparenz der Stoff- und Energieströme im Unternehmen erhöht werden und eine Grundlage zur Senkung des Stoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen geschaffen werden.

Weiterhin kann so eine einfachere Rechenschaftslegung gegenüber den Anspruchsgruppen (wie Kunden, Anteilseigner, Mitarbeiter und öffentlicher Hand) erreicht werden. Es wird eine Aufwandsreduzierung bei der Erstellung interner Berichte (z. B. für Kostenstellenverantwortliche oder Mitarbeiter) und externer Berichte (z. B. zu CO₂- oder VOC-Emissionen oder zum Verbrauch umweltrelevanter Stoffe) erreicht.

Bei der Umsetzung der informationstechnischen Unterstützung des Umweltkennzahlensystems im ERP-System kann weitestgehend auf verfügbare Funktionalitäten zurückgegriffen werden. Programmierarbeiten sind nur im geringen Umfang nötig. Damit sind ERP-Systeme als integrierte Gesamtsysteme zur informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrollings gut geeignet.

9 Bekannt gewordene Fortschritte anderer Stellen

An der Schnittstelle der Forschung im Bereich Umweltcontrolling, Softwareeinsatz und Nutzung von ERP-Systemen ist kein Fortschritt an anderer Stelle bekannt.

10 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

10.1 Fachvorträge und Artikel

10.1.1 Vorträge

Lang-Koetz, C., Heubach, D.

A Phase Model to Implement an ERP-based Environmental Performance Indicator System in Producing Companies,
Environmental Management Accounting Network Europe
11. Mai 2005, Rotterdam

Lang-Koetz, C.

An ERP based Environmental Performance Indicator Module,
Supply Chain World North America 2005
22. Februar 2005, Anaheim, CA, USA

Heubach, D., Lang-Koetz, C.

Einsatz von ERP-Systemen im Umweltcontrolling – Case Study und
Umfrage zur IT-Unterstützung,
12. Tagung der Fachgruppe BUIS der Gesellschaft für Informatik
21.-22. April 2005, FHTW Berlin

Möbes-Range, G., Rey, U., Heubach, D.

Konzeption eines branchenübergreifenden Vorgehensmodells zur
Ermittlung des Umweltinformationsbedarfs zum Aufbau eines ERP-
Unterstützten Umweltcontrollings in einem produzierenden
Unternehmen,
12. Tagung der Fachgruppe BUIS der Gesellschaft für Informatik
21.-22. April 2005, FHTW Berlin

Heubach, D., Lang-Koetz, C.

Application of ERP-Systems in Environmental Management – Case Study and Survey for IT-Support,
19th Conference EnviroInfo2005 Networking Environmental Information
7.-9. September 2005, Masaryk University, Brno, CZ

Lang-Koetz, C., Heubach, D.

Produktionsintegrierter Umweltschutz
Vorlesung am 02.11.2005
im Rahmen der Ringvorlesung „Umweltmanagement“ im
WS 2005/2006 im Studiengang „Umweltschutztechnik“, Universität
Stuttgart

Lang-Koetz, C., Heubach, D.

Umweltcontrolling
Vorlesung am 21.12.2005
im Rahmen der Ringvorlesung „Umweltmanagement“ im
WS 2005/2006 im Studiengang „Umweltschutztechnik“, Universität
Stuttgart

10.1.2 Artikel

Heubach, D., Lang-Koetz, C. (2005)

Einsatz von ERP-Systemen im Umweltcontrolling - Case Study und
Umfrage zur IT-Unterstützung, in Lang, C; Rey, U (Hrsg): Betriebliche
Umweltinformationssysteme – Best Practice und neue Konzepte, 12.
Tagung der Fachgruppe Betriebliche Umweltinformationssysteme der
Gesellschaft für Informatik e.V., Shaker Verlag, Aachen 2005

Heubach, D., Lang-Koetz, C. (2005)

Application of ERP-Systems in Environmental Management – Case Study
and Survey for IT-Support, In: Hřebíček, J.; Ráček, J. (Hrsg.): Proceedings
of EnviroInfo 2005: Informatics for Environmental Protection –
Networking Environmental Information, 7.-9. September 2005, Masaryk
University in Brno, Czech Republic

Lang-Koetz, C., Heubach, D. (2004)

Stand des Umweltcontrolling und dessen Softwareunterstützung in der
Industrie, Ergebnisse einer Umfrage unter produzierenden Unternehmen
in Baden-Württemberg, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und
Organisation, Stuttgart, 2004

Möbes-Range, G., Rey, U., Heubach, D. (2005)

Konzeption eines branchenübergreifenden Vorgehensmodells zur Ermittlung des Umweltinformationsbedarfs zum Aufbau eines ERP-unterstützten Umweltcontrollings in einem produzierenden Unternehmen, in Lang, C; Rey, U (Hrsg): Betriebliche Umweltinformationssysteme – Best Practice und neue Konzepte, 12. Tagung der Fachgruppe Betriebliche Umweltinformationssysteme der Gesellschaft für Informatik e.V., Shaker Verlag, Aachen 2005

Geplant:

Lang-Koetz, C. (2006)

Ein Vorgehensmodell zur Einführung eines integrativen Umweltcontrollings auf Basis eines ERP-Systems, Jost-Jetter Verlag, zugl. Universität Stuttgart, Diss., Heimsheim

10.2 Veranstaltungen und Ergebnistransfer

Praxisveranstaltung

Kosteneinsparung und Transparenz durch Energie- und Stoffstrommanagement
Donnerstag, 23. Februar 2006, Beginn 17:00 Uhr
Fraunhofer IAO, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Leitfaden für Unternehmen

Umweltcontrolling umsetzen – Integration von Kennzahlen zu Stoff- und Energieströmen in die betriebliche IT,
von Claus Lang-Koetz, Daniel Heubach
Herausgeber: Fraunhofer IAO und Landesanstalt für Umweltschutz

Dieser Leitfaden befindet sich in der Endredaktion und wird voraussichtlich im Mai 2006 erscheinen.

10.3 Veröffentlichung durch andere Stellen

Recycling Magazin, 04/2005

Mehr Transparenz im Abfallmanagement, RECYCLING Magazin,
60. Jhg., 04/2005, S. 16-17, Reed Business, München

Müllmagazin, 01/2005

Materialströme durch Umweltkennzahlen optimieren – Fraunhofer IAO
untersucht Integration von Umweltkennzahlen in ERP-Systeme,
MÜLLMAGAZIN, 18. Jhg., 01/2005, Rhombos-Verlag, Berlin

11 Literatur

- AMR-Research (Hrsg.) (2005):
Market Analytix Report: Enterprise Resource Planning, 2004-2009,
<http://www.amrresearch.com/Content/View.asp?pmillid=18386> (Abruf:
30.11.2005)
- Beucker, S., Jürgens, G., Rey, U., Lang, C. (2002):
Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) im Umweltcontrolling –
Umfrage zur Nutzung von Instrumenten des Umweltcontrollings und de-
ren informationstechnischen Unterstützung, Arbeitsbericht des IAT der
Universität Stuttgart, Stuttgart, im Internet verfügbar unter
www.bum.iao.fraunhofer.de/intus
- Biebel, A., Heubach, D. (2003):
Innovation im Umweltcontrolling bei SCHOTT Glas durch IT-Integration
von Umweltinformationen, in: Spath, D., Lang, C. (Hrsg.): Stoffstrom-
management – Entscheidungsunterstützung durch Umweltinformatio-
nen in der betrieblichen IT, Tagungsband zum 5. Management-
Symposium Produktion und Umwelt, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- BMU, UBA (1997):
Leitfaden Betriebliche Umweltkennzahlen. Bundesumweltministerium,
Umweltbundesamt (Hrsg.), Bonn, Berlin.
- BMU/UBA (2003):
Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt (Hrsg.): Leitfaden Be-
triebliches Umweltkostenmanagement, Berlin.
- Eul, D., Rey, U. (2000):
Einführung von umweltorientierten Funktionalitäten in ERP-Systemen, in
H.-J. Bullinger, W. Eversheim, H.-D. Haasis und F. Klocke (Hrsg.): Auf-
tragsabwicklung optimieren nach Umwelt- und Kostenzielen. OPUS -
Organisationsmodelle und Informationssysteme für einen produktionsin-
tegrierten Umweltschutz, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Günther, E., Uhr, W., Kaulich, S., Heidsieck, C., Scheibe, L., Fröhlich, J. (2002):
Umweltleistungsmessung in deutschen Unternehmen - Stand des For-
schungsvorhabens EPM-KOMPAS, Dresdner Beiträge zur Betriebswirt-
schaftslehre, 63/02, Technische Universität Dresden.

- Heubach, D., Lang, C., Loew, T. (2003):
Anwendung von betrieblichen Informationssystemen im Umweltcontrolling – Potenziale und Praxisbeispiele, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart, im Internet verfügbar unter www.bum.iao.fraunhofer.de/intus
- ISO (2000): ISO 14031:
Umweltmanagement - Umweltleistungsbewertung - Leitlinien, Brüssel
- Krcmar, H. (1999):
Integration des Umweltmanagements in die Softwarelandschaft des Unternehmens. In: Bullinger, Hans-Jörg; Jürgens, Gunnar; Rey, Uwe (Hrsg.): Stoffstrommanagement – Betriebliche Umweltinformationssysteme in der Praxis (Tagungsband zum Management-Symposium „Produktion und Umwelt“, 28. Juni 1999, Stuttgart). Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 1999
- LfU (2001):
Abschlussbericht zum Projekt Einführung eines Energie- und Stoffstrommanagementsystems bei der Firma Kappa Badenkarton in Gernsbach, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Siegen 2001
- Loew, T. (2003):
Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Arbeitsbericht des IAT - Universität Stuttgart, Stuttgart, Berlin.
- Loew, T., Beucker, S., Jürgens, G. (2002):
Vergleichende Analyse der Umweltcontrollinginstrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung. Zwischenbericht des Forschungsvorhaben INTUS unter www.bum.iao.fhg.de/intus/. Stuttgart/Berlin 2002
- Loew, T., Fichter, K., Müller, U., Schulz, W., Strobel, M. (2001):
Leitfaden Betriebliches Umweltkostenmanagement. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), und Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.), Berlin 2001
- Rey, U., Lang, C., Beucker, S., Heubach, D. (2003):
Architektur zur Integration von ERP-Systemen und BUIS, Ergebnisbericht 4 aus dem Forschungsbericht CARE, IAT - Universität Stuttgart, Stuttgart.

- Schulz, W. F., Burschel, C., Weigert, M., Liedtke, C., Bohnet-Joschko, S., Losen, D., Geßner, C., Diffenhard, V., Maniura, A. (Hrsg.) (2001):
Lexikon Nachhaltiges Wirtschaften. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, Wien, Oldenbourg.
- Spath, D. (Hrsg.), Wilhelm, S. (2003):
Information und Kommunikation in der Produktion – Ergebnisse einer Unternehmensbefragung, IRB Verlag, Stuttgart.
- Spath, D., Heubach, D. (2003):
Die Nutzung betrieblicher Informationssysteme zur Entscheidungsunterstützung im Stoffstrommanagement. In: Spath, Dieter; Lang, Claus (Hrsg.): Stoffstrommanagement – Entscheidungsunterstützung durch Umweltinformationen in der betrieblichen IT (Tagungsband zum 5. Management-Symposium „Produktion und Umwelt“, 02. April 2003, Stuttgart). Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2003
- Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002):
Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 10. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg
- Steinfeldt, M., Lang, C. (2004):
Implementierungs- und Institutionalisierungskonzept von Instrumenten des Umweltcontrolling – Von der Schwierigkeit einer dauerhaften Integration, in UmweltWirtschaftsForum, 12. Jg., H. 2, Juni 2004, Springer-Verlag.
- TechnidataAG (Hrsg.) (2005a):
Environment, Health and Safety mit mySAPProduct Lifecycle Management,
www.technidata.de/environmental_suite/documents/SAP_EHS_Solution_Brief_d.pdf (Abruf: 30.11.2005),
- TechnidataAG (Hrsg.) (2005b):
Environmental Performance Management,
http://www.technidata.de/environmental_performance_management/iis_start.htm (Abruf: 30.11.2005),
- VDI (Hrsg.) (2001):
Verein deutscher Ingenieure: VDI-Richtlinie 4050 "Betriebliche Kennzahlen für das Umweltmanagement. Leitfaden zu Aufbau Einführung und Nutzung", Düsseldorf.